



Kleinschalige verwerkingsmethoden voor gft en swill - bijdragen aan de circulaire economie binnen bestaande regelgeving en beleid.

In opdracht van Rijkswaterstaat Leefomgeving



Titel: Kleinschalige verwerkingsmethoden voor gft en swill - bijdragen aan de circulaire economie binnen bestaande regelgeving en beleid.

Status: Eindrapport

Datum: 3 maart 2020

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Leefomgeving

Auteur(s): Iemke Bisschops
Miriam van Eekert
Anna Hobo
Katarzyna Kujawa-Roeleveld

Begeleidingscommissie:

Jan van Bergen	Ministerie van I&W - DGMI
Janine Huijsmans-Moll	NVWA
Paula Huismans	Rijkswaterstaat - Afval Circulair
Olaf Janmaat	Rijkswaterstaat - Afval Circulair
Marco Kraakman	Rijkswaterstaat - Afval Circulair
Harm Smit	Ministerie van EZ
Erik Verhallen	Rijkswaterstaat - Bodem+
Jos Verheul	Rijkswaterstaat - Bodem+
Herman Walthaus	Ministerie van I&W - DGMI

LeAF projectnummer: 18-206

Aantal pagina's: 107

LeAF B.V.
Postbus 500
6700 AM Wageningen
0317 484208
info@leaf-wageningen.nl
<http://www.leaf-wageningen.nl>

Ten geleide

Aanleiding en doel

In september 2016 werd het Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050 gepresenteerd. *“In de circulaire economie verdwijnt het afval zoals we dat nu kennen. Afval is dé nieuwe grondstof. Vrijwel alles dat we straks gebruiken, wordt steeds opnieuw gebruikt”*. Het zoveel mogelijk circulair benutten van organisch materiaal is van wezenlijk belang, met name voor de bodem. Daarbij is het uitgangspunt dat inzameling en verwerking op een hoogwaardige en verantwoorde manier plaatsvinden.

Op meerdere vlakken is verbetering mogelijk. Zo komt er nog steeds teveel organisch materiaal terecht in het restafval, dus valt er nog veel te verbeteren aan de inzameling. Aan de toepassingskant kan het sluiten van de kleine kringlopen, door bijvoorbeeld lokaal organische stromen terug te brengen op de bodem, een bijdrage leveren. Dat moet dan wel duurzaam gebeuren, waarbij in ieder geval risico's voor gezondheid en milieu voorkómen worden. Dit onderzoek geeft inzicht in de mogelijkheden en onmogelijkheden van verwerkingsmethoden van swill en gft binnen het huidige beleid en regelgeving. Het kan helpen bij de ontwikkeling van een informatiedocument voor lokale beleidsmakers, (vergunning verlenende) ambtenaren en initiatiefnemers die overwegen kleinschalig lokaal te gaan verwerken.

Dit onderzoek bevat een overzicht van verwerkingsmethoden van gft en swill die tot doel hebben een materiaal voort te brengen dat op de bodem gebracht mag worden. Het verwerken van gft tot compost is daarvoor op dit moment de enige wettelijk toegestane methode, vandaar dat alle methoden vergeleken worden met de eisen die aan compost gesteld worden. Het overzicht is - vanzelfsprekend - niet compleet, maar geeft een goed beeld van hoe bestaande verwerkingsmethoden zich verhouden tot regelgeving en beleid. Verwerkingsmethoden van gft en swill, die zich op andere producten richten dan gebruik voor de bodem, zoals omzetting tot vetzuren of aromaten, blijven hier buiten beschouwing.

Alle beschreven verwerkingsmethoden, behalve thuiscompostering, zijn op dit moment vergunningplichtig.

Hoogwaardige verwerking

De kleinschalige/lokale verwerking van huishoudelijke gft + etensresten en swill staat de laatste tijd volop in de belangstelling. Er verschijnen 'nieuwe' methoden en apparaten op de markt. Het doel van de verwerking is in de meeste gevallen het sluiten van de kringloop voor organische stof en nutriënten, door de afvalstromen om te zetten in een meststof. Dat is uiteraard een positieve doelstelling. Helaas zijn er nog veel onduidelijkheden over wat de verschillende verwerkingsmethoden technisch inhouden, hoe het verwerkingsproces plaatsvindt en wat voor materialen gegenereerd worden. Een belangrijke vraag hierbij is of deze materialen, zonder verdere verwerking, wel op de bodem gebracht mogen worden. Deze vragen worden beantwoord in dit onderzoek. De methoden worden vergeleken met de eisen die aan compost gesteld worden, het enige product dat momenteel kan voldoen aan alle wettelijke eisen voor veilige verwerking voor milieu en toepassing op de bodem.

In het onderzoeksrapport wordt van een aantal geselecteerde verwerkingsmethoden feitelijke informatie uit diverse bronnen gegeven. De verzamelde gegevens worden afgezet tegen de bestaande regelgeving en beleid.

Uit de verzamelde informatie blijkt dat de meeste kleinschalige verwerkingsmethoden en hun materialen niet voldoen aan de huidige wetgeving en beleid. Het alsnog composteren van de materialen die niet voldoen aan de eisen is in veel gevallen een mogelijkheid om deze toch op de bodem te kunnen brengen en zo in de kringloop te kunnen houden.

Hoe verder

Aansluitend op dit rapport wordt er een informatiedocument opgesteld dat beoogt vergunningverleners en toekomstige gebruikers van verwerkingsmethoden te informeren over wat er binnen de kaders van de huidige regelgeving en beleid wel en wat er niet mogelijk is. De feitelijke informatie uit dit rapport zal hiervoor de basis vormen.

Ruud Splitthoff
Directeur Leefomgeving
Rijkswaterstaat

Samenvatting

De lokale/kleinschalige verwerking van gft en swill staat in de belangstelling, en er worden steeds meer initiatieven ontplooid om dit in de praktijk toe te passen. Het doel van de verwerking is in de meeste gevallen primair het omzetten van afval in een meststof. Vanuit de circulaire gedachte is dit een positieve ontwikkeling: organisch afval wordt uit het restafval gehouden en als meststof teruggebracht in de kringloop. De initiatieven zullen echter wel moeten voldoen aan de wet- en regelgeving, en mogen geen risico vormen voor volksgezondheid en milieu. Bij het streven naar het leveren van een bijdrage aan circulariteit is het mogelijk dat risico's onderschat worden, of dat niet alle aspecten van de verwerking goed geanalyseerd worden. Dit kan zorgen voor vervelende verrassingen achteraf. Het is aan het bevoegd gezag om een goede afweging te maken voordat toestemming en/of een vergunning wordt verleend om lokaal afval te gaan verwerken en het product op de bodem te brengen.

Voor overheden is echter het niet makkelijk om voor alle verschillende verwerkingsmethoden goed te kunnen beoordelen wat deze technisch inhouden, welke producten zij maken en of deze wel op de bodem gebracht mogen worden. Daarnaast spelen er nog andere aspecten, zoals het energieverbruik, het eventuele gebruik van hulpstoffen en de omgang met mogelijke bijproducten en/of emissies. Een zorgvuldige afweging kan alleen gemaakt worden wanneer de relevante informatie beschikbaar is. Er komt een document waarmee een informatieve basis gelegd wordt voor de beoordeling van dit soort initiatieven.

Compost is momenteel het enige product uit de afvalstromen gft en swill dat als meststof op de bodem toegepast mag worden. Voor verschillende verwerkingsmethoden is onderzocht of de producten die ze maken volgens de wettelijke definitie "compost" genoemd mogen worden. Wettelijk gezien is een product alleen compost als het aan de definitie voldoet die in het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet is opgenomen. Deze definitie laat weinig speelruimte toe. Verder vallen gft en swill onder de dierlijke bijproducten, met de bijbehorende regelgeving. Voor particulieren met een composthoop en andere kleinschalige toepassingen ("kleine kringloop") wordt de regelgeving normaal gesproken niet strikt toegepast. Er is in dat geval bijvoorbeeld geen erkenning van de NVWA nodig. Een officiële definitie voor kleinschaligheid of de kleine kringloop ontbreekt echter, waardoor de situatie met betrekking tot wet- en regelgeving bij buurtcomposteren niet duidelijk is.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste punten uit regelgeving en beleid op het gebied van de verwerking van gft en swill, en geeft voor geselecteerde verwerkingsmethoden informatie over o.a. het technische principe, de uitgaande stromen en belangrijke aandachtspunten bij de uitvoering. Zie §1.2 voor een toelichting bij de afbakening van het onderzoek. De verzamelde gegevens zijn afgezet tegen de definitie van compost, en een aantal eisen m.b.t. de verwerking van dierlijke bijproducten. Naast de methoden voor kleinschalige verwerking is ter vergelijking ook een grootschalig composteerbedrijf opgenomen, omdat dat momenteel in Nederland de meest gangbare manier van composteren is.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de verwerkingsmethoden die in dit rapport zijn opgenomen en de belangrijkste eigenschappen voor evaluatie. Uit de verzamelde informatie blijkt dat een aantal kleinschalige verwerkingsmethoden en/of hun producten niet voldoen aan de huidige wetgeving. Het alsnog composteren van de producten die niet voldoen aan de eisen is een mogelijkheid om deze toch in de kringloop te kunnen brengen. Aspecten zoals o.a. het eventuele verbruik van elektriciteit of hulpstoffen en wat daar de gevolgen van zijn wel genoteerd maar hier wordt geen oordeel over

gegeven. Die afweging valt buiten het kader van deze studie. Tabel 1 geeft een samenvattend overzicht van de in de studie opgenomen verwerkingsmethoden. Per methode zijn een aantal kenmerken opgenomen in de tabel, en is aangegeven of het product direct als compost op de bodem toegepast zou mogen worden of eerst nog een compostingsstap moet ondergaan. Overigens kunnen ook de methodes die geen compost produceren een nuttige bijdrage leveren aan circulariteit, bijvoorbeeld doordat zij het scheiden van organisch afval bevorderen.

Tabel 1. Overzicht van in dit rapport opgenomen verwerkingsmethoden

	Invoer	Hulpstof	Elektriciteit	Proces-temperatuur	Procesduur	Nabehandeling tot compost*
Open composthoop	Gft	-	Nee	Geen controle	>3 maanden	Niet nodig
Compostvat	Gft	-	Nee	Geen controle	>3 maanden	Niet nodig
Compostmolen	Gft, swill	Houtig materiaal	Nee	Evt. isolatie	4-6 weken	Niet nodig
Wormenbak	Deel van gft	Strooisel	Nee	Kamer-temperatuur	>3 maanden	Niet mogelijk
Ecocreation	Swill	-	Ja	In te stellen op >70°C	1-7 dagen	Composteren
Joracompost JK5100	Gft, swill	Houtpellets	Ja	In te stellen op >70°C	4 weken	Niet nodig
Ridan	Gft, swill	Houtig materiaal	Nee	Warm, geen controle	>2 weken	Nacomposteren
Rocket	Swill	Houtig materiaal	Ja	In te stellen op >70°C	2 weken	Nacomposteren
Fermenteren met Bokashi	Deel van gft	EM zemelen	Nee	Kamer-temperatuur	>2 weken	Composteren
Vermalen en vergisten	Gft, swill	Water	Ja	Circa 30°C	2-4 weken	Composteren
Vermalen en ontwateren	Swill	Water	Ja	Kamer-temperatuur	n.v.t.	Composteren
Grootschalige compostering	Gft, swill	-	Ja	NVWA gevalideerd	>5 weken	Niet nodig

*De aanduidingen in deze kolom zijn gebaseerd op de informatie zoals die tijdens de onderzoeksfase bekend was (eind 2018). In de praktijk kan het per geval verschillen of (na)composteren van het product nodig is. Het voldoen aan de wettelijke eisen voor compost blijkt in de meeste gevallen bepaald te worden door de stabiliteit van het materiaal. Bij een stabiele compost is de organische stof verregaand omgezet. Dit wordt bereikt door een goede uitvoering én het aanhouden van een voldoende lange verwerkingstijd.

Inhoudsopgave

Ten geleide.....	i
Aanleiding en doel.....	i
Hoogwaardige verwerking.....	i
Hoe verder.....	ii
1. Inleiding.....	1
1.1 Achtergrond.....	1
1.2 Afbakening.....	1
2. Regelgeving en beleid.....	3
2.1 Begripsbepalingen.....	3
2.1.1 Gft.....	3
2.1.2 Swill.....	4
2.1.3 Wettelijke definities en begrippen.....	4
2.1.4 Compost.....	6
2.1.5 Kleinschaligheid.....	7
2.2 Minimumstandaard voor verwerking.....	7
2.3 Dierlijke bijproducten.....	8
2.4 Eisen aan producten.....	11
2.4.1 Meststoffen in het algemeen.....	11
2.4.2 Afvalstatus.....	12
2.4.3 Compost.....	12
2.4.4 Stabiliteit.....	14
2.4.5 Overige organische meststoffen.....	15
2.5 Handel.....	17
2.6 Verwerking met behulp van wormen.....	17
2.7 Plantenresten.....	18
2.8 Lozen op het riool.....	18
2.9 Biologisch afbreekbare plastics en andere materialen.....	19
2.10 Invasieve exoten.....	20
3. Basiskennis verwerkingsprocessen.....	21
3.1 Invloed van de aard en samenstelling van het ingaande materiaal.....	21
3.1.1 De invoer bepaalt de uitvoer.....	21
3.1.2 Biologisch niet-afbreekbare materialen.....	21
3.2 Biologische afbraak.....	22
3.2.1 Aerobe omzettingen.....	22
3.2.2 Anaerobe omzettingen.....	23
3.2.3 C/N-verhouding.....	25
3.3 Vochtgehalte en droging.....	25
3.4 Temperatuur.....	26
3.5 Fysisch-chemische omzettingen/processen.....	27
3.6 Effectieve Organische Stof.....	27
4. Inventarisatie van methoden: leeswijzer.....	28
4.1 In dit rapport gebruikte begrippen.....	28
4.2 Opgenomen informatie.....	28
5. Methoden voor kleinschalige verwerking van gft en swill.....	31
5.1 Open composthoop of -kooi.....	31
5.2 Compostvat.....	34
5.3 Compostmolen.....	37
5.4 Wormenbak.....	42
5.5 Verwerken van niet huishoudelijk organisch keukenafval op locatie.....	48
5.5.1 Ecocreation.....	48

5.5.2	Joracompost JK5100.....	53
5.5.3	Ridan.....	58
5.5.4	Rocket.....	63
5.6	Fermenteren met Bokashi.....	67
5.7	Kleinschalige vergisting.....	71
5.7.1	Swill.....	71
5.7.2	Mengsel van swill en toiletafvalwater.....	75
5.8	Vermalen en ontwateren: Green Machine en Rendisk Solus Eco.....	75
5.9	Professioneel grootschalig voorvergisten en composteren.....	79
6.	Uitgangspunten voor toekomstig document.....	84
6.1	Regelgeving en beleid.....	85
6.2	Kwaliteitsbewaking.....	86
6.3	Circulaire economie en duurzaamheid.....	86
7.	Literatuurlijst.....	87
Bijlage A	Niet opgenomen verwerkingsmethoden.....	92
Bijlage B	Uitgebreid overzicht gft-afval (LAP).....	93
Bijlage C	Maximale waarden voor organische microverontreinigingen.....	94
Bijlage D	Lijst van productiedieren.....	95
Bijlage E	Gebruikerservaringen in Nederland.....	96
	Ecocreation - §5.5.1.....	96
	Ridan - §5.5.3.....	97
	Rocket - §5.5.4.....	99
	Bokashi - §5.6.....	100

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Opdrachtgever Rijkswaterstaat (RWS) werkt aan het beantwoorden van de vraag op welke manier organisch afval zodanig verwerkt kan worden dat dit bijdraagt aan een circulaire economie en stimuleert dat dit zo min mogelijk met het restafval verdwijnt. Hierbij gaat het om inzameling van huishoudelijk organisch afval (gft) en bedrijfsmatig geproduceerd organisch keukenafval (swill). Zie §4.1 voor de in dit rapport gebruikte definities. De gevestigde methode is het apart houden van dit afval in containers die periodiek worden opgehaald en naar een centrale grootschalige verwerkingsinstallatie worden gebracht, waar er in de meeste gevallen compost van wordt gemaakt. Daarnaast zijn er mensen die hun eigen afval thuis composteren, of in de buurt samen met dat van anderen. Momenteel bestaat het restafval gemiddeld nog voor 32% uit gft.

De laatste jaren worden er steeds meer initiatieven ontplooid op het gebied van lokale verwerking van gft en swill tot meststof, met kringloopsluiting als doel. Het lokaal verwerken van deze stromen, in combinatie met lokale toepassing van de geproduceerde meststoffen, maakt kringloopsluiting beter zichtbaar dan bij de grootschalige centrale verwerking. Het is daarom de verwachting dat deze ontwikkeling een positief effect heeft op de bereidheid van mensen om gft en swill te scheiden van het restafval. Ook worden er effecten op sociaal vlak verwacht, doordat buurtbewoners samen actief bezig zijn met een project, of omdat ze bij het wegbrengen van hun afval mensen spreken die ze anders niet waren tegengekomen. In het kader van de circulaire economie en sociale betrokkenheid is de lokale kringloopsluiting tussen voedselafval en voedselproductie een positieve ontwikkeling. Randvoorwaarde bij dit soort initiatieven is wel dat de gebruikte methoden en de geproduceerde (mest)stoffen geen risico vormen voor mens, natuur en milieu.

De op de markt aangeboden verwerkingsmethoden hebben allemaal hun eigen eigenschappen en dus aandachtspunten. Niet alleen qua technische aspecten van het verwerkingsproces, maar ook wat betreft de ingaande en uitgaande materialen. Dit maakt het lastig om te kunnen bepalen welke verwerkingsmethode in een bepaalde context het beste gebruikt kan worden, welke risico's er zijn en welke eisen er gesteld moeten worden om deze risico's te beperken. Er komt een document dat o.a. door overheden kan worden gebruikt om te kunnen beslissen over het wel of niet toestaan van initiatieven voor lokale verwerking van gft en swill, of door bedrijven om een goede (tussen) verwerkingsoplossing te kiezen.

LeAF is gevraagd om een overzicht op te stellen van de verwerkingsmethoden die bij de start van het onderzoek (midden 2018) op de Nederlandse markt waren. De informatie zal dienen als achtergrondinformatie om te kunnen bepalen hoe en in welke context elke methode bij kan dragen aan het bereiken van de doelen voor circulariteit en of deze veilig is voor mens, natuur en milieu.

1.2 Afbakening

Het onderzoek richt zich op de verwerking van organische afvalstromen die bij huishoudens en professionele keukens (horeca etc.) vrijkomen, algemeen bekend als gft en swill. De verwerking van andere organische reststromen zoals grof tuinafval uit parken en oogstresten uit de landbouw valt buiten de reikwijdte van dit onderzoek.

In deze rapportage wordt informatie gegeven over verschillende specifieke manieren om gft en swill op kleine schaal te verwerken. Deze verwerkingsmethoden worden op verschillende manieren toegepast. In de beginfase van het onderzoek (2^e helft 2018) is een inventarisatie gemaakt van de verwerkingsvormen die op dat moment in Nederland op de markt waren. Door de opdrachtgever is hieruit een selectie gemaakt, aangezien niet alle specifieke soorten producten en apparaten binnen de looptijd van het onderzoek konden worden uitgewerkt. Bij het maken van de keuze is o.a. gekeken naar het potentieel om op korte termijn bij te dragen aan de circulaire economie, en naar recent gebruik in Nederland. Zie Bijlage A voor een overzicht van de niet onderzochte methoden.

Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingscommissie, die de koers van het onderzoek en de selectie van verwerkingsmethoden mede heeft bepaald. De commissieleden hebben waardevolle inbreng geleverd vanuit hun eigen expertise, bijvoorbeeld wat betreft wetgeving en beleid, de afbakening van het onderzoek en middels het beoordelen van de conceptrapportages.

2. Regelgeving en beleid

Het Nederlandse beleid voor afvalbeheer staat beschreven in het landelijk afvalbeheerplan (LAP). Vanaf 28 december 2017 is LAP3 van kracht, waarin het afvalbeleid voor de periode 2017-2023 is vastgelegd [1, 2]. Het LAP omvat een beleidskader en sectorplannen waarin het beleid is uitgewerkt voor verschillende afvalstromen. Het beleidskader en de sectorplannen vormen het toetsingskader bij vergunningverlening aan afvalverwerkende inrichtingen en bedrijven waar afval vrijkomt. De regelgeving die van toepassing is op het verwerken van organisch afval en het gebruik van de resulterende producten en meststoffen is zeer complex. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste aspecten aangegeven die van toepassing zijn op de kleinschalige verwerking van gft en swill. Er wordt in dit rapport verwezen naar onderstaande stukken m.b.t. regelgeving en beleid:

Derde landelijk afvalbeheerplan (LAP3)	https://lap3.nl
Meststoffenwet (MW)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0004054
Uitvoeringsbesluit meststoffenwet (UBMW)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0019031
Uitvoeringsregeling meststoffenwet	http://wetten.overheid.nl/BWBR0018989
Activiteitenbesluit milieubeheer (AM)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762
Besluit gebruik meststoffen (BGM)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0009066
Besluit houders van dieren	http://wetten.overheid.nl/BWBR0035217
Besluit dierlijke producten (BDP)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0032335
Regeling dierlijke producten (RDP)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0032462
Vrijstellingsregeling plantenresten	http://wetten.overheid.nl/BWBR0019048
Verordening (EG) nr. 1069/2009 ¹ (VDBP)	http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj
Uitvoeringsverordening (EU) nr. 142/2011 ² (UVDP)	http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj
Verordening (EU) nr. 2019/1009 ³ (EMW)	http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj

De inhoud van dit hoofdstuk is zo zorgvuldig mogelijk samengesteld op basis van relevante bronnen, waaronder de officiële teksten van de wetgeving. Het betreft een eerste interpretatie van de verwerkingsmethodes en producten in het kader van de huidige wet- en regelgeving. Voor een volledig en actueel overzicht dienen altijd de originele volledige (wet)teksten geraadpleegd te worden:

2.1 Begripsbepalingen

2.1.1 Gft

In het LAP3 wordt de term gft gebruikt als aanduiding voor het huishoudelijk organisch afval. Voor deze afvalstroom geldt het LAP3 sectorplan 6 “Gescheiden ingezameld/afgegeven groente-, fruit- en tuinafval van huishoudens (gft)” [6]. In sectorplan 6 wordt de volgende definitie gebruikt (citaat):

Gft-afval, niet zijnde grof tuinafval

Gft-afval van huishoudens betreft zowel gescheiden ingezameld als gescheiden afgegeven groente-, fruit- en (fijn) tuinafval. Voorbeelden van wat wordt verstaan onder gft (niet limitatief):

¹ Verordening (EG) nr. 1069/2009 [3].

² Verordening (EU) Nr. 142/2011 [4].

³ Verordening (EU) 2019/1009 [5].

- *schillen en resten van groenten,*
- *fruit en aardappelen,*
- *resten van gekookt eten,*
- *onkruid en ander fijn tuinafval zoals twijgen en bladeren,*
- *voedsel dat over de TGT (te gebruiken tot) datum is,*
- *voedsel dat over de THT (tenminste houdbaar tot) datum is.*

Een uitgebreid overzicht van de organische resten die volgens Sectorplan 6 wel en niet tot het gft-afval behoren is opgenomen in Bijlage B. In elk geval bevat gft naast groente-, fruit- en tuinafval per definitie dus ook etensresten. Recent is voor huishoudens de benaming “gft + etensresten” geïntroduceerd, om explicieter aan te geven dat etensresten in de groene bak thuishoren en niet bij het restafval. In dit rapport wordt in lijn met het LAP3 de benaming gft gebruikt voor het organisch afval van huishoudens.

2.1.2 Swill

Swill wordt in het LAP3 niet als aparte categorie genoemd maar als een onderdeel van het organisch bedrijfsafval. In sectorplan 7 “Gescheiden ingezameld/afgegeven organisch bedrijfsafval” [7] wordt de volgende definitie gebruikt (citaat):

Organisch bedrijfsafval

Het gaat hierbij om organisch afval dat (niet limitatief):

- *vrijkomt bij handel, diensten, overheden, veilingen, agrarische bedrijven en industriële bedrijven; en*
- *gescheiden is ingezameld dan wel gescheiden is afgegeven, en*
- *wat naar aard en samenstelling vergelijkbaar is met gescheiden ingezameld groente-, fruit- en tuinafval van huishoudens (gft-afval), zoals*
 - o *(gekookt) keukenafval en etensresten (swill)⁴*
 - o *voedsel dat over de TGT (te gebruiken tot) datum is*
 - o *voedsel dat over de THT (tenminste houdbaar tot) datum is.*

Hoewel niet helemaal in lijn met het LAP3⁵, is er in dit rapport voor gekozen om de benaming “swill” te gebruiken als aanduiding voor al het niet-huishoudelijke organisch afval. Het op kleinere schaal te verwerken organische bedrijfsafval zal vooral afkomstig zijn van professionele keukens. De naam “swill” voor deze afvalstroom sluit aan bij de praktijk.

2.1.3 Wettelijke definities en begrippen

De in het begin van dit hoofdstuk genoemde wetteksten, de voorgestelde nieuwe Europese meststoffenverordening en het LAP3 bevatten allemaal een groot aantal definities en begripsbepalingen. Tabel 2 geeft een selectie van begripsbepalingen uit wetgeving en beleid die betrekking hebben op de verwerking van gft, swill, compost en meststoffen in het algemeen.

⁴ Van vroeger uit wordt de term “swill” ook gebruikt in de context van veevoer. Het gaat hier alleen om de afval-context.

⁵ Volgens de definitie in het LAP3 omvat organisch bedrijfsafval ook afval dat op grotere schaal vrijkomt, zoals bij veilingen en agrarische bedrijven.

Hierbij is het van belang om in gedachten te houden dat die begrippen en definities opgesteld zijn voor de specifieke tekst waarin ze gebruikt worden. Dit leidt soms tot zeer beperkte omschrijvingen van begrippen. Ook worden niet alle begrippen in alle relevante wetteksten gedefinieerd. Tabel 2 dient dan ook vooral ter illustratie van de complexiteit van de wetgeving op meststoffengebied, en om de verschillende teksten beter te kunnen interpreteren. Zie §4.1 voor een overzicht van de begrippen zoals deze in dit rapport gebruikt zijn.

Tabel 2. Begrippen zoals gebruikt in Nederlandse en Europese wet- en regelgeving (citaten), die binnen de reikwijdte van dit onderzoek vallen. Gerangschikt op alfabetische volgorde.

Begrip	Omschrijving	In:
Aerobe compostering	De aerobe compostering bestaat uit een beheerste, voornamelijk aerobe, ontleding van biologisch afbreekbaar materiaal, die dankzij langs biologische weg opgewekte warmte de ontwikkeling van temperaturen mogelijk maakt die geschikt zijn voor thermofiele bacteriën. Alle delen van elke charge worden hetzij regelmatig en grondig verplaatst en omgezet, hetzij onderworpen aan gedwongen ventilatie om te zorgen voor de juiste hygiënisering en homogeniteit van het materiaal.	EMV
Anaerobe vergisting	De anaerobe vergisting bestaat uit een beheerste, voornamelijk anaerobe, ontleding van biologisch afbreekbaar materiaal, bij temperaturen die geschikt zijn voor mesofiele of thermofiele bacteriën. Alle delen van elke charge worden regelmatig en grondig verplaatst en omgezet, om te zorgen voor de juiste hygiënisering en homogeniteit van het materiaal.	EMV
Bemestings-product	Een stof die of een mengsel, micro-organisme of elk ander materiaal dat wordt aangebracht of bestemd is om te worden aangebracht op planten of hun rhizosfeer of op paddenstoelen of hun mycosfeer, of die c.q. dat bestemd is om de rhizosfeer of mycosfeer te vormen, hetzij als zodanig hetzij gemengd met een ander materiaal, om de planten of paddenstoelen nutriënten te verschaffen of hun voedingsefficiëntie te verbeteren	EMV
Biogasinstallatie	Een installatie waarin dierlijke bijproducten of afgeleide producten ten minste een deel van het materiaal uitmaken dat onder anaerobe omstandigheden biologisch wordt afgebroken.	UVDBP
Bodem-verbeteraar	Materiaal van dierlijke oorsprong dat afzonderlijk of in combinatie wordt gebruikt om de voeding van planten en de fysische en chemische eigenschappen en de biologische activiteit van de bodem op peil te houden of te verbeteren; hiertoe kunnen ook mest, niet-gemineralseerde guano, de inhoud van het maagdkanaal, compost en gistingresiduen behoren.	VDBP
Compost	Product dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een homogeen en zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen.	LAP3 (tot 19 juli 2019)
Compost	Product afkomstig uit een aeroob proces, dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een homogeen en zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen en niet verpompbaar is.	UBMW LAP3 (vanaf 19 juli 2019)
Composteerinstallatie	Een installatie waarin dierlijke bijproducten en afgeleide producten ten minste een deel van het materiaal uitmaken dat onder aerobe omstandigheden biologisch wordt afgebroken.	UVDBP
Composteren	Onder aerobe omstandigheden biologisch afbreken van afvalstoffen (primair plantaardig)	LAP3
Composteringshoop	Hoop van groenafval en hulpstoffen, opgezet met als doel dit materiaal te composteren	AM

Begrip	Omschrijving	In:
Dierlijke meststoffen	Uitwerpselen van voor gebruiks- of winstdoeleinden gehouden dieren, daaronder begrepen de geheel of gedeeltelijk verteerde maag- of darminhoud van deze dieren en mengsels van strooisel met de uitwerpselen, alsook producten daarvan.	MW
Digestaat	Residu dat overblijft na vergisting van organische afvalstoffen (plantaardig en dierlijk).	LAP3
Digestaat (covergisting)	Restproduct dat overblijft na het vergisten van ten minste 50% dierlijke uitwerpselen met als nevenbestanddeel uitsluitend producten die krachtens artikel 5 van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet zijn aangewezen.	AM
Gebruiken van meststoffen	Meststoffen op of in de bodem brengen.	BGM
Gistingsresiduen	Residuen die het resultaat zijn van de verwerking van dierlijke bijproducten in een biogasinstallatie.	UVDBP
In de handel brengen	Een handeling die tot doel heeft dierlijke bijproducten of daarvan afgeleide producten aan een derde in de Gemeenschap te verkopen, of enige andere vorm van levering aan een derde in de Gemeenschap, al dan niet tegen betaling, of van opslag met het oog op levering aan een derde in de Gemeenschap.	VDBP
Keukenafval en etensresten	Alle voedselresten, met inbegrip van afgewerkte bak- en braadolie afkomstig van restaurants, cateringfaciliteiten en keukens, met inbegrip van centrale keukens en keukens van huishoudens.	UVDBP
Mest	Uitwerpselen en/of urine van landbouwhuisdieren, met uitzondering van gekweekte vissen, met of zonder strooisel.	VDBP
Meststoffen	Dierlijke meststoffen, ongeacht hun bestemming, en producten die zijn bestemd om: 1°. te worden toegevoegd aan grond of aan een groeimedium en die geheel of gedeeltelijk bestaan uit stoffen, organismen daaronder begrepen, of mengsels van stoffen, die als zodanig kunnen dienen om grond of een groeimedium geschikt of beter geschikt te maken als voedingsbodem voor planten; 2°. te worden gebruikt als groeimedium; 3°. te worden gebruikt als voedsel voor planten of delen van planten, voor zover deze producten niet reeds zijn begrepen onder 1° of 2°	MW
Organische meststoffen	Meststoffen niet zijnde anorganische meststoffen.	UBMW
Organische meststoffen	Zie "Bodemverbeteraars". De VDBP hanteert dezelfde definitie voor deze twee categorieën.	VDBP
Overige organische meststoffen	Organische meststoffen niet zijnde dierlijke meststoffen, zuiveringsslib, compost of herwonnen fosfaten.	UBMW
Vergisten	Onder anaerobe omstandigheden biologisch afbreken van afvalstoffen (plantaardig en/of dierlijk).	LAP3
Verhandelen van meststoffen	Afleveren van meststoffen aan handelaren in of gebruikers van meststoffen alsmede het met het oog daarop voorhanden of in voorraad hebben, aanbieden of vervoeren van meststoffen.	MW

2.1.4 Compost

De precieze definitie van compost is een belangrijk aspect in de evaluatie van de producten van verwerkingstechnieken. In het UBMW is deze per 1-1-2019 aangescherpt door er de begrippen "aeroob" en "niet verpompbaar" aan toe te voegen. De definitie luidt nu: (citaat): "Product afkomstig uit een aeroob proces, dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een homogeen en zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen en niet verpompbaar is".

De nota van toelichting geeft de volgende reden voor deze wijziging [8, 9] (citaat): *“Met de aanpassing van de definitie van compost wordt verduidelijkt dat de compost afkomstig moet zijn uit een aerob proces en niet verpompbaar mag zijn. Met de toevoeging van deze beide criteria aan de definitie wordt bereikt dat alleen nog stabiele producten met een hoog organisch stofgehalte, tot stand gekomen in een proces waarin relatief hoge temperaturen zijn bereikt, en die niet vloeibaar zijn beschouwd worden als compost. Producten afkomstig uit anaerobe processen worden hiermee uitgesloten. Hiermee sluit de definitie ook beter aan op wat in het dagelijkse spraakgebruik als compost wordt beschouwd.”*

Uit de definitie van compost in het UBMW en het per 19 juni 2019 gewijzigde LAP3 blijken de volgende eisen waaraan voldaan moet worden om een verwerkingsproduct compost te mogen noemen:

- Het product komt uit een aerob proces;
- De afbraak moet met behulp van micro-organismen zijn gebeurd;
- De organische stof moet zo ver zijn afgebroken dat het product stabiel is;
- Er mogen bodembestanddelen in het product aanwezig zijn;
- Er mag geen dierlijke mest in het product aanwezig zijn;
- Het product is niet verpompbaar.

Voor verdere informatie over de eisen die aan compost gesteld worden zie §2.4.3.

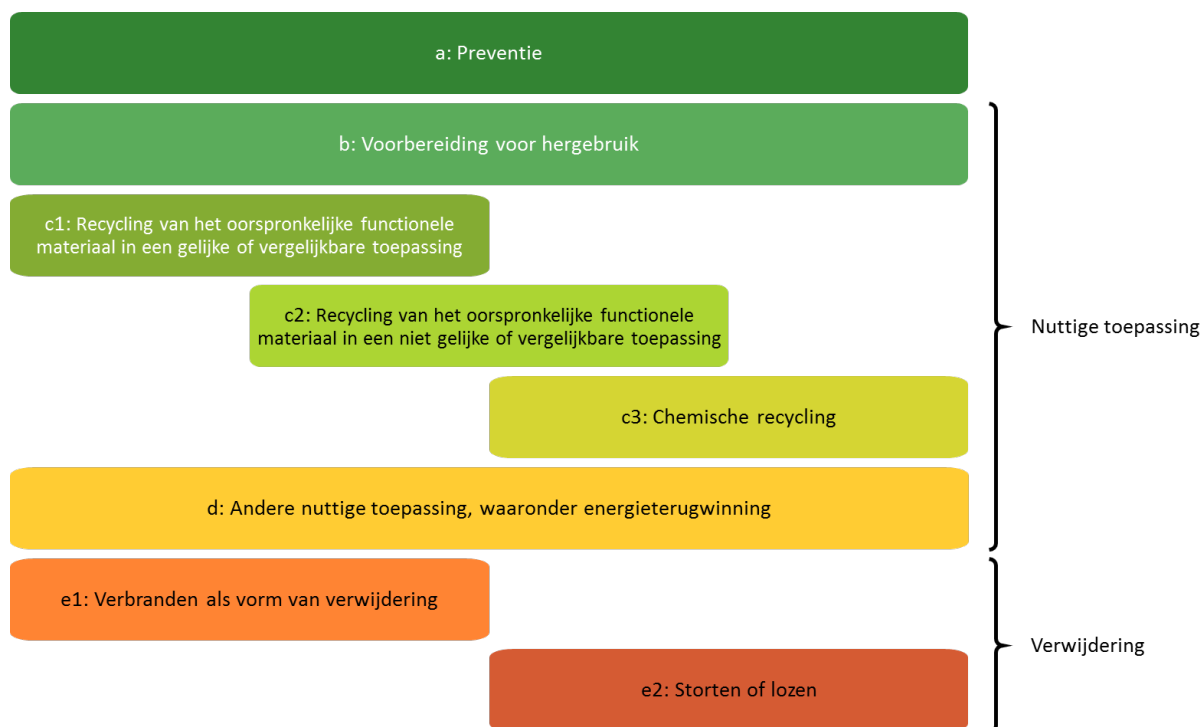
2.1.5 Kleinschaligheid

Deze inventarisatie richt zich op methoden voor *kleinschalige* verwerking van gft en swill, aansluitend bij de toenemende interesse in buurtcomposteringsprojecten en verwerking op locatie bij o.a. restaurants. Kleinschalig is een term die vaak gekoppeld wordt aan *lokaal*. In het kader van de kleinschalige verwerking wordt er ook wel gesproken over de “kleine kringloop”. Hiermee wordt de situatie bedoeld dat mensen hun eigen afval composteren en de ontstane compost ook weer zelf gebruiken. Dit hoeft niet een enkel huishouden te zijn, wanneer meerdere burenen samen composteren en de compost onderling verdelen wordt dit ook als kleine kringloop gezien.

In het beleid en de regelgeving voor compostering van gft en swill wordt echter geen onderscheid gemaakt op schaal, en er zijn ook geen definities of andere aanwijzingen gevonden voor welk aantal huishoudens of welke hoeveelheid afval nog tot kleinschalig, lokaal, of kleine kringloop gerekend kan worden. Bij de selectie van methoden voor deze inventarisatie kon dan ook geen onderscheid worden gemaakt op basis van de verwerkingscapaciteit in hoeveelheden afval. In plaats daarvan is gekeken naar de doelgroep, bijvoorbeeld huishoudens of restaurants.

2.2 Minimumstandaard voor verwerking

In het LAP wordt aangegeven wat binnen het Nederlands beleid de zogeheten minimumstandaard voor verwerking is [10] (citatie): *“De minimumstandaard geeft de minimale hoogwaardigheid aan van de verwerking van een bepaalde afvalstof of categorie van afvalstoffen. Het vaststellen van een minimumstandaard voorkomt dat afvalstoffen laagwaardiger worden verwerkt dan wenselijk is”*. Bij het bepalen van de minimumstandaarden voor verwerking wordt gebruik gemaakt van de volgende afvalhiërarchie (Figuur 1):



Figuur 1. De afvalhiërarchie volgens LAP3.

Voor zowel gescheiden ingezameld/afgegeven gft van huishoudens als voor gescheiden ingezameld/afgegeven organisch bedrijfsafval geldt dezelfde minimumstandaard voor vergunningverlening:

- Composteren met het oog op recycling; of
- Vergisten met gebruik van het gevormde biogas als brandstof gevolgd door narijping (nacompostering of een andere vorm van aerobe droging) met het oog op recycling van de grondstoffen.

Hierbij wordt aangemerkt dat de geproduceerde compost moet voldoen aan de eisen van het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet en de Regeling dierlijke producten.

Het omzetten van biologisch afbreekbaar materiaal in bruikbare compost wordt in deel A van het LAP expliciet genoemd als een voorbeeld van categorie c1 in de afvalhiërarchie. Deze categorie wordt als volgt omschreven [2] (citaat): *“Het betreft hier vormen van recycling waar het oorspronkelijke functionele materiaal weer apart beschikbaar komt in een kwaliteit vergelijkbaar met materiaal dat voor de toepassing voordat het in de afvalfase belandde is gebruikt. Het materiaal is in beginsel geschikt om weer in dezelfde keten en op een vergelijkbare wijze te worden toegepast. ... Het gaat overigens om de kwaliteit van het materiaal en niet of het daadwerkelijk in dezelfde keten wordt toegepast – een heel andere toepassing die vraagt om een zelfde kwaliteit, valt hier ook onder”*.

2.3 Dierlijke bijproducten

Gft en swill bevatten allerlei afval van dierlijke oorsprong en vallen daarom onder de regelgeving voor dierlijke bijproducten. Voorbeelden zijn resten vlees en vis (bereid en onbereid), kaas en andere zuivelproducten, resten ei en eierschalen.

Aangezien gft en swill per definitie keukenafval bevatten (zie §2.1) worden er strenge eisen gesteld aan de omgang met en de verwerking van deze afvalstromen. Om dit materiaal te mogen composteren is een erkenning nodig van de NVWA⁶. Het thuis composteren van hun eigen gft door particulieren is hiervan uitgezonderd.

Afval met daarin materiaal van dierlijke oorsprong kan ziekteverwekkers bevatten, waardoor het niet-adequaat omgaan met dierlijke bijproducten kan leiden tot grote gezondheidsrisico's voor mens en dier. Voorbeelden hiervan zijn varkenspest, BSE en de ziekte van Creutzfeldt-Jacob. De NVWA geeft de volgende algemene omschrijving: *“Dierlijke bijproducten zijn producten van dierlijke oorsprong die niet voor menselijke consumptie worden gebruikt. Soms is dat omdat de producten ongeschikt zijn voor menselijke consumptie, soms omdat het voor bedrijven voordeliger is ze om voor andere doeleinden dan menselijke consumptie te leveren. Voorbeelden van dierlijke bijproducten zijn kadavers, mest en bloed.”*

Hoe omgegaan dient te worden met de verschillende categorieën dierlijke bijproducten is vastgelegd in de betreffende Europese en nationale wet- en regelgeving:

Verordening (EG) nr. 1069/2009	(VDB)	http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj
Verordening (EU) nr. 142/2011		http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj
Besluit dierlijke producten	(BDP)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0032335
Regeling dierlijke producten	(RDP)	http://wetten.overheid.nl/BWBR0032462

Afval met daarin dierlijke resten wordt ingedeeld in drie categorieën. Categorie 1 materiaal geeft het grootste risico voor menselijke en dierlijke gezondheid, categorie 3 het minste. Keukenafval valt onder categorie 3, met een belangrijke uitzondering: keukenafval en etensresten zijn categorie 1-materiaal wanneer zij afkomstig zijn van internationale middelen van vervoer (bijvoorbeeld vliegtuigen en schepen die vanuit een derde land zijn vertrokken).

De Europese Verordening dierlijke bijproducten [3] vormt de basis voor de wet- en regelgeving m.b.t. het omgaan met dierlijke bijproducten. Er wordt in detail beschreven waar de verwerking tot compost, digestaat, andere organische meststof of bodemverbeteraar aan moet voldoen. De verordening schrijft een standaard verwerkingsmethode voor, en een manier om op basis van onderzoek (“validatie”) een alternatief proces goed te laten keuren door de bevoegde autoriteit. Onder voorwaarde dat het product alleen in de eigen lidstaat verhandeld/gebruikt wordt, geeft de verordening ook de mogelijkheid voor lidstaten om nationale standaard verwerkingsmethoden op te stellen. In Nederland zijn deze opgenomen in de Regeling dierlijke producten. Verder is in de Nederlandse BDP en RDP uitgewerkt hoe de EU verordening in de praktijk wordt toegepast.

De standaard omzettingsparameters zoals gegeven in de uitvoeringsverordening van de VDP (Verordening nr. 142/2011, bijlage V, hoofdstuk III, afdeling 1) zijn (citaat):

1. *Categorie 3-materiaal dat als grondstof in een biogasinstallatie met een pasteurisatie-/ontsmettingstoestel wordt gebruikt, moet aan de volgende minimumeisen voldoen:*
 - a. *maximale deeltjesgrootte vóór het invoeren in de installatie: 12 mm;*
 - b. *minimumtemperatuur van al het materiaal in de installatie: 70°C, en*
 - c. *minimumtijd dat het materiaal zonder onderbreking in de installatie is: 60 minuten.*

⁶ Voor een biogasinstallatie met nacompostering is ook voor de vergister een erkenning nodig [14].

2. *Categorie 3-materiaal dat als grondstof in een composteerinstallatie wordt gebruikt, moet aan de volgende minimumeisen voldoen:*
 - a. *maximale deeltjesgrootte vóór het invoeren in de composteerreactor: 12 mm,*
 - b. *minimumtemperatuur van al het materiaal in de reactor: 70 °C, en*
 - c. *minimumtijd zonder onderbreking: 60 minuten.*

De Regeling dierlijke producten beroept zich op de mogelijkheid om hier nationaal van af te wijken en geeft de volgende aanwijzingen (citaat) [11]:

Het is met toepassing van Bijlage V, hoofdstuk III, afdeling 2, punt 2, van verordening (EU) nr. 142/2011 toegestaan de hierin genoemde dierlijke bijproducten om te zetten in biogas of compost als wordt voldaan aan de volgende parameters:

- a. *bij thermofiele vergisting:*
 - *1° bedraagt de temperatuur van het materiaal in de vergister ten minste 55°C, bij een minimale verblijftijd in de vergister van 6 opeenvolgende uren;*
 - *2° bedraagt de temperatuur van het materiaal in de vergister ten minste 53,5°C, bij een minimale verblijftijd in de vergister van 8 opeenvolgende uren, of*
 - *3° bedraagt de temperatuur van het materiaal in de vergister ten minste 52°C, bij een minimale verblijftijd in de vergister van 10 opeenvolgende uren;*
- b. *bij compostering bedraagt de temperatuur van het materiaal ten minste 50°C tijdens een aaneengesloten periode, waarbinnen de temperatuur ten minste 55°C bedraagt voor ten minste 72 uren.*

Binnen de Europese verordening tot uitvoering van de VDB [4] worden verder de volgende microbiologische eisen gesteld (citaat) [4]:

1. *Representatieve monsters van de gistingsresiduen of de compost, die tijdens of onmiddellijk na de omzetting in de biogasinstallatie of de compostering in de composteerinstallatie worden genomen om het proces te bewaken, moeten aan de volgende normen voldoen:*
 - *Escherichia coli: $n = 5$, $c = 1$, $m = 1\ 000$, $M = 5\ 000$ in 1 g;*
 - of
 - *Enterococcaceae: $n = 5$, $c = 1$, $m = 1\ 000$, $M = 5\ 000$ in 1 g;*
- en
2. *b) representatieve monsters van de gistingsresiduen of de compost, die tijdens de opslag of bij de uitslag uit de betrokken installaties worden genomen, moeten aan de volgende normen voldoen:*
 - *Salmonella: geen in 25 g: $n = 5$, $c = 0$, $m = 0$, $M = 0$.*

Voor a) en b) geldt:

- $n =$ aantal te testen monsters;*
- $m =$ drempelwaarde voor het aantal bacteriën; het resultaat wordt als bevredigend beschouwd als het aantal bacteriën in geen enkel monster groter dan m is;*
- $M =$ maximumwaarde voor het aantal bacteriën; het resultaat wordt als onbevredigend beschouwd als het aantal bacteriën in een of meer monsters gelijk aan of groter dan M is, en*
- $c =$ aantal monsters waarvoor de bacterietelling een resultaat tussen m en M te zien mag geven en waarbij het monster nog als aanvaardbaar wordt beschouwd als het resultaat van de bacterietelling voor de overige monsters niet groter dan m is.*

Ook als een verwerkingsmethode niet aan de standaard voorgeschreven procesparameters voldoet kan de NVWA het proces erkennen. Er is dan een succesvolle validatie nodig van het proces, om aan te tonen dat de verwerking gegarandeerd veilig is. De borging van het halen van de standaard voorgeschreven of gevalideerde tijd-temperatuurcombinatie is een zeer voorname factor in het verkrijgen van een erkenning. Deze borging moet achteraf aantoonbaar zijn, waardoor het meten, registreren en bewaken van de temperatuur erg belangrijk is [12]. Als een techniek zich in praktijk heeft bewezen kunnen nationaal hiervoor parameters in de regelgeving worden opgenomen [4, 13].

Het is niet voldoende om het materiaal te hygiëniseren: er worden in de Nationale en Europese wet- en regelgeving allerlei eisen gesteld aan de omgang met de gehele installatie en de in- en uitgaande stromen. Hoe het proces wordt bedreven en hoe het wordt beheerst is hierbij de belangrijkste factor. Denk hierbij aan de mate van verkleining van deeltjes, of de opwarming natuurlijk of geforceerd is, de tijdsduur van de processtappen, en het meten, registreren en bewaken van temperatuur en tijd. Daarnaast wordt gekeken naar andere aspecten zoals bijvoorbeeld de registratie van ingaand en uitgaand materiaal, de plaats en methode van opslag van in- en uitvoer, maatregelen tegen ongedierte, etc.

2.4 Eisen aan producten

2.4.1 Meststoffen in het algemeen

Volgens de eerder gegeven begripsbepalingen uit de huidige wet- en regelgeving zijn meststoffen producten die zijn bestemd om te worden gebruikt als groeimedium, of om te worden toegevoegd aan grond of aan een groeimedium om deze geschikt of beter geschikt te maken als voedingsbodem voor planten. Ook andere producten die bestemd zijn om te worden gebruikt als voedsel voor planten of delen van planten worden beschouwd als meststoffen. Deze producten moeten gemaakt zijn uit een (mengsel van) stoffen/organismen die daarvoor geschikt zijn. Dierlijke meststoffen worden altijd beschouwd als meststoffen, ongeacht de bestemming.

Onder dierlijke meststoffen vallen uitwerpselen van voor gebruiks- of winstdoeleinden gehouden dieren, inclusief de maag- of darminhoud van deze dieren en mengsels van strooisel met de uitwerpselen. Producten van dierlijke meststoffen zijn ook dierlijke meststoffen. De verwerking van dierlijke mest valt buiten de reikwijdte van deze studie. Het is echter belangrijk om op te merken dat wanneer dierlijke mest aanwezig is in een mengsel van meststoffen, dit mengsel gezien wordt als dierlijke mest. Op deze manier kan bijvoorbeeld een compost - op papier - veranderen in dierlijke mest en moet aan de betreffende wet- en regelgeving voldaan worden.

De afvalstatus van gft en swill is een belangrijk aspect bij de verwerking tot meststof. In het algemeen mogen meststoffen niet gemaakt worden uit afvalstoffen of er mee vermengd worden, op enkele uitzonderingen na. Artikel 5 van het UBWM stelt dat (citaat):

1. *Meststoffen, met uitzondering van zuiveringslib⁷, compost en herwonnen fosfaten, zijn niet geheel of gedeeltelijk geproduceerd uit afvalstoffen of uit reststoffen, tenzij het betreft de krachtens het tweede lid aangewezen stoffen.*
2. *Bij ministeriële regeling kunnen afvalstoffen of reststoffen, categorieën afvalstoffen of reststoffen of eindproducten van bij die regeling omschreven bewerkingsprocedures worden aangewezen,*

⁷ In de meeste gevallen voldoet zuiveringslib echter niet aan de gestelde kwaliteitseisen voor gebruik als meststof.

indien er naar het oordeel van Onze Minister geen landbouwkundige en milieukundige bezwaren bestaan dat deze stoffen als meststof worden verhandeld of bij de productie van meststoffen worden gebruikt.

3. *Meststoffen zijn niet met afvalstoffen of reststoffen gemengd, tenzij het betreft de krachtens het tweede lid, aangewezen stoffen.*

2.4.2 Afvalstatus

In dit rapport worden verschillende verwerkingsmethoden beschreven voor gft en swill, die als doel hebben om die afvalstoffen om te zetten in meststoffen om zo de kringloop te sluiten. De stof die het resultaat is van de verwerking mag echter alleen als meststof gebruikt worden als die legaal - in overeenstemming met de meststoffenregelgeving - kan worden toegepast op de bodem. Op dat moment zal over het algemeen sprake zijn van een product en niet meer van een afvalstof. Indien een materiaal niet of pas na verdere behandeling aan die voorwaarde voldoet, kan er in het algemeen vanuit worden gegaan dat nog steeds sprake is van een afvalstof. In dit rapport wordt bij het beschrijven van de producten die gedachtegang gevolgd. Zekerheid over de afvalstatus is er echter pas als een beoordeling heeft plaatsgevonden (zie artikel 1.1, zesde lid, Wet milieubeheer).

2.4.3 Compost

Producten uit de verwerking van gft en swill worden door de meeste mensen “compost” genoemd, ook de producten van de meeste verwerkingsmethoden die in deze rapportage vermeld staan. Het is een internationaal gebruikte naam voor allerlei soorten organische, voornamelijk niet-dierlijke, meststoffen. Compost is bij de meeste mensen bekend, algemeen geaccepteerd als meststof of bodemverbeteraar voor de tuin, en de meeste mensen hebben er een min of meer overeenkomstig beeld bij. De eisen waar meststoffen aan dienen te voldoen om ze veilig op en in de bodem te kunnen brengen zijn in het verleden gekoppeld aan compost.

In de praktijk wordt de naam compost vrij breed gebruikt, maar strikt gesproken mag iets alleen de naam “compost” dragen als het aan álle eisen voldoet die daar wettelijk aan worden gesteld. De huidige definitie van compost in het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet luidt (citaat):

Product afkomstig uit een aerob proces, dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een homogeen en zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen en niet verpompbaar is.

Daarnaast stelt het UBMW de volgende eisen (citaat) [14]:

1. *Compost bevat geen biologisch afbreekbare delen met een diameter groter dan 50 millimeter en niet meer dan 0,5 gewichtsprocent aan bodemvreemde niet-biologisch afbreekbare delen.*
2. *Compost bevat ten minste tien gewichtsprocenten organische stof van de droge stof.*
3. *Het is uitsluitend toegestaan om bij de bereiding van compost bodembestanddelen te gebruiken, indien dit betreft grond als bedoeld in artikel 1 van het Besluit bodemkwaliteit, waarvan de kwaliteit de krachtens artikel 40 van dat besluit vastgestelde achtergrondwaarden niet overschrijdt.*
4. *Compost overschrijdt niet de in bijlage II, onder tabel 3, bij dit besluit opgenomen maximale waarden voor zware metalen, uitgedrukt in milligrammen per kilogram droge stof.*

Tabel 3 geeft een overzicht van de onder punt 4 genoemde eisen m.b.t. zware metalen. Er worden in de wet- en regelgeving geen eisen gesteld aan gehalten van andere stoffen in compost, zoals bijvoorbeeld stikstof of fosfaat. Om een idee te geven van de samenstelling van grootschalig geproduceerde compost geeft de tabel ook de gemiddelde gehalten gemeten in gft Keurcompost.

Tabel 3. Maximale waarden voor zware metalen in compost volgens het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, en de gemiddelde gehalten in gft Keurcompost in 2014.

		Maximale gehalten in compost, Uitvoeringsbesluit meststoffenwet [14]	De gemiddelde samenstelling van gft Keurcompost in 2014 [15]
DS	g/kg vers	-	661
OS	g/kg DS	≥ 100	328
N	g/kg DS	-	11,5
P ₂ O ₅	g/kg DS	-	6,4
K ₂ O	g/kg DS	-	10,2
Cd (cadmium)	mg/kgDS	1	0,39
Cr (chromium)	mg/kgDS	50	23
Cu (koper)	mg/kgDS	90	40
Hg (kwik)	mg/kgDS	0,3	0,09
Ni (nikkel)	mg/kgDS	20	11
Pb (lood)	mg/kgDS	100	53
Zn (zink)	mg/kgDS	290	179
As (arsen)	mg/kgDS	15	4,5

Eisen aan de procestemperatuur

De nota van toelichting bij het UBMW stelt over de gewijzigde definitie van compost dat de toevoeging “aeroob” gedaan is om er voor te zorgen dat alleen producten gebruikt mogen worden uit processen waarin *relatief hoge temperaturen zijn bereikt*. De auteurs geven geen aanwijzing over welke temperaturen zij als relatief hoog beschouwen. Een nota van toelichting is niet bepalend, en er worden normaliter geen aanvullende regels of normen in opgenomen [16]. Op basis van de huidige definitie kan dus niet gesteld worden dat compost warm moet zijn geweest. Het aeroob zijn van een proces is overigens niet voldoende om er voor te zorgen dat de temperatuur stijgt: open composthopen en wormenbakken zijn bij een goede uitvoering ook aeroob, en daarin worden geen hoge temperaturen bereikt.

Dat men in de meststoffenwereld belang hecht aan hoge composteringstemperaturen blijkt ook uit de definitie van composteren die is opgenomen in de nieuwe Europese meststoffenverordening (nr. 2019/1009, EMV, zie Tabel 2). De EMV is in juni 2019 officieel goedgekeurd en zal in juli 2022 ingaan. Deze verordening bepaalt waar bemestingsproducten aan moeten voldoen om een CE markering te krijgen en op de Europese interne markt te kunnen worden toegelaten. Er blijft ruimte voor nationale regelgeving, die van toepassing kan zijn op kleinschalige producten die alleen in Nederland gebruikt worden. De EMV-criteria illustreren wel hoe er in het beleid gedacht wordt over meststoffen en de criteria waar deze aan zouden moeten voldoen, zoals o.a. de procestemperatuur (citaat) [5]:

De aerobe compostering bestaat uit een beheerste, voornamelijk aerobe, ontleding van biologisch afbreekbaar materiaal, die dankzij langs biologische weg opgewekte warmte de ontwikkeling van temperaturen mogelijk maakt die geschikt zijn voor thermofiele bacteriën. Alle delen van elke charge worden hetzij regelmatig en grondig verplaatst en omgezet, hetzij onderworpen aan gedwongen

ventilatie om te zorgen voor de juiste hygiënisering en homogeniteit van het materiaal. Tijdens het composteringsproces hebben alle delen van elke charge een van de volgende temperatuur-tijdsprofielen:

- 70°C of meer gedurende ten minste 3 dagen,
- 65°C of meer gedurende ten minste 5 dagen,
- 60°C of meer gedurende ten minste 7 dagen, of
- 55°C of meer gedurende ten minste 14 dagen.

Daarin staat expliciet de eis van een hoge proces temperatuur: de proceswarmte moet tot *thermofiele* temperaturen leiden. In de microbiologie en milieutechnologie wordt dan over het algemeen een temperatuur van 50-65°C bedoeld. De definitie stelt daarnaast een aanvullende eis, namelijk dat de warmte biologisch opgewekt moet zijn. Als deze (of vergelijkbare) eisen in de toekomst zouden gaan gelden voor alle compost, dan zal dit consequenties hebben voor de verwerking. Het bereiken van biologisch opgewekte thermofiele temperaturen kan alleen met een daarop ingesteld en technisch zeer goed uitgevoerd verwerkingsproces.

2.4.4 Stabiliteit

In de definitie voor compost (zie §2.4.3) is stabiliteit expliciet als eigenschap opgenomen: “... zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt.” Met stabiel wordt dus bedoeld dat het product van de compostering alleen nog langzaam afbreekbaar organisch materiaal bevat. Wanneer de compostering niet optimaal verloopt en/of te kort duurt is er nog makkelijk afbreekbare organische stof in het materiaal aanwezig. De afbraakprocessen zullen na het oogsten doorgaan: het product is dan dus niet stabiel. Wanneer het wordt opgeslagen op een manier dat er geen of weinig lucht bij kan, zal het materiaal gaan fermenteren (vergisten) zodra de aanwezige zuurstof verbruikt is. Bij voldoende toevoer van zuurstof gaan de composteringsprocessen verder.

In de toelichting bij de wijziging van de Uitvoeringsregeling meststoffenwet in 2007 [17] wordt het volgende gezegd over het belang van stabiliteit (citaat): “*Het stabiliteitscriterium is opgenomen, omdat niet-stabiele (‘broeiende’) compost landbouwkundige en milieukundige problemen kan veroorzaken, met name stank. Bovendien zal bij nog voortgaande afbraak van organische stof het gehalte aan zware metalen in de droge stof stijgen, waardoor de compost op het moment dat deze stabiel is, mogelijk niet meer aan de wettelijke eisen voldoet. Tot slot is de hoogte van de stikstofwerkingscoëfficiënt in compost van 10 procent en de mogelijkheid om compost gedurende het hele jaar rond toe te dienen gebaseerd op de gegevens voor stabiele compost. Voor niet-stabiele compost zouden deze voorzieningen anders kunnen zijn.*”

In Nederland wordt de stabiliteit meestal bepaald op basis van de zuurstofopnamesnelheid. Hierbij wordt een bepaling gebruikt die dit meet met behulp van een gesloten respiratiemeter (Oxitop). De stabiliteit wordt ingedeeld in vier klassen [18, 19]:

Zeer onstabiele compost:	>30	mmol O ₂ /kg OS/h
Onstabiele compost:	15-30	mmol O ₂ /kg OS/h
Stabiele compost:	5-15	mmol O ₂ /kg OS/h
Zeer stabiele compost:	<5	mmol O ₂ /kg OS/h

Ook in Vlaanderen wordt deze bepaling gebruikt. Daar heeft men een indeling in vijf klassen gemaakt [20], oplopend van <math><5\text{ mmol O}_2/\text{kg OS/h}</math> (heel stabiel, weinig actief) naar $>25\text{ mmol O}_2/\text{kg OS/h}$ (jong, heel actief, onstabiel). Deze blijken goed te correleren met de vijf bestaande Rottegrad-klassen [21].

In de Europese meststoffenverordening is de stabiliteit ook als criterium opgenomen voor compost, met bijbehorende grenswaarde waaraan voldaan moet worden (citaat):

De compost voldoet aan ten minste een van de volgende stabiliteitscriteria:

- a) *zuurstofopnamesnelheid:*
 - *definitie: een indicator van de mate waarin biologisch afbreekbaar organisch materiaal binnen een bepaalde tijd wordt afgebroken. De methode is niet geschikt voor materiaal met een gehalte van meer dan 20 % aan deeltjes met een grootte > 10 mm;*
 - *criterium: maximaal 25 mmol O₂/kg organisch materiaal/h; of*
- b) *zelfverhittingfactor:*
 - *definitie: de maximumtemperatuur die onder gestandaardiseerde omstandigheden door een compost wordt bereikt en die een indicator vormt voor de toestand van de aerobe biologische activiteit ervan;*
 - *criterium: minimaal Rottegrad III.*

Opvallend is dat compost die voldoet aan de maximale zuurstofopnamesnelheid opgegeven in de EMV (25 mmol O₂/kg OS/h) in Nederland en in Vlaanderen als onstabiel wordt gezien. Dit kan komen door verschillen in de gebruikte meetmethoden [22]. Bij de interpretatie van stabiliteitsmetingen is het dus belangrijk om hier rekening mee te houden.

Er kan bewust voor gekozen worden om eerst gedurende een korte periode een snelle gecontroleerde compostering uit te voeren met veel toevoer van lucht en goede menging, waarna het materiaal overgebracht wordt naar een minder intensieve nacompostering. Tijdens de nacompostering wordt het nog aanwezige afbreekbare organische materiaal verder omgezet, totdat de gewenste stabiliteit bereikt is en de compost geoogst kan worden. Hoe lang dit zal duren hangt af van de mate van omzetting die in de eerste fase bereikt wordt en de precieze omstandigheden tijdens de tweede fase. Bij materiaal dat al verregaand gecomposteerd is maar nog niet voldoende stabiel, wordt meestal gesproken over rijpen of narijpen. Ook bij stabiele compost kan er voor gekozen worden om deze te laten narijpen.

2.4.5 Overige organische meststoffen

Volgens de eerder gegeven begripsbepalingen uit de huidige en toekomstige wet- en regelgeving wordt de aanduiding “overige organische meststoffen” vooral bepaald door wat het niet zijn: organische meststoffen die geen dierlijke meststoffen, zuiverings-slib, compost of herwonnen fosfaten zijn. Het zijn ook geen anorganische meststoffen. “Dierlijke meststoffen” betekent in dit verband mest van voor agrarische gebruiks- of winstdoeleinden gehouden dieren. Andere dierlijke mest, bijvoorbeeld van hobbydieren en dierentuindieren wordt wel beschouwd als een overige organische meststof.

Het UBMW [14] stelt de volgende kwaliteitseisen aan overige organische meststoffen:

- Overige organische meststoffen die hoofdzakelijk zijn bedoeld om organische stof te leveren, bevatten ten minste twintig gewichtsprocenten organische stof van de droge stof.

- Overige organische meststoffen bevatten geen biologisch afbreekbare delen met een diameter groter dan 50 millimeter en niet meer dan 0,5 gewichtsprocent aan bodemvreemde niet-biologisch afbreekbare delen.
- Vaste overige organische meststoffen die hoofdzakelijk zijn bedoeld om primaire nutriënten te leveren, bevatten ten minste één van de volgende nutriënten, in de daarbij vermelde minimale hoeveelheid, uitgedrukt in gewichtsprocenten:
 - a. meststof, bedoeld voor het leveren van stikstof: stikstof (N) totaal: 0,5;
 - b. meststof, bedoeld voor het leveren van fosfaat: fosfaat (P₂O₅) totaal: 0,5;
 - c. meststof, bedoeld voor het leveren van kali: kali (K₂O) oplosbaar in water: 0,5.
- Bij vloeibare overige organische meststoffen gelden dezelfde waarden maar dan uitgedrukt in gewichtsprocenten van de droge stof.
- In overige organische meststoffen die tenminste 0,5 gewichtsprocenten stikstof bevatten, is de hoeveelheid organisch gebonden stikstof ten minste 85 procent van de totale hoeveelheid stikstof.

Ook moeten overige organische meststoffen voldoen aan eisen m.b.t. maximaal toegestane gehalten zware metalen (Tabel 4) en organische microverontreinigingen (Bijlage C).

Tabel 4. Maximale waarden voor zware metalen in meststoffen, in mg per kilogram van het desbetreffende waardegevend bestanddeel. (Tabel 1, Bijlage II, Uitvoeringsbesluit meststoffenwet)

	fosfaat	stikstof	kali	neutraliserende waarde	organische stof
Cd (Cadmium)	31,3	25	16,7	6,3	0,8
Cr (Chroom)	1875	1500	1000	375	50
Cu (Koper)	1875	1500	1000	375	50
Hg (Kwik)	18,8	15	10	3,8	0,5
Ni (Nikkel)	750	600	400	150	20
Pb (Lood)	2500	2000	1333	500	67
Zn (Zink)	7500	6000	4000	1500	200
As (Arseen)	375	300	200	75	10

Volgens het BGM mogen overige organische meststoffen die niet volledig uit plantaardig materiaal bestaan alleen gebruikt worden op landbouwgrond. Op natuurterreinen mogen overige organische meststoffen niet gebruikt worden. Op overige grond mogen alleen overige organische meststoffen gebruikt worden die volledig bestaan uit plantaardig materiaal. In alle gevallen is het gebruik onderhevig aan beperkingen en aanwijzingen, zie de wet- en regelgeving.

Producten uit gft en swill die niet voldoen aan de definitie van compost, zuiveringslib of herwonnen fosfaten, zijn geen meststoffen (zie §2.4.1). Een stof kan wel bij ministeriële regeling aangewezen worden als overige organische meststof. Daarvoor moet een officieel traject worden doorlopen waarbij de stof door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) getoetst wordt aan de hand van het Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet [23].

2.5 Handel

Vanwege de mogelijke risico's voor menselijke en dierlijke gezondheid en het milieu moet de handel in afval- en meststoffen aan een groot aantal verplichtingen voldoen, zeker wanneer daar dierlijke bijproducten in aanwezig zijn. De Verordening dierlijke bijproducten, het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet en de Uitvoeringsregeling meststoffenwet en het LAP beschrijven o.a. praktische regels m.b.t. het mengen, verhandelen, vervoeren en gebruiken van meststoffen, de toe te passen laboratoriumanalyses en de administratieve verplichtingen.

Zoals te zien is in de definities in Tabel 2 voor "in de handel brengen" (VDBP) en "verhandelen van meststoffen" (MW) hoeft er wettelijk gezien niets verkocht te worden om aan het handelen te zijn. Het overdragen van afval of een meststof aan een ander is voldoende. Strikt genomen zou dit betekenen dat er ook sprake is van handel wanneer een particulier compost uit zijn eigen composthoop aan de buurman geeft. Het beoordelen van de gang van zaken bij alle composterende huishoudens is in de praktijk niet werkbaar. In het LAP beleidskader [24] wordt ook geen onderscheid gemaakt op schaalgrootte, maar wel tussen beroepsmatig en niet-beroepsmatig inzamelen, handelen en vervoeren. Er wordt in die context echter alleen over bedrijfsmatige activiteiten gesproken. Een buurtcomposteringsproject zou qua schaal en activiteiten wel overeen kunnen komen met een bedrijfsmatige inzameling en verwerking van gft en swill.

De regelgeving m.b.t. de verwerking van invoermaterialen zoals gft tot meststoffen en de handel en het vervoer van meststoffen is er volledig op gericht om risico's te minimaliseren. Tijdens discussies met de begeleidingscommissie bleek dat mogelijke milieu- en gezondheidsrisico's van kleinschalige verwerking zeer serieus worden genomen.

2.6 Verwerking met behulp van wormen

Een van de opties die in dit rapport worden beschreven is de verwerking van gft en swill in wormenbakken (zie §5.4 voor een uitgebreide beschrijving). De producten hiervan staan bekend als "wormencompost" en "wormenthee". Het doel van een wormenbak is het omzetten van organisch materiaal in meststof, waarbij het uiteindelijke product voor een groot deel uit wormenuitwerpselen bestaat. De wormen voeden zich met stoffen uit het afval, zorgen voor menging en faciliteren aerobe microbiële omzettingprocessen. Het vaste product van een goed bedreven wormenbak zal in de meeste gevallen homogeen, verregaand omgezet en stabiel zijn [19]. Het lekwater en eventuele overtollige wormen zijn bijproducten van de verwerking.

Wanneer een particulier een wormenbak heeft voor het eigen afval en het product in de tuin gebruikt, is de wettelijke status van het product waarschijnlijk niet van belang. Ook bij de gewone composthoop in de achtertuin wordt niet gecontroleerd of deze wel aan alle eisen voldoet. In het geval van bedrijfsmatige verwerking, grotere hoeveelheden product en/of afzet elders, zal nader gekeken moeten worden naar de status van de producten om te bepalen welke regelgeving van toepassing is.

Verschillende regenwormen, waaronder de meest gebruikte "compostworm", *Eisenia foetida*, zijn opgenomen in bijlage II van het Besluit houders van dieren, de productiedierenlijst (zie Bijlage D). De wormen worden dus beschouwd als landbouwhuisdieren. Dit heeft de volgende consequenties die van belang zijn voor de verwerking van gft en swill in een wormenbak:

- Voor mest van dieren in die bijlage gelden de gebruiksnormen, gebruiksregels en vervoersregels van dierlijke mest [25]. Uitwerpselen van wormen hebben dus de status “dierlijke mest” [17].
- Onder de huidige regelgeving is het niet toegestaan om keukenafval en etensresten te vervoederen aan andere landbouwhuisdieren dan pelsdieren.

Op verschillende punten botst het principe van de wormenbak voor gft- en swill-verwerking met de geldende regelgeving:

- Gft en swill mogen niet aan landbouwhuisdieren vervoederd worden.
- Het vaste product is geen compost want het bevat dierlijke mest.
- Het vaste product heeft niet de status van dierlijke mest want het bevat afval.
- In het vaste product bevinden zich levende en dode landbouwhuisdieren.
- Het lekwater is geen compost want het bevat dierlijke mest en afvalvocht, en is verpompbaar.

Het product is een mengsel van dierlijke mest en afval, en heeft daardoor een afvalstatus [17].

2.7 Plantenresten

Onder de Vrijstellingsregeling plantenresten (VP) mogen onder bepaalde voorwaarden bermmaaisel, landbouw- en bosbouw materiaal, en heideplagsel en maaisel uit natuurgebieden op en in de bodem gebracht worden. Hiermee zijn deze stromen vrijgesteld van het stortverbod buiten inrichtingen voor afval. In alle gevallen geldt dat het materiaal schoon moet zijn en zeer lokaal moet worden toegepast (binnen het perceel/bedrijf maar in elk geval binnen een afstand van 5 km).

Gft en swill vallen niet onder de definitie voor plantenresten. De VP wordt in dit rapport toch beknopt behandeld omdat zij een onderdeel is van het beleid rond de verwerking van organische reststromen en soms genoemd wordt in de context van het toepassen van producten uit plantaardig materiaal op de bodem. Producten uit de bewerking van plantenresten vallen buiten de VP, de regeling is alleen bedoeld is voor het lokaal kunnen toepassen van *onbewerkt* materiaal. Bijvoorbeeld compost of bokashi uit maaisel kan niet meer gezien worden als maaisel. In de nota van toelichting bij de wijziging van de VP die per 1-1-2019 is ingegaan [26], staat hierover het volgende (citaat): *‘De wijziging van de regeling heeft uitsluitend betrekking op het op de bodem brengen van land- en bosbouw materiaal, al dan niet na mechanische behandeling (zeven, verkleinen) ervan. Het opbrengen van materiaal na een andersoortige behandeling (waardoor het feitelijk niet meer is aan te merken als land- en bosbouw materiaal), zoals bokashi of composteren, valt niet onder de vrijstellingsregeling’.*

2.8 Lozen op het riool

Het is in Nederland verboden om vermalen voedselresten op het riool te lozen. Deze bepaling staat voor bedrijven in het Activiteitenbesluit, §3.6.1 Bereiden van voedingsmiddelen (citaat): *Afvalwater dat afvalstoffen bevat, die door versnijdende of vermalende apparatuur zijn versneden of vermalen, wordt niet geloosd* [27]. Voor huishoudens is dit opgenomen in artikel 6 van het Besluit lozing afvalwater huishoudens (citaat): *Huishoudelijk afvalwater, afkomstig van het bereiden van voedingsmiddelen en daarmee samenhangende activiteiten, dat afvalstoffen bevat, die door versnijdende of vermalende apparatuur zijn versneden of vermalen, wordt niet geloosd.* Beide bepalingen spreken dus impliciet over vaste afvalstoffen – vloeibare of opgeloste stoffen worden immers niet vermalen.

In de nota van toelichting bij het besluit [28] staan als belangrijkste redenen voor dit verbod vermeld (samenvatting):

- Lozing van voedselresten op de riolering via een vermaler staat haaks op de uitgangspunten van het Nederlandse beleid dat vast en nat afval gescheiden worden afgevoerd en verwerkt.
- De vermalen stoffen kunnen leiden tot verstopping, maar zorgen ook voor een ongewenste toename van organisch afval in het afvalwater. Met de lozing van vermalen voedselresten wordt het afvalwatersysteem extra belast, wat zal leiden tot een verhoging van de emissies via zowel overstorten als effluentlozingen.

Voor professionele keukens zijn er systemen op de markt die swill vermalen, het vaste materiaal afscheiden en opvangen, en de vrijgekomen waterfractie op het riool lozen. Het afscheiden van deeltjes gebeurt veelal met een centrifuge. Hoewel dat een efficiënte afscheidingstechniek is, is de afscheiding nooit 100%. Welke deeltjes wel en niet worden afgescheiden, en in welke mate, is afhankelijk van de gebruikte techniek en de precieze instellingen van het apparaat. In het Activiteitenbesluit is geen aanwijzing te vinden m.b.t. een eventuele toegestane deeltjesgrootte in de vloeibare fractie na ontwatering, de tekst is volledig gericht op de situatie van vermalen en lozen zonder ontwateringsstap.

Ten opzichte van de situatie waarbij zo veel mogelijk swill handmatig wordt verzameld en met behulp van containers wordt afgevoerd, leidt het lozen van de afgescheiden vloeibare fractie tot een extra belasting van het riool en de rwzi. Wanneer professionele keukens de resten anders vooral zouden afspoelen/afwassen is er qua geloosde vracht niet veel verschil te verwachten. Er zijn geen gegevens gevonden over hoeveel van deze apparaten in Nederland in gebruik zijn, en of er ontheffingen zijn verleend om deze te mogen gebruiken.

Bij een aantal verwerkingsmethoden voor gft en swill komt lekwater vrij. Hoeveel dat is, is sterk afhankelijk van de precieze lokale situatie. Het lekwater voldoet niet aan de eisen die aan compost gesteld worden, en moet op een adequate manier verwerkt en/of afgevoerd worden. Tijdens dit onderzoek is de afvoer via het riool naar voren gekomen als mogelijke route. Lekwater is normaliter sterk geconcentreerd, en lozing op het riool zorgt dus net als in de situatie met vermalen voedselresten voor een extra belasting. Een gedetailleerde analyse van de wetgeving op het gebied van lozingen op het riool van gft en swill of daarvan tijdens de verwerking vrijkomende stromen valt buiten het bereik van deze studie.

2.9 Biologisch afbreekbare plastics en andere materialen

Op de markt zijn verschillende soorten bioplastics en andere materialen verkrijgbaar die de aanduiding “biologisch afbreekbaar” hebben. De mate en snelheid van de biologische afbraak van materialen wordt bepaald door hun specifieke eigenschappen en de toegepaste verwerkingscondities. Niet alle bioplastics zijn biologisch afbreekbaar⁸ c.q. composteerbaar. Sommige materialen kunnen bij voldoende hoge temperaturen wel in een composteerinstallatie omgezet worden. Er blijft dan na de afbraak echter geen humus over. Volgens het LAP3 mogen afbreekbare bioplastics alleen gecomposteerd worden als ze zijn gebruikt zijn om gft in te zamelen. Dit omdat er in de Nederlandse praktijksituatie onvoldoende tijd is in de compostering om het materiaal helemaal af te breken. In dit rapport blijven zakjes, bakjes e.d. van bioplastic of andere afbreekbare materialen daarom buiten beschouwing (ook die met het kiemplantlogo).

⁸ Zie <http://www.hollandbioplastics.nl/wat-zijn-bioplastics>

2.10 Invasieve exoten

Er zijn (nog) geen wettelijke eisen m.b.t. de verwerking van gft en swill waarin resten van invasieve exoten⁹ aanwezig zijn. In dit rapport wordt daarom niet verder op deze thematiek ingegaan. Lokaal kan dit aspect wel een belangrijk aandachtspunt zijn. Het is voor verschillende exoten bewezen dat deze onder de juiste procescondities en met de juiste proces- en productcontrole onschadelijk kunnen worden gemaakt. Bij grootschalige compostering worden deze invasieve exoten afgedood. Sinds 1 september 2015 kunnen composteerbedrijven het certificaat 'erkende verwerker invasieve exoten' behalen [29, 30].

⁹ Zie o.a.: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/invasieve-exoten/eu-verordening-1143-2014-invasieve-exoten>

3. Basiskennis verwerkingsprocessen

De in dit rapport beschreven verwerkingsmethoden maken gebruik van verschillende biologische en niet-biologische processen en combinaties ervan. De processen hebben invloed op elkaar en op de gevormde producten, en hebben elk hun beperkingen en randvoorwaarden. In dit hoofdstuk wordt een beknopt overzicht gegeven van de processen en wat hun rol is in de verwerking van gft en swill.

3.1 Invloed van de aard en samenstelling van het ingaande materiaal

3.1.1 De invoer bepaalt de uitvoer

Wanneer hetzelfde afval door middel van verschillende verwerkingsmethoden wordt behandeld, zullen de producten logischerwijs verschillend zijn. Dat is het effect van de verschillende processen die worden toegepast. Omgekeerd leidt het verwerken van verschillende soorten afval door middel van dezelfde verwerkingsmethode ook tot verschillende producten. Bij het zoeken naar informatie over de verwerking van gft en keukenafval blijft dit laatste meestal onderbelicht. De samenstelling van de afvalstromen gft en swill kan per situatie sterk verschillen. Wijken met een heel andere bevolkingssamenstelling verschillen vaak ook in bijvoorbeeld hun dieet en tuininrichting, en in het swill van eetgelegenheden zijn de menuverschillen terug te zien. De producten van verschillende verwerkingslocaties die allemaal dezelfde verwerkingsmethode gebruiken kunnen dus heel andere eigenschappen hebben.

Hoe de verwerkingsprocessen precies zullen verlopen en wat het uiteindelijke product zal zijn wordt voor een groot deel bepaald door de aard en de samenstelling van het ingaande materiaal. Denk hierbij aan o.a. de hoeveelheid, het vochtgehalte, de deeltjesgrootte, gehalten aan stikstof, fosfor en organische stof en de aanwezigheid van pathogenen. Een methode die op de ene locatie naar volle tevredenheid werkt en een bruikbaar product oplevert, is niet per definitie geschikt voor een andere locatie.

3.1.2 Biologisch niet-afbreekbare materialen

Voor alle verwerkingsmethoden geldt dat invoermaterialen die biologisch niet afbreekbaar zijn, in het product terecht zullen komen. Hun aanwezigheid in de invoer is dan ook ongewenst. Ook sommige biologisch afbreekbare materialen kunnen ongewenst zijn, bijvoorbeeld omdat zij niet afbreken onder de specifieke condities die in een verwerkingsproces van toepassing zijn.

Grotere stukken ongewenst materiaal kunnen fysieke schade veroorzaken, denk bijvoorbeeld aan vroegtijdige slijtage aan een hakselaar als gevolg van de aanwezigheid van metalen bestek of harde schelpen en botten. In veel gevallen is het zeven van het product wel voldoende om dit soort grote stukken te verwijderen en zo het product schoon op te kunnen leveren.

Ongewenste materialen die tijdens de verwerking niet afgebroken worden maar wel uit elkaar vallen, zoals bepaalde soorten plastic, zullen leiden tot vervuiling van het product. Het product kan ook op andere manieren vervuild raken, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een giftige stof in het ingaande materiaal.

3.2 Biologische afbraak

Tijdens de biologische omzetting van organisch afval worden organische stoffen omgezet door micro-organismen: verschillende soorten bacteriën en schimmels. Er wordt bij de biologische omzettingen onderscheid gemaakt tussen aerobe afbraak (in de aanwezigheid van zuurstof) en anaerobe afbraak (in de afwezigheid van zuurstof). Composteren is een aerob proces¹⁰, vergisten en fermenteren zijn anaerobe processen.

De biologische afbreekbaarheid van het afval wordt beïnvloed door de aard van het materiaal en door de omstandigheden waaronder de afbraak plaatsvindt. Hierbij gaat het o.a. om de aan- of afwezigheid van zuurstof, de verblijftijd in het systeem, de vochtigheid, de temperatuur en de zuurgraad. Verschillende groepen micro-organismen zijn gespecialiseerd in verschillende omzettingen, en hebben hun eigen optimale condities waarbij zij actief (kunnen) zijn. Wanneer de condities niet geschikt zijn zullen de organismen het te verwerken materiaal niet goed kunnen afbreken. Ook zullen zij zich niet of minder goed vermenigvuldigen. Dit betekent dat een negatieve invloed van ongewenste procescondities niet meteen ongedaan wordt gemaakt door deze te corrigeren. De populatie micro-organismen moet zich eerst herstellen.

Bij een voldoende lange procestijd en goede condities zullen micro-organismen vrijwel alle afbreekbare organische stof omzetten, en blijven er niet-afbreekbare resten over. Wanneer er in het product nog organische stof over is, betekent dit dus dat deze niet afbreekbaar was onder de toegepaste condities. Het kan zijn dat er alleen nog stabiele verbindingen over zijn ("humus"), of dat de procescondities niet (meer) geschikt waren voor de groep micro-organismen die actief was.

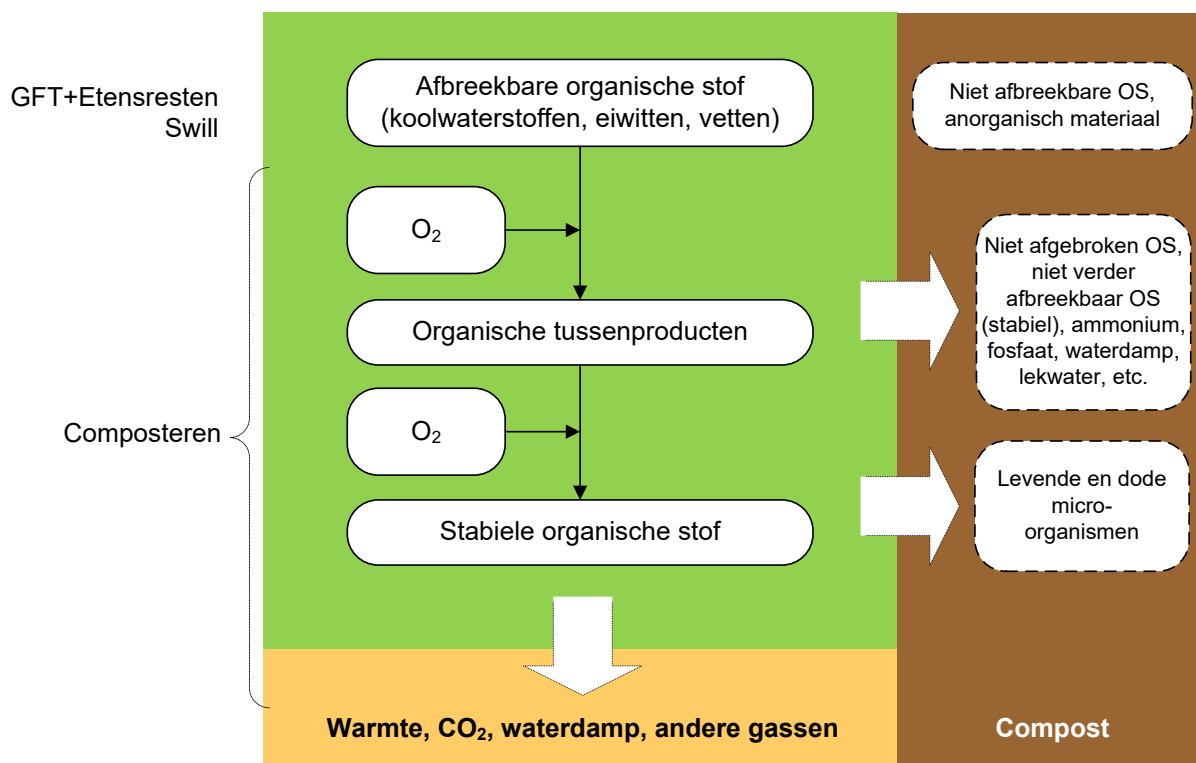
In het geval van een wormenbak spelen naast micro-organismen ook wormen een rol. Zij houden de structuur open en voeden zich met organisch materiaal, waaronder de producten van de microbiële omzettingen.

3.2.1 Aerobe omzettingen

Aerobe organismen maken gebruik van zuurstof om organisch materiaal af te breken. Hierbij wordt organisch materiaal omgezet in koolstofdioxide, nieuwe biomassa en water, en wordt warmte geproduceerd. Wanneer de omstandigheden goed zijn, gaat de aerobe afbraak zo snel dat er een sterke temperatuurstijging optreedt. Het geproduceerde CO₂ verdwijnt naar de lucht. Als gevolg van de aerobe afbraak verdwijnt er dus organische stof (OS) uit het materiaal.

Bij organische reststromen en meststoffen wordt het organische stofgehalte vaak uitgedrukt op basis van het gehalte aan droge stof (DS), bijvoorbeeld in gOS/kgDS. Het OS-gehalte neemt tijdens de compostering dus af. De compost is klaar wanneer er nog alleen nog moeilijk afbreekbaar OS in het materiaal over is, zodat de stabiliteitscriteria voor compost gehaald worden. Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van het aerobe composteringsproces en de daarin gevormde producten.

¹⁰ In de praktijk vinden in een composteringsinstallatie ook anaerobe omzettingen plaats. De menging is nooit ideaal waardoor er altijd zones in het materiaal zullen zijn waar de luchttoevoer onvoldoende is.



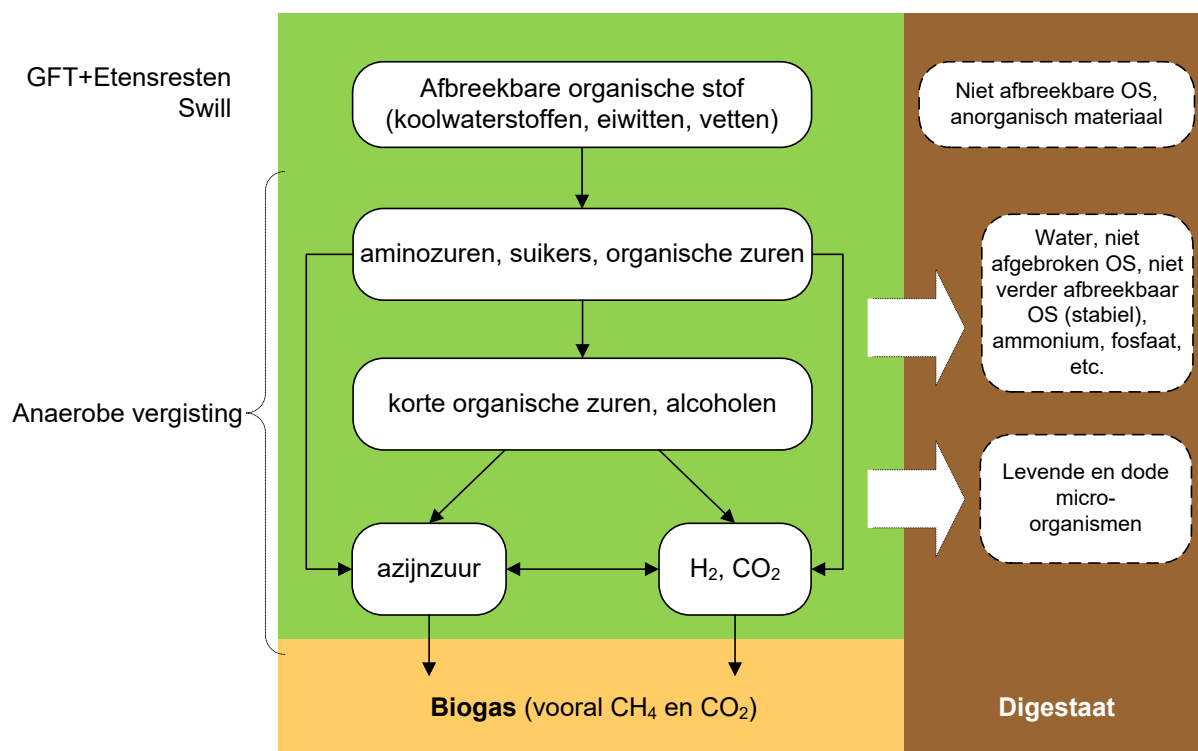
Figuur 2. Schematisch overzicht van compostering en de gevormde producten.

Nutriënten die onderdeel zijn van de organische stof worden tijdens de afbraak vrijgemaakt. Dit leidt tot emissie naar de lucht van bijvoorbeeld ammoniak. In welke mate emissie plaatsvindt hangt af van de precieze omstandigheden, bijvoorbeeld of er sprake is van geforceerde beluchting. Wanneer er onvoldoende zuurstoftoevoer is ontstaan er zuurstofloze zones in het materiaal, en zullen er ook anaerobe processen gaan optreden. Dit kan leiden tot emissie van de broeikasgassen methaan en N_2O .

Voor de aerobe compostering is het belangrijk dat de structuur van het te composteren materiaal voldoende open is zodat de lucht overal bij kan. Bij de compostering van etensresten en swill, of erg nat tuinafval zoals grote hoeveelheden gras, is het daarom belangrijk om voor een open structuur te zorgen, bijvoorbeeld door het toevoegen van houtsnippers. In een wormenbak spelen de wormen een grote rol in het openhouden van het materiaal.

3.2.2 Anaerobe omzettingen

Anaerobe processen, ook bekend als fermentatie en vergisting, vinden plaats in afwezigheid van zuurstof. Bij een volledige anaerobe afbraak wordt afbreekbaar organisch materiaal omgezet in biogas, een mengsel van CH_4 (methaangas) en CO_2 . De anaerobe omzettingen produceren vrijwel geen warmte, waardoor er normaliter geen temperatuurstijging is. Wanneer het invoermateriaal kouder is dan de gewenste procestemperatuur worden anaerobe reactoren (vergisters) daarom verwarmd. Figuur 3 geeft een schematisch overzicht van anaerobe vergistingsprocessen en de producten daarvan.



Figuur 3. Schematisch overzicht van anaerobe vergisting en de gevormde producten

De anaerobe omzettingen verlopen in vier verschillende fasen, die elk door verschillende groepen micro-organismen worden uitgevoerd. In een vergistingsinstallatie verlopen deze processen allemaal tegelijkertijd, waarbij de ene groep micro-organismen de producten van de andere omzet. De vier fasen zijn:

1. Complex organisch materiaal zoals gft en swill bestaat uit een mengsel van vetten, eiwitten en koolwaterstoffen. Het vaste materiaal wordt eerst door micro-organismen gehydrolyseerd ("opgeknipt" m.b.v. enzymen) tot opgeloste vetzuren, aminozuren en suikers.
2. De producten van de hydrolyse worden vervolgens microbiologisch verzuurd tot voornamelijk kortere vetzuren, alcoholen en andere organische zuren zoals melkzuur. Deze stoffen zijn goed beschikbaar en beter afbreekbaar voor biologische omzetting.
3. Een volgende groep organismen zet deze om tot o.a. azijnzuur, waterstof en CO₂.
4. Als laatste stap wordt hieruit door methanogene organismen methaangas (CH₄) gevormd, dat meestal circa 60-70% van het geproduceerde biogas uitmaakt. De rest van het biogas is vooral CO₂. Het biogas is een waardevolle energiebron. Net als bij compostering neemt tijdens anaerobe vergisting het OS-gehalte in het materiaal af.

Wanneer het vergistingsproces lang genoeg duurt wordt vrijwel alle afbreekbare stof omgezet en bevat het digestaat vooral stabiel organisch materiaal. Aan het eind van de vergisting neemt het gehalte aan afbreekbare componenten af, en dus ook de hoeveelheid biogas die gevormd wordt. In de praktijk worden vergisters (semi)continu gevoed, en worden ze zo ontworpen dat de doorvoer van materiaal - en dus de biogasproductie - maximaal is zonder het proces uit evenwicht te brengen. De consequentie is dat er nog resten afbreekbaar organisch materiaal in het digestaat aanwezig zullen zijn. In een nacompostering wordt dit alsnog omgezet tot een stabiel product.

Onder goede omstandigheden zijn de verschillende groepen micro-organismen op elkaar ingespeeld, hopen de verschillende tussenproducten zich niet op, en vindt er zo een efficiënte biogasproductie plaats. Wanneer de vergistingsprocessen uit evenwicht zijn, verloopt de keten aan processen niet optimaal en gaan tussenproducten zich ophopen. Omdat veel van de tussenproducten organische zuren zijn, verzuurt hierdoor de vergisterinhoud. Dit geeft remming van met name de methanogene organismen. Er wordt dan weinig of geen biogas geproduceerd, en uiteindelijk zullen organismen afsterven. De anaerobe vergisting van etensresten en swill is interessant: potentieel kan er veel biogas geproduceerd worden, omdat het zeer geconcentreerde en anaeroob goed afbreekbare reststromen zijn. Het stabiel bedrijven van een vergister op deze stromen is echter een uitdaging, door variaties in hoeveelheden en soorten afval is er een groot risico op verzuring.

Inkuilen en Bokashi zijn fermentatietechnieken waarbij met opzet wordt aangestuurd op onvolledige anaerobe omzetting: het doel is om zo snel zo veel organische zuren te produceren dat het materiaal te zuur wordt voor de meeste micro-organismen en daardoor niet verder omgezet wordt. Mits de omstandigheden anaeroob blijven kan verzuurd materiaal lang bewaard worden, denk bijvoorbeeld aan ingekuild veevoer en zuurkool. De organische stof wordt tijdens de fermentatie dus wel deels omgezet (in zuren), maar verdwijnt niet uit het materiaal en is beschikbaar voor verdere afbraak op het moment dat de condities daarvoor geschikt worden. Op het moment dat er zuurstof bij het verzuurde materiaal komt gaat de omzetting aerob verder. De producten van Bokashi en inkuilen zijn dus niet stabiel.

3.2.3 C/N-verhouding

Micro-organismen hebben voor hun stofwisseling een gebalanceerde voeding nodig. De verhouding tussen de hoeveelheden koolstof en stikstof, de zogenaamde C/N verhouding, is een belangrijke parameter. Stikstof is een onmisbare component van eiwitten. Bij een tekort aan N kunnen de micro-organismen niet voldoende groeien omdat zij geen nieuwe eiwitten kunnen aanmaken. Een te veel aan N leidt tot de vorming van NH_3 . Vanaf een bepaalde concentratie wordt dat toxisch voor de organismen. In beide gevallen verloopt de afbraak niet optimaal. Daarnaast kan de vorming van NH_3 geuroverlast geven. Het is dus belangrijk dat de hoeveelheid stikstof (N) en de hoeveelheid koolstof (C) in balans zijn. Etensresten en swill zijn relatief rijk aan N. Het toevoegen van bijvoorbeeld houtpellets aan het te verwerken mengsel helpt zowel voor het reguleren van het vochtgehalte als voor een betere C/N verhouding.

3.3 Vochtgehalte en droging

Het vochtgehalte van het materiaal is een erg belangrijke factor voor microbiologische omzettingen. Micro-organismen hebben een voldoende hoog vochtgehalte nodig om actief te kunnen zijn. Wanneer het materiaal te droog is zullen sommige organismen afsterven, en andere overgaan tot het vormen van sporen. Deze laatste worden dan weer actief als het vochtgehalte verbetert.

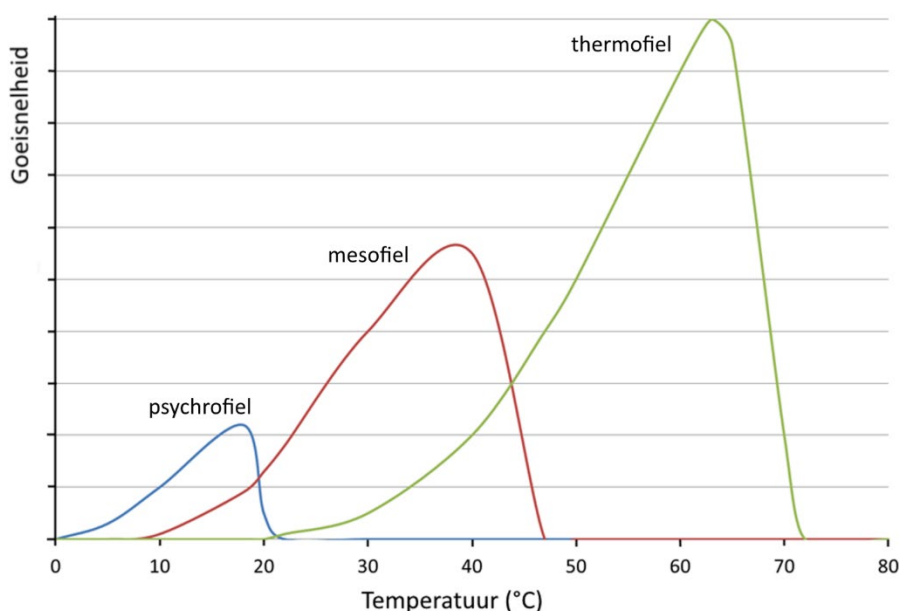
Wanneer het materiaal te nat is, kan dit verschillende problemen geven. Bij alle vormen van composteren wordt het dan moeilijk om voldoende lucht in het materiaal te krijgen, omdat de open ruimtes tussen het materiaal opgevuld raken met water. Er treedt dan anaerobe afbraak op (zie §3.2.2) waarbij geuroverlast kan optreden. Ook wordt er dan geen biologische warmte meer geproduceerd. In het geval van verwerking waarbij kunstmatig verwarmd wordt, kost het meer energie om nat materiaal op te warmen en het overtollige vocht te verdampen. Afhankelijk van de

methode ontstaat er uit nat materiaal ook meer lekwater, een vloeistof die hoge concentraties organische stoffen en nutriënten bevat. Lekwater uit (de verwerking van) gft en swill voldoet niet aan de eisen die aan compost gesteld worden, en heeft dus een afvalstatus. Het moet op een goede manier opgevangen, verwerkt of afgevoerd worden.

Een aantal verwerkingsmethoden maakt gebruik van droging als gevolg van kunstmatige beluchting en/of verwarming. Lucht wordt door het materiaal geblazen en de vochtige lucht wordt afgevoerd. Bij de verwerking van nat materiaal wordt vaak aangeraden om dit te mengen met een droge hulpstof zoals houtpellets of zaagsel. Tijdens een goed verlopende compostering treedt verhitting op en verdampt een deel van het vocht uit het materiaal, ook als er niet kunstmatig belucht wordt. Het materiaal kan ook te droog worden voor de micro-organismen, bijvoorbeeld doordat er te veel droge houtpellets zijn toegevoegd, of omdat er te veel water is verdampt. De biologische omzettingen zullen dan dus stoppen, tenzij er extra vocht wordt bijgemengd.

3.4 Temperatuur

De temperatuur is om meerdere redenen een belangrijke factor in de verwerking van organisch afval. In het algemeen geldt voor chemische reacties: hoe warmer hoe sneller. Dit is ook het geval bij de biochemische omzettingen door micro-organismen. De organismen zelf hebben echter een beperkt temperatuurgebied waarbinnen ze goed functioneren. Micro-organismen worden grofweg in drie groepen ingedeeld gebaseerd op hun optimale temperatuur: psychrofiële, mesofiele en thermofiele organismen. Figuur 4 is een schematisch overzicht van de temperatuurgebieden die algemeen worden aangehouden. Er zijn ook organismen die bij nog hogere temperaturen actief zijn, soms zelfs boven de 100°C. Deze worden hyperthermofiel genoemd.



Figuur 4. Temperatuurgebieden van psychrofiële, mesofiele en thermofiele micro-organismen. Bij lagere temperaturen zijn de organismen niet actief, bij te hoge temperaturen treedt afsterving op.

Wanneer de temperatuur lager is dan voor een organisme optimaal is, zal het in de meeste gevallen minder of niet actief zijn. Na een temperatuurstijging zal het dan weer gaan groeien. Het kost dan wel

tijd voor er (weer) voldoende organismen zijn om de gewenste afbraaksnelheid te krijgen. De activiteit neemt toe tot de optimumtemperatuur van de organismen is bereikt, en neemt daarna snel af. Al bij een paar graden boven het optimum sterven ze af.

3.5 Fysisch-chemische omzettingen/processen

Behalve biologische processen spelen ook fysische en chemische processen een rol. Voorbeelden hiervan zijn de verdamping van water, de vervluchtiging van ammoniak en vluchtige organische verbindingen, en het uitlogen of precipiteren (neerslaan tot een vaste stof) van mineralen. De biologische, chemische en fysische processen beïnvloeden elkaar en zijn afhankelijk van de precieze condities (temperatuur, vochtigheid, zuurgraad, etc.). Elk proces heeft hierbij eigen optimum.

3.6 Effectieve Organische Stof

Het organische stofgehalte (OS) in de agrarische bodems neemt af door het intensieve landgebruik en intensieve toepassing van kunstmest [31]. Daarom is er veel aandacht voor maatregelen om het OS gehalte in de bodem te verhogen via toepassing van organische meststoffen zoals compost en (vergiste) mest. Daarbij is van belang hoeveel OS uiteindelijk daadwerkelijk in de bodem aanwezig blijft. Dit wordt in het algemeen uitgedrukt als “Effectieve Organische Stof” (EOS) ook bekend onder de Engelse term “Effective Organic Matter” (EOM). EOS is de organische stof die één jaar na toepassing van het product nog steeds aanwezig is in de bodem [32]. De fractie die na een jaar achterblijft wordt ook uitgedrukt als de humificatiecoëfficiënt: de hoeveelheid stabiele organische stof die na een jaar overblijft, ten opzichte van de hoeveelheid organische stof in het verse uitgangsmateriaal.

De eigenschappen van het ingaande organische materiaal (o.a. de afbreekbaarheid) en de gebruikte verwerkingsmethode beïnvloeden de humificatiecoëfficiënt. Daarnaast is ook de aard van de ontvangende bodem van belang voor de uiteindelijk overblijvende EOS [33]. De humificatiecoëfficiënt en EOS verschillen dus per product en per bodem. Over het algemeen heeft compost een humificatiecoëfficiënt van 0.75-0.95 [33]. Voor andere producten zoals bijvoorbeeld wormencompost en Bokashi zijn nog geen algemene waarden bekend. In dit rapport worden daarom bij de verschillende verwerkingsmethoden geen EOS waarden gegeven.

4. Inventarisatie van methoden: leeswijzer

4.1 In dit rapport gebruikte begrippen

Gft en swill

In dit rapport wordt de benaming gft gebruikt voor organisch afval van huishoudens en swill voor niet-huishoudelijk organisch keukenafval. Zie ook §2.1.1 en §2.1.2.

Compost

Zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht, is compost de enige toegestane meststof die uit gft en swill wordt gemaakt. Bij de beoordeling van de verwerkingsmethoden is het dus belangrijk om na te gaan of het product valt onder de definitie van compost. In dit rapport wordt uitgegaan van de definitie voor compost zoals deze wordt gebruikt in het UBMW en het LAP3. Compost is:

- een product van de microbiële afbraak van één of meer organische afvalstoffen onder aerobe omstandigheden.
- homogeen en stabiel, er vindt alleen nog langzame afbraak van humeuze verbindingen plaats.
- eventueel gemengd met bodembestanddelen.
- vrij van dierlijke meststoffen
- niet verpompbaar.

Nacomposter

Nacomposter is de verdere aerobe afbraak van materialen die deels gecomposteerd zijn, maar nog niet voldoende stabiel. In de praktijk zijn ook de termen “rijpen” en “narijpen” in gebruik: het verder laten stabiliseren van al gecomposteerd materiaal. Omdat er geen strenge scheidlijn is aan te brengen tussen de twee begrippen, wordt in dit rapport alleen gesproken over nacomposter. Zie ook §2.4.3.

Hygiëniseren

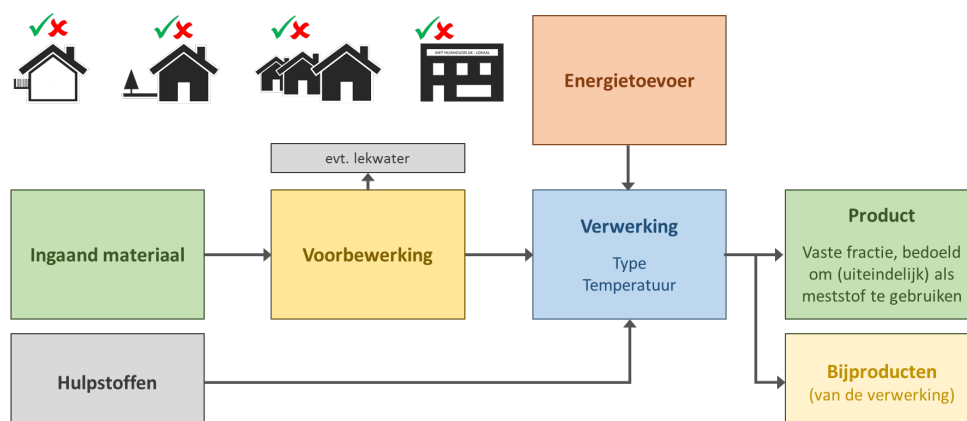
Tijdens het hygiëniseren worden materialen zodanig behandeld dat de eventueel daarin aanwezige ziekteverwekkende organismen in voldoende mate worden gedood of geïnactiveerd. Dit kan zowel voor, tijdens of na de verwerking plaatsvinden.

4.2 Opgenomen informatie

In Hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van de verwerkingsmethoden voor gft en swill. De selectie van de methoden is toegelicht in Hoofdstuk 1. De gepresenteerde informatie¹¹ is afkomstig uit een groot aantal verschillende bronnen, waaronder professionele en wetenschappelijke publicaties uit binnen- en buitenland, gesprekken en e-mailuitwisselingen met leveranciers, internetpagina's, brochures van producenten en de eigen expertise van LeAF en de leden van de begeleidingscommissie.

Voor alle methoden is een schematisch overzicht gegeven van de basiskenmerken, volgens onderstaand algemeen voorbeeld. Met symbolen is aangegeven of de methode geschikt is voor gebruik binnenshuis of op het balkon, buitenshuis, in een buurtcomposteringsproject en/of voor de verwerking van bedrijfsmatig geproduceerd keukenafval:

¹¹ De informatie in hoofdstuk 5 geeft de situatie van eind 2018 weer. Ontwikkelingen die zich na die tijd hebben voorgedaan konden niet in de rapportage worden verwerkt.



Van het product wordt op een aantal punten geëvalueerd of het voldoet aan de eisen die volgens de definitie in het UBMW en het LAP3 aan compost gesteld worden (zie §2.1.4). Ook wordt aangegeven of de verwerkingsmethode voldoet aan een aantal van de eisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. In de beoordeling wordt uitgegaan van de verwerking zoals deze in het schema is aangegeven, en van de uitvoering zoals deze zich in de meeste gevallen voor zal doen.

Composteisen-check		
Aerob proces	✓ ✗	Verbruikt het proces zuurstof?
Microbiële afbraak van OS	✓ ✗	Wordt de organische stof m.b.v. micro-organismen afgebroken?
Product is stabiel	✓ ✗	Is het product aerob stabiel?
Product is niet verpompbaar	✓ ✗	Is het product een (voldoende) vaste stof?
Product bevat geen dierlijke mest	✓ ✗	Is er geen dierlijke mest als invoer gebruikt?
Voldoet aan definitie van compost	✓ ✗	Voldoet het product aan de bovenstaande eisen?
Thermische isolatie	✓ ✗	Deze drie eigenschappen van een verwerkingsmethode geven aan in hoeverre deze mogelijk kan voldoen aan de temperatureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten.
Temperatuurmeting en -registratie	✓ ✗	
Uitgerust met verwarmingselement	✓ ✗	

Zoals toegelicht in §2.3 is het niet mogelijk om een hard oordeel te vellen over het wel of niet voldoen van een methode aan de eisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Methoden die op het eerste oog niet warm genoeg worden voor hygiënisering kunnen via een validatieprocedure wel erkend worden, terwijl een verwerking bij 70°C misschien op andere gebieden niet voldoet. Daarom is er voor gekozen om in de tabel een aantal fysieke eigenschappen op te nemen die invloed hebben op de temperatuur van het verwerkingsproces, in plaats van een specifieke temperatuur waaraan voldaan zou moeten worden. Of de samenstelling van het product voldoet aan de meststoffeneisen is niet opgenomen als indicator in de tabel, omdat dit voornamelijk wordt bepaald door de kwaliteit van de ingangsmaterialen. Denk bijvoorbeeld aan het gehalte zware metalen en andere verontreinigingen.

Per methode is de verzamelde informatie samengevat in een tabel (zie voorbeeld in Tabel 5). Tenzij expliciet in de tekst vermeld is de inhoud van de tabel gebaseerd op het in een normale situatie correct toepassen van de methode.

Tabel 5. Voorbeeld van de tabel die per verwerkingsmethode is ingevuld, met daarin toelichting over de gegeven informatie.

Naam van de verwerkingsmethode	
Leverancier in Nederland	Voorbeeld van een in Nederland actief bedrijf dat de methode levert. Geen uitputtend overzicht.
Producent (anders dan leverancier)	Producent (indien relevant).
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Opgave.
Aandachtspunten	Wat zijn aandachtspunten m.b.t. de ingaande materialen.
Risico op ongewenste materialen	Ja/Nee, beschrijving.
Hoe is dat te voorkomen?	Beschrijving.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Aandachtspunten.
Verkleinen	Ja/Nee, beschrijving.
Ontwateren	Ja/Nee, beschrijving.
Hulpstof	Ja/Nee, beschrijving.
Starter	Ja/Nee, beschrijving.
Proces	
Werkingsprincipe	Beknopte omschrijving van het proces.
Procescondities	Eisen aan pH, temperatuur, procestijd, vochtigheid, beluchting, etc.
Eisen aan het bedienen van de installatie	Ja/Nee, beschrijving.
Elektriciteitsverbruik	Ja/Nee, bijzonderheden.
Overlast	Ja/Nee, beschrijving.
Product	
Soort materiaal	Compost of een tussenproduct. Evt. beschrijving.
Aandachtspunten	Ja/Nee, beschrijving.
Stabiliteit	Beschrijving.
Gebruik	Beschrijving.
Regelgeving en beleid. Uitgangspunt: huidige situatie.	
LAP3	Beschrijving.
VDBP/NVWA	Beschrijving.
Meststoffenwet	Beschrijving.
Maatschappij en circulaire economie ¹²	
Product	Of het product direct op de bodem kan worden toegepast.
Methode	Of de methode o.a. motiverend is voor afvalscheiding.

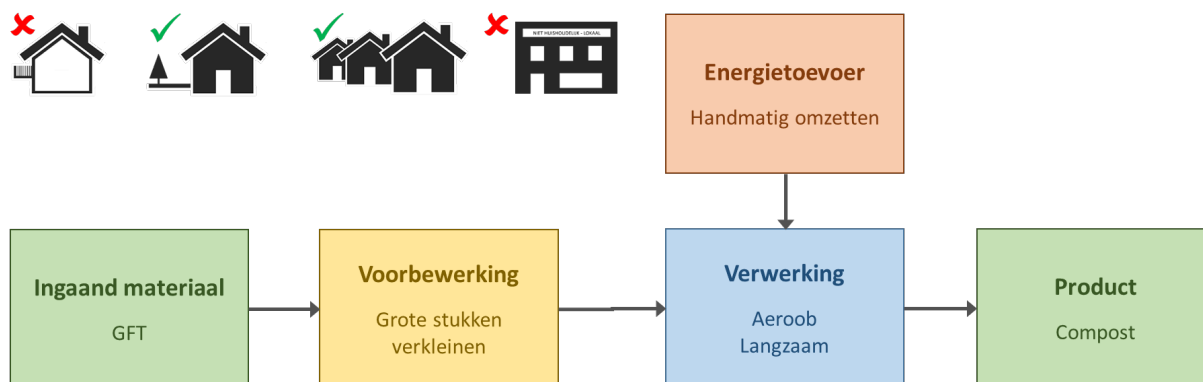
Voor alle systemen geldt een “basisregel” die niet in de tabellen is beschreven: vervuilingen zoals plastic, metaal e.d. dienen uit het invoermateriaal gehaald te worden. Dat is beter voor het functioneren van de verwerking en voor de kwaliteit van het product. Aspecten van de invoermaterialen die methode-specifiek zijn worden wel beschreven. Een ander algemeen aspect van het werken met bederfelijk afval zoals gft en swill is dat er altijd risico is op geuroverlast als er niet goed met het materiaal wordt omgegaan. Dat betreft niet alleen de verwerking maar ook het transport en de opslag van het materiaal.

¹² De evaluatie van de bijdrage aan de circulaire economie beperkt zich hier tot het stimuleren van de gescheiden inzameling van gft en swill en het gebruik van producten uit de verwerking hiervan als meststof. Andere aspecten, zoals milieugevolgen en het doelmatig beheer van afvalstoffen, blijven buiten beschouwing.

5. Methoden voor kleinschalige verwerking van gft en swill

5.1 Open composthoop of -kooi

In een open composthoop of compostkooi wordt het te verwerken materiaal op één plaats samengebracht zonder het af te dekken. Composteren in een open systeem kan gedaan worden op huishoud- en op buurtniveau.



Composteisen-check	
Aerob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✓
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✓
Thermische isolatie	✗
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

Bij optimaal gebruik en voldoende lange omzetting.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.



Figuur 5. Voorbeelden van verschillende uitvoeringen van open compostbakken (v.l.n.r.: [34-37]).

Composteren in open systeem ("composthoop")	
Leverancier in Nederland	Zelf te maken Te koop bij tuincentra, grote internetwinkels, etc.
Producent (anders dan leverancier)	n.v.t.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Uit hygiënisch oogpunt zouden er geen etensresten in een open composthoop verwerkt moeten worden: de procestemperatuur kan niet geregeld worden en stijgt in de meeste gevallen niet voldoende, bij regenval wordt lekwater gevormd en ongedierte heeft vrij toegang. - Door seizoensinvloeden is er grote variatie in de temperatuur en in de samenstelling van het gft. - Bij een groot aandeel van natter materiaal zoals etensresten en gras in de invoer is het gebruik van een droge hulpstof (zaagsel, houtpellets, o.i.d.) noodzakelijk.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen verwerkt worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Grote stukken zoals takken en groentestronken verkleinen.
Ontwateren	Nat materiaal uit laten lekken.
Hulpstof	Nee, tenzij er voornamelijk nat materiaal verwerkt wordt. Dan is het nodig een droge houtige hulpstof te gebruiken.
Starter	Nee (eventueel compost uit de voorlopende hoop)
Proces	
Werkingsprincipe	De omzetting van organisch materiaal door micro-organismen in de aanwezigheid van zuurstof. Het is een langzaam proces dat afhankelijk van de precieze procesomstandigheden een half jaar of langer kan duren. Onder optimale omstandigheden, inclusief intensief beheer, zou het korter kunnen duren.
Procescondities	Niet goed te beïnvloeden, temperatuur en vochtigheid worden beïnvloed door de weersomstandigheden. Kortere procestijden bij vaker omzetten vanwege de betere beluchting.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Weinig. Afhankelijk van persoonlijke voorkeuren wordt het materiaal vaker of minder vaak omgezet. Bij minder vaak omzetten zal het proces langer duren. Bij het gebruik van één hoop is het moeilijk om het gecomposteerde materiaal eruit te halen zonder dit te mengen met vers materiaal. Het is aan te raden om minimaal twee korven/kooien/hopen te gebruiken, en de eerste pas te legen op het moment dat de tweede vol is zodat de compost zo lang mogelijk kan rijpen.
Elektriciteitsverbruik	Geen
Overlast	Afhankelijk van ingaande materialen en precieze locatie. Bij correct gebruik geen overlast. Etensresten kunnen wel makkelijk tot overlast leiden (geur, ongedierte...) omdat het systeem volledig open is. Bij hevige regenval kan lekwater ontstaan. Afhankelijk van de ondergrond zal dit infiltreren in de bodem of wegstromen.

Product	
Soort materiaal	Compost.
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Kwaliteit kan niet gegarandeerd worden: er zijn seizoensinvloeden (temperatuur, neerslag, variatie ingaand materiaal) - Het proces moet lang genoeg hebben geduurd om een volledig gecomposteerd product op te leveren.
Stabiliteit	Wanneer de compost lang genoeg heeft gerijpt is deze stabiel.
Gebruik	Als compost.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen van de VDBP. De temperatuur wordt niet hoog genoeg, of niet gedurende een voldoende lange tijd in al het materiaal. Om te kunnen voldoen aan de VDBP zou voor- of achteraf gehygiëniseerd moeten worden en aan de andere betreffende eisen voldaan moeten worden (zie §2.3). Geen NVWA-erkenning nodig voor toepassing bij particulieren.
Meststoffenwetgeving	Voldoet aan de definitie van compost. De samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en circulaire economie	
Product	Directe bijdrage aan de circulaire economie: de compost kan op de bodem worden toegepast.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Mogelijk positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

Werking en gebruik

Open compostsystemen variëren van een losse hoop op de bodem tot een open kooi van gaas, houten planken of ander bouw materiaal om het afval op één plek te houden. De weerscondities beïnvloeden de temperatuur en de vochtigheid. Bij regenval ontstaat lekwater. In de meeste gevallen verloopt het proces langzaam, procestijden van een half jaar of langer zijn geen uitzondering. Het is te versnellen door het materiaal frequent om te werken en te zorgen voor voldoende structuurmateriaal om de luchttoevoer te verbeteren.

Hygiëniseren

Bij het composteren van goed afbreekbaar materiaal in een open composthoop kan het middenin gaan broeien waardoor de temperatuur oploopt. De warmte verspreidt zich echter niet gelijkmatig, waardoor niet al het materiaal warm genoeg wordt om te kunnen spreken van hygiënisatie. Ook worden niet altijd hoge temperaturen bereikt en heeft de buitentemperatuur veel invloed waardoor de variatie groot is. Open systemen zijn daardoor niet geschikt voor de verwerking van etensresten. Andere redenen om geen etensresten te verwerken zijn de eenvoudige toegang van ongedierte tot het materiaal en mogelijke geuroverlast.

Product

Wanneer er lang genoeg gecomposteerd wordt zal het product van een open composthoop stabiel zijn. Hoe lang dit duurt is afhankelijk van het ingangsmateriaal, hoe vaak er omgewerkt wordt en van de weercondities. Het is aan te raden om altijd meerdere composthopen of -kooien naast elkaar te gebruiken, zodat de compost in de volle kooi verder kan rijpen terwijl de volgende hoop gevuld wordt. Tijdens het rijpen zal bij regenval nog steeds lekwater ontstaan.

Bediening en onderhoud

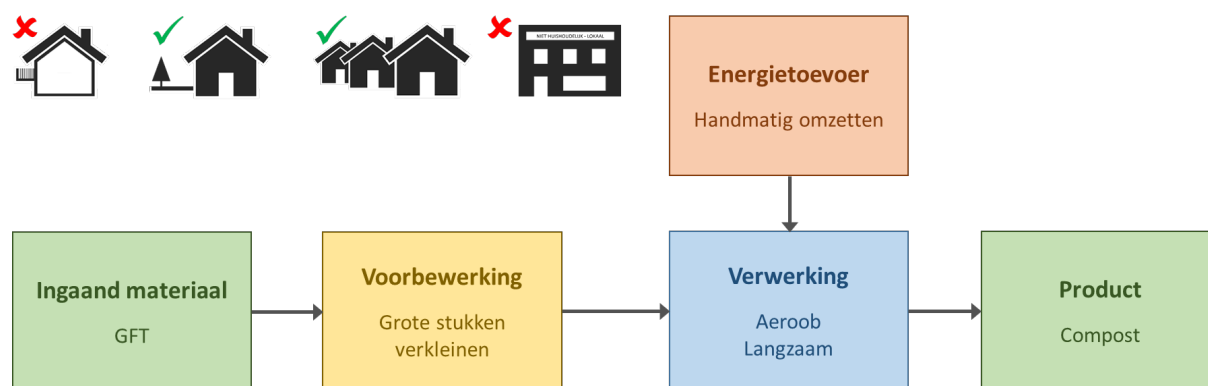
Een open systeem wordt met regelmaat gevoed en omgewerkt. Het omwerken van compost is relatief zwaar werk, afhankelijk van de hoeveelheid en het fysieke ontwerp van de kooi. Schade aan de kooi wordt gerepareerd. Voldoende gerijpte compost wordt er uitgescheept en als meststof gebruikt, zodat opnieuw met vullen kan worden begonnen.

Circulaire economie en maatschappij

Open composteersystemen worden door particulieren en in parken en dergelijke gebruikt voor de verwerking van gft en tuinafval. Na voldoende lange rijping is de compost stabiel, en kan deze op de bodem worden toegepast. Dat is motiverend voor het gescheiden houden van gft en tuinafval. Een open composthoop oogt heel natuurlijk, en het is goed te zien hoe afval omgezet wordt in compost.

5.2 Compostvat

Een compostvat heeft dichte wanden en wordt afgesloten met een deksel. Composteren in een compostvat is geschikt voor de verwerking van gft op huishoud- en buurtniveau. Het is niet geschikt voor binnenshuis of op het balkon.



Composteisen-check	
Aeroob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✓
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✓
Thermische isolatie	✗ ✓
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

Bij optimaal gebruik en voldoende lange omzetting.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Er bestaan geïsoleerde compostvaten.



Figuur 6. Voorbeelden van gesloten compostvaten [38-42]

Composteren in semi-gesloten bak ("compostvat")	
Leverancier in Nederland	Te koop bij tuincentra, grote internetwinkels, etc.
Producent (anders dan leverancier)	n.v.t.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Uit hygiënisch oogpunt zouden er geen etensresten in een compostvat verwerkt moeten worden: de procestemperatuur kan niet geregeld worden en stijgt in de meeste gevallen niet voldoende. Afhankelijk van de uitvoering kan ongedierte toegang hebben. - Door seizoensinvloeden is er grote variatie in de temperatuur en in de samenstelling van het gft. - Bij een groot aandeel van natter materiaal zoals etensresten en gras in de invoer is het gebruik van een droge hulpstof (zaagsel, houtpellets, o.i.d.) noodzakelijk.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen verwerkt worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Grote stukken zoals takken en groentestronken verkleinen.
Ontwateren	Nat materiaal uit laten lekken.
Hulpstof	Nee, tenzij er voornamelijk nat materiaal verwerkt wordt. Dan is het nodig een droge houtige hulpstof te gebruiken.
Starter	Nee (eventueel compost uit de voorlopende hoop)
Proces	
Werkingsprincipe	De omzetting van organisch materiaal door micro-organismen in de aanwezigheid van zuurstof. Het is een langzaam proces dat afhankelijk van de precieze procesomstandigheden een half jaar of langer kan duren. Onder optimale omstandigheden, inclusief intensief beheer, zou het korter kunnen duren.
Procescondities	Niet goed te beïnvloeden. Wel kortere procestijden bij vaker omzetten, alleen is dit in een compostvat moeilijk uitvoerbaar. Omdat het een gesloten systeem is kan de zuurstoftoevoer een probleem zijn. Daar

	staat tegenover dat de vochtigheid van het materiaal minder afhankelijk is van de weersomstandigheden.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Weinig. Zorgen voor voldoende structuurmateriaal zodat de lucht overal kan komen. Afhankelijk van persoonlijke voorkeuren wordt het materiaal vaker of minder vaak omgezet. Vaak omzetten zou de zuurstoftoevoer bevorderen waardoor het proces minder lang duurt, maar daardoor wordt ook nieuw en oud materiaal gemengd waardoor het oogsten lastiger is. De compost wordt bij het gebruik van een enkel vat aan de onderkant geoogst. Het is aan te raden om twee vaten te gebruiken en de eerste pas te legen op het moment dat de tweede vol is, zodat de compost zo lang mogelijk kan rijpen. Dat vraagt wel een extra investering qua kosten en ruimtebeslag.
Elektriciteitsverbruik	Geen
Overlast	Afhankelijk van ingaande materialen en precieze locatie. Bij correct gebruik geen overlast. Etenresresten kunnen overlast geven (geur, ongedierte...).
Product	
Soort materiaal	Compost.
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Kwaliteit kan niet gegarandeerd worden: er zijn seizoensinvloeden (temperatuur, neerslag, variatie ingaand materiaal) - Het proces moet lang genoeg hebben geduurd om een volledig gecomposteerd product op te leveren.
Stabiliteit	Wanneer de compost lang genoeg heeft gerijpt is deze stabiel.
Gebruik	Als compost.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen van de VDBP. De temperatuur wordt niet hoog genoeg, of niet gedurende een voldoende lange tijd in al het materiaal. Om te kunnen voldoen aan de VDBP zou voor- of achteraf gehygiëniseerd moeten worden en aan de andere betreffende eisen voldaan moeten worden (zie §2.3). Geen NVWA-erkenning nodig voor toepassing bij particulieren.
Meststoffenwetgeving	Voldoet aan de definitie van compost. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Directe bijdrage aan de CE: de compost kan op de bodem worden toegepast.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Mogelijk positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

Naast de eenvoudige compostvaten zijn er ook varianten met technische aanpassingen die gericht zijn op een betere beluchting of bedieningsgemak. Deze zijn niet als aparte categorie opgenomen, de werking is in principe vergelijkbaar met die van de standaard compostvaten. Ook is niet voldoende informatie gevonden om te kunnen vaststellen of de verschillende soorten aanpassingen inderdaad een beter composteerproces en/of meer bedieningsgemak opleveren.

Werking en gebruik

Deze vorm van composteren is geschikt voor het composteren van gft. Compostvaten worden in verschillende uitvoeringen verkocht. De meeste zijn van kunststof en van boven afgesloten met een deksel. Om afval te voeden wordt de deksel losgehaald of opengedaan. Doordat regenwater buitengehouden wordt zal er minder lekwater gevormd worden dan bij een open systeem, alleen door vocht uit het ingaande materiaal. Afhankelijk van de materiaalkeuze, eventuele isolatie en plaatsing zal de buitentemperatuur meer of minder invloed hebben op de procestemperatuur. In de meeste gevallen verloopt het proces langzaam, net als in een open hoop of kooi. 's Winters kan de temperatuur in een gesloten compostvat wat hoger blijven, waardoor het proces dan relatief beter verloopt. Daar staat tegenover dat het omzetten van het materiaal in een vat lastiger gaat.

Hygiëniseren

Bij het composteren van goed afbreekbaar materiaal in een compostvat kan het middenin gaan broeien waardoor de temperatuur oploopt. De warmte verspreidt zich echter niet gelijkmatig, waardoor niet al het materiaal warm genoeg wordt om te kunnen spreken van hygiënisatie. Ook worden niet altijd hoge temperaturen bereikt en is er invloed van de buitentemperatuur. Compostvaten zijn daardoor niet geschikt voor de verwerking van etensresten.

Product

Wanneer er lang genoeg gecomposteerd wordt zal het product van een gesloten compostvat stabiel zijn. Hoe lang dit duurt is afhankelijk van het ingangsmateriaal, hoe vaak er omgezet wordt en van de weerscondities. Het is aan te raden om altijd meerdere compostvaten naast elkaar te gebruiken, zodat de compost in het volle vat verder kan rijpen terwijl het volgende vat gevuld wordt.

Bediening en onderhoud

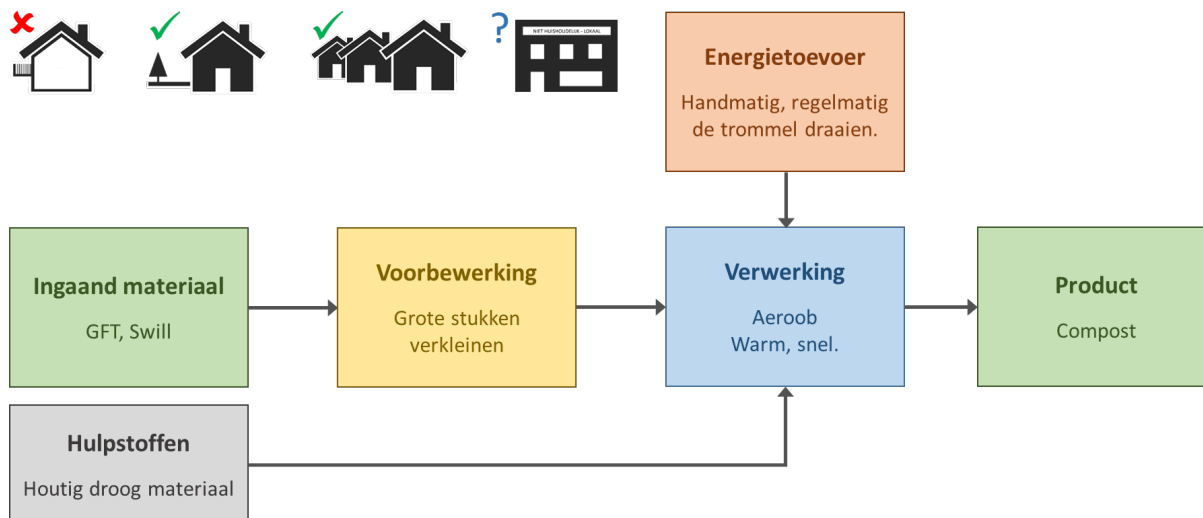
Een compostvat wordt met regelmaat gevoed. De compostering is te versnellen door frequent om te zetten en te zorgen voor voldoende structuurmateriaal om de luchttoevoer te verbeteren. Het omzetten van compost is relatief zwaar werk en de vorm van het compostvat maakt het moeilijk om dit eenvoudig te doen. In de meeste gevallen wordt alleen de bovenste laag omgeschept, of helemaal niet. Bij het gebruik van een enkel vat wordt de voldoende gerijpte compost aan de onderkant geogst, waarna de inhoud zakt en er bovenin nieuw materiaal kan worden toegevoegd.

Circulaire economie en maatschappij

Gesloten compostvaten worden door particulieren en in parken en dergelijke gebruikt voor de verwerking van gft en tuinafval. Na voldoende lange rijping is de compost stabiel, en kan deze op de bodem worden toegepast. Dat is motiverend voor het gescheiden houden van gft en tuinafval. Het materiaal wordt niet voldoende gehygiëniseerd, waardoor deze methode niet geschikt is voor de verwerking van etensresten.

5.3 Compostmolen

In compostmolens wordt gft gecomposteerd in een gesloten trommel die periodiek handmatig wordt rondgedraaid. Hierdoor wordt het materiaal gemengd en belucht. Door het frequent mengen en beluchten gaat het proces sneller dan in een composthoop, -kooi of -vat. Compostmolens zijn geschikt voor gebruik op een groter balkon, in tuin of schuur en mogelijk ook voor restaurants.



Composteisen-check	
Aerob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✓
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✓
Thermische isolatie	✓ ✗
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

Bij optimaal gebruik en voldoende lange omzetting.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Afhankelijk van het merk/model.

Eventueel zelf aan te brengen.



Figuur 7. Voorbeelden van compostmolens [43-45].

Composteren in gesloten draaiende trommel (“compostmolen”)	
Bronnen: [46-48]	
Leverancier in Nederland	Ecocycle (drie varianten van Joracompost), Merkloze varianten bij verschillende internetwinkels.
Producent (anders dan leverancier)	(voorbeeld) https://joraform.se
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft Swill Hulpstof (droog, houtig)
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Compostmolens worden op de markt gebracht met de bedoeling om er etensresten in te verwerken. Uit hygiënisch oogpunt is het echter beter om geen dierlijke resten te verwerken, hoge temperaturen kunnen niet gegarandeerd worden. - Door seizoensinvloeden is er grote variatie in de samenstelling van het ingangsmateriaal, vooral de verhouding tussen de hoeveelheden tuinafval en etensresten. - Bij de verwerking van natter afval zoals etensresten en swill is het noodzakelijk om een droge hulpstof (zaagsel, houtpellets, o.i.d.) te gebruiken.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen verwerkt worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Ja.
Ontwateren	Nat materiaal uit laten lekken.
Hulpstof	Afhankelijk van de vochtigheid en samenstelling van het ingaande materiaal moet er een hoeveelheid houtpellets, -snippers of –zaagsel toegevoegd worden. Bij de verwerking van alleen keukenafval/swill is het noodzakelijk om een hulpstof te gebruiken. Etensresten bevatten relatief veel stikstof, de hulpstof verbetert ook de C/N-verhouding (zie §3.2.3). Jora raadt de volgende verhoudingen aan: 10% houtpellets of 30% zaagsel in het te composteren mengsel [46]. Alternatief: kokosvezel. Afgeraden: houtsnippers of stukken takken, deze vergaan niet snel genoeg en absorberen geen vocht.
Starter	Bij het eerste gebruik is het aan te raden om te starten met een hoeveelheid compost. Daarna is het voldoende om bij het legen steeds een restje in de trommel laten.
Proces	
Werkingsprincipe	De omzetting van organisch materiaal door micro-organismen in de aanwezigheid van zuurstof. Menging en beluchting door handmatig draaien van de trommel.
Procescondities	Niet goed te beïnvloeden, bij lagere buitentemperatuur zal het nodig zijn om een langere procestijd te hanteren. Bij correct gebruik van hulpstoffen en voldoende frequent draaien zal de trommelinhoud warm worden. Geïsoleerde modellen kunnen temperaturen bereiken

	waarbij hygiënisering optreedt. De trommels zijn niet standaard uitgerust met een thermometer en temperatuurregistratie, dit is eventueel wel zelf aan te brengen.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	<ul style="list-style-type: none"> - Harde ondergrond, liefst beschut (schutting, struiken, evt. afdak) om het effect van zeer koude wind in de winter te verminderen. Niet-waterdichte modellen altijd onder een afdak plaatsen. - Regelmatig kleine hoeveelheden voeden, dagelijks of elke twee dagen. Zo dicht mogelijk bij de keuken plaatsen zodat de afstand geen belemmering is voor het dagelijks gebruik. - Minimaal eenmaal daags draaien. - Vochtigheid in de gaten houden en zo nodig droog of nat materiaal bijvoeden. - Altijd voldoende structuurmateriaal en/of hulpstoffen toevoegen. - In geïsoleerde compostmolens wordt de warmte vastgehouden. De procestemperatuur zal echter altijd fluctueren in de tijd, door de variërende buitentemperatuur en omdat als gevolg van variatie in het inputmateriaal het proces niet steeds hetzelfde verloopt. - Bij correct gebruik kan elke 4-6 weken compost worden geoogst. Afhankelijk van variaties in het invoermateriaal, de draaifrequentie en de weersomstandigheden zullen deze tijden aangepast moeten worden om volledig gecomposteerd materiaal op te leveren. - Luchtgaten regelmatig nakijken en zo nodig schoonmaken.
Elektriciteitsverbruik	Geen
Overlast	Afhankelijk van ingaande materialen en precieze locatie. Bij correct gebruik geen overlast. Ongewenste materialen kunnen overlast geven bij het openen van de trommel (vliegen, geur,...)
Product	
Soort materiaal	Compost.
Aandachtspunten	De kwaliteit kan niet gegarandeerd worden: er zijn seizoensinvloeden (temperatuur, variatie ingaand materiaal).
Stabiliteit	Bij correct gebruik en voldoende lange rijping is de compost stabiel.
Gebruik	Als compost.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen van de VDBP. De temperatuur kan wel hoog genoeg oplopen maar het is niet te garanderen dat dit altijd gebeurt, en gedurende een voldoende lange tijd in al het materiaal. Om te kunnen voldoen aan de VDBP zou voor- of achteraf gehygiëniseerd moeten worden en aan de andere betreffende eisen voldaan moeten worden (zie §2.3). Geen NVWA-erkenning nodig voor toepassing bij particulieren.
Meststoffenwet	Voldoet aan de definitie van compost. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Directe bijdrage aan de CE: de compost kan op de bodem worden toegepast.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Mogelijk positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

Werking en gebruik

Er bestaan verschillende soorten compostmolens, variërend in schaal en uitvoering: met één of twee trommels, geïsoleerd of niet geïsoleerd, met zwengel of zonder. Men brengt het ingangsmateriaal in de trommel, en draait deze een aantal keren rond. Grote stukken moeten eerst verkleind worden. Het meest efficiënt zijn de geïsoleerde systemen met twee trommels, waarbij één trommel gevoed wordt terwijl de compost in de tweede rijpt. Bij een twee-trommelsysteem zou het 3-4 weken moeten duren voor een trommel gevuld is, en het materiaal rijpt dan dus gedurende zo'n zelfde periode. Voor een goed proces is het belangrijk om niet te veel tegelijk te voeden, en regelmatig te draaien. Wanneer vochtig afval wordt verwerkt moet er voldoende droge hulpstof (bijvoorbeeld zaagsel of houtpellets) toegevoegd worden voor een goede compostering, en om de vorming van lekwater en mogelijke geuroverlast tegen te gaan [49].

Bediening en onderhoud

Compostmolens zijn eenvoudig te bedienen en vergen weinig onderhoud. Alleen de ventilatiegaten moeten regelmatig worden nagekeken en zo nodig worden vrijgemaakt. De leveranciers geven richtlijnen voor soorten en hoeveelheden hulpstof die gebruikt moeten worden, die op basis van eigen ervaring kunnen worden aangepast. Het draaien van de trommel kan zwaar zijn, afhankelijk van het type en hoe vol deze is. Wanneer onvoldoende droge hulpstof wordt gebruikt kan er lekwater ontstaan, dat onder uit de trommel loopt. Bij gebruik binnen is het dan ook aan te raden om een lekbak onder het apparaat te zetten. Niet alle modellen zijn waterdicht, bij gebruik buiten is het dan aan te raden om de compostmolen onder een afdak te zetten. De Vlaco heeft in 2011 de Jora JK125 compostmolen geprobeerd. Het was niet zo eenvoudig om de instructies precies te volgen, en de compost leek na 12 weken toch nog niet helemaal rijp. Wel vond men het een veelbelovende methode [50].

Hygiëniseren

Fabrikant Jora stelt dat de JK125-270-400 compostmolens geschikt zijn voor de verwerking van dierlijke resten, omdat de temperatuur kan oplopen tot boven de 70°C [47], voldoende om te hygiëniseren. Om een hoge temperatuur te houden is het van belang om dagelijks te voeden, voldoende vaak te draaien, en de goede hoeveelheid hulpstof te gebruiken. De temperatuur kan echter niet gegarandeerd worden, en wordt niet gemeten en geregistreerd. Eventueel zouden de trommels door de gebruiker uitgerust kunnen worden met een thermometer en de temperatuur geregistreerd worden. In een niet-geïsoleerde compostmolen zullen hoge temperaturen niet standaard bereikt kunnen worden.

Product

Om te oogsten wordt een bak onder de compostmolen gezet en wordt deze zo gedraaid dat de opening naar onderen wijst. Na het openen van de deksel kan het product eenvoudig de bak in worden geschepd [49]. Volgens opgave van Joraform wordt in een goed bedreven geïsoleerde compostmolen volledig gerijpte compost geproduceerd [48]. Er zijn echter geen stabiliteitsmetingen gevonden.

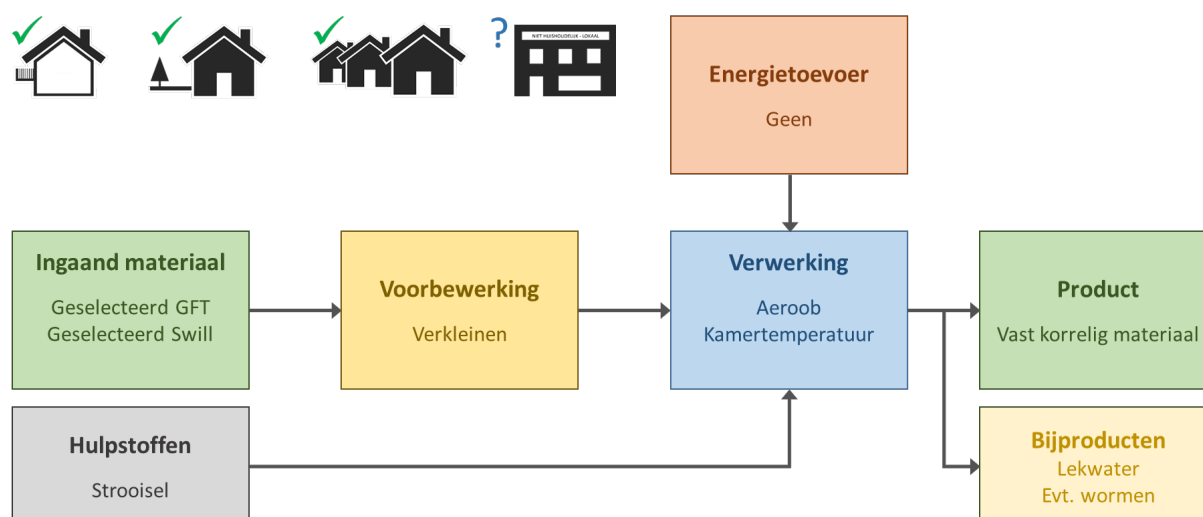
Circulaire economie en maatschappij

Compostmolens kunnen door o.a. particulieren en buurtcomposteringsprojecten gebruikt worden voor de verwerking van gft. Na voldoende lange verwerking - bij correct gebruik van een geïsoleerde compostmolen is dit circa 3 maanden - is de compost stabiel, en kan deze op de bodem worden toegepast. Dat is motiverend voor het gescheiden houden van gft. In principe zijn de compostmolens technisch gezien ook geschikt voor gebruik door bijvoorbeeld restaurants. Het gebruiken van de juiste

hoeveelheden hulpstof vergt wel aandacht. Het is daarnaast de vraag waar de geproduceerde compost gebruikt kan worden.

5.4 Wormenbak

Het laten omzetten van organisch afval door wormen wordt meestal wormencompostering of vermicompostering genoemd. Geselecteerde gft en swill worden gevoed aan een bak met daarin zogenaamde compostwormen en strooisel. Het vaste eindproduct bestaat voornamelijk uit wormenuitwerpselen met daarin nog resten niet-opgegeten (gedeeltelijk) gecomposteerd materiaal. Uitwerpselen van wormen worden officieel gezien als dierlijke mest, waardoor het product van een wormenbak waarin gft of swill wordt verwerkt geen compost is en een afvalstatus heeft (zie §2.6). Omdat de methode in de praktijk wordt toegepast en steeds populairder wordt is hij wel opgenomen in dit overzicht. Technisch gezien is wormencompostering geschikt voor binnen- en buitenshuis, op huishoud- en buurtschaal.



Composteisen-check (vast product)	
Aeroob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✓
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✗
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✗
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

Bij optimaal gebruik en voldoende lange omzetting.

Het product heeft een afvalstatus die (nog) niet op te heffen is.



Figuur 8. Voorbeelden van wormenbakken (v.l.n.r.) Opstart (toevoegen van wormen) [51], toren van ronde bakken [52] en inhoud van verschillende bakken [53].

Wormencompostering	
Leverancier in Nederland	Zelf te maken Allerlei varianten te koop bij tuincentra, grote internetwinkels, etc.
Producent (anders dan leverancier)	(voorbeeld) www.balkonton.nl , www.billiebin.com
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Geselecteerd plantaardig gft en swill. Sommige soorten afval worden slecht verdragen door de wormen (o.a. citrus), houtig materiaal wordt niet of maar heel traag omgezet.
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Het materiaal mag niet te nat zijn, dan treedt fermentatie op en kunnen de wormen dood gaan. - Sommige materialen zijn niet geschikt voor een wormenbak, omdat ze ongedierte aantrekken, niet goed verdragen worden door de wormen of onaangename geur kunnen veroorzaken. - De bak moet uit de zon staan. Wormen kunnen een te hoge temperatuur (>~35°C, warme zomers) niet overleven. Lagere temperaturen zijn minder problematisch.
Risico op ongewenste materialen	Aanwezig. Het afval moet goed gesorteerd worden. Alles wat niet naar de wormenbak gaat zal op een andere manier afgevoerd moeten worden. Het kan dan aantrekkelijk zijn om de instructies wat breder te interpreteren.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting. Mensen die deze methode willen gebruiken zullen over het algemeen redelijk goed geïnformeerd zijn, en gemotiveerd zijn om het goed te doen.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Ja. Hoe kleiner de stukjes hoe sneller het gaat, maar geen moes van maken. Advies: maximaal 5 cm [54, 55], rond de 2 cm [56]
Ontwateren	Materiaal mag niet te nat zijn.
Hulpstof	Ja, strooisel, om goede omstandigheden voor de wormen te creëren. Een mengsel van 2-3 van de volgende materialen: smalle strookjes krantenpapier of ander niet-glossy papier, stukjes karton, stro, kokosvezel, stukken halfvergane bladeren, zaagsel (niet te veel) [56].
Starter	“compostwormen”. Meestal <i>Eisenia fetida</i> , ook wel tijgerworm genoemd. Dit zijn strooiselwormen die ook in gewone composthopen leven. De wormen hoeven alleen bij opstart toegevoegd te worden.

	Daarna worden ze steeds van de mest gescheiden en opnieuw gebruikt. Wormen worden ook te koop aangeboden. [54, 56].
Proces	
Werkingsprincipe	De omzetting van organisch materiaal door micro-organismen, wormen en andere kleine ongewervelden in de aanwezigheid van zuurstof. Wormen voorverteren de voeding, en graven al etend gangen in het materiaal. Zij houden het materiaal los en stimuleren zo de menging en beluchting.
Procescondities	De temperatuur volgt de omgevingstemperatuur. De optimale temperatuur is 15-25°C, met een minimum van 4°C en een maximum van 30-35°C gehouden [54, 56-59]. Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de bak niet bevriest of te warm wordt. De optimale zuurgraad ligt rond pH 5,5, maar wormen zijn actief in een breed pH gebied (pH 4-9) [56, 57]. In het algemeen neemt wormencompostering 3-6 maanden in beslag [57] [56]. De wormenbak kan binnen of buiten staan. Wanneer hij buiten staat moet gelet worden op de plaatsing en eventuele isolatie, i.v.m. de temperatuur. Ook moet een buitenbak bestand zijn tegen wind, regen en dieren [56]. Wormen zijn gevoelig voor licht dus de bakken en de deksel moeten ondoorzichtig zijn, plastic en hout zijn gebruikte materialen [56].
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Er mag niet te veel tegelijkertijd gevoed worden, anders is er risico op overlast (ongedierte geur) en anaerobe condities [56]. Overvoeden is de meest voorkomende fout in het bedrijven van een wormenbak [54]. Er wordt in laagjes gevoed, waarbij de bovenste laag altijd strooisel moet zijn. In plaats van altijd volledige lagen te doen kan ook op een plek gevoed waarbij het strooisel tijdelijk even aan de kant wordt gedaan. In dat geval wordt nieuw strooisel toegevoegd als het oude aan het vergaan is of als de voeding veel nat afval bevat [56]. Het materiaal kan ook te droog zijn, daarom moet er water beschikbaar zijn om zo nodig de bakinhoud te kunnen bevochtigen. Bij niet-huishoudelijke toepassing moet er dus op gelet worden dat er schoon water aanwezig is. De ventilatiegaten moeten regelmatig nagekeken worden en zo nodig worden opengemaakt. De wormen zorgen verder zelf voor de beluchting, mits de invoer goed volgens de instructies wordt gedaan, het bed niet te diep is en lekwater op tijd wordt afgetapt [56]. Dit is volgens de meeste bronnen verdund met water (1:10) te gebruiken als meststof, of het kan op een composthoop gebracht worden.
Elektriciteitsverbruik	Geen
Overlast	Bij correct gebruik is er geen geuroverlast [54-56]
Product en bijproducten	
Soort materiaal	<ul style="list-style-type: none"> - Fijnkorrelig product: wormenuitwerpselen en gedeeltelijk omgezet gft. Het product is een afvalstof (zie §2.6). - Wormenurine en vocht uit het afval komen vrij als lekwater, een bijproduct dat vaak verdund met water als meststof wordt gebruikt. Officieel is het lekwater echter geen toegestane meststof, het is een mengsel van dierlijke mest en afval. - Normaal gesproken past de populatie wormen zich aan de geboden ruimte en voeding aan waardoor en niet echt sprake is van een wormenkweek [54]. Eventuele overtollige wormen kunnen door iemand anders gebruikt worden om een bak op te starten.

Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Zaden overleven het proces. Waar het product van een wormenbak gebruikt is kunnen spontaan zaailingen opkomen [54, 56]. Wil men dit niet dan moet hier bij het voeden goed op de aanwezigheid van zaden gelet worden. - Pathogenen worden niet afdoende gedood [57]. - De producten zijn erg rijk aan zouten en meststoffen en moeten niet puur gebruikt worden [55].
Stabiliteit	Bij een goede uitvoering en voldoende lange omzettingstijd is het vaste product stabiel. Het lekwater is instabiel.
Gebruik	<p>Hoewel de producten van een wormenbak niet voldoen aan de eisen die aan compost gesteld worden, gebruikt men ze in de praktijk als meststof. Het betreft echter dierlijke mest gevormd uit gft-afval, waarin nog resten niet volledig omgezet afval aanwezig zijn, waarmee het product een afvalstatus heeft. Deze is (nog) niet op te heffen door het toepassen van een nacompostering.</p> <p>De wormen worden steeds opnieuw gebruikt, overtollige dieren kunnen gebruikt worden om een wormenbak op te starten.</p>
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet niet aan de minimumstandaard voor verwerking. De producten hebben een afvalstatus. Zie §2.6.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen van de VDBP. De temperatuur wordt niet hoog genoeg. Om te kunnen voldoen aan de VDBP zou voor- of achteraf gehygiëniseerd moeten worden en aan de andere betreffende eisen voldaan moeten worden (zie §2.3). Geen NVWA-erkenning nodig voor toepassing bij particulieren.
Meststoffenwet	Voldoet niet aan de definitie van compost. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Op dit moment kan het product officieel geen bijdrage leveren aan kringloopsluiting. Het heeft een afvalstatus die niet door composteren is op te lossen.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Mogelijk positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

Werking en gebruik

De verwerking in een wormenbak is enigszins vergelijkbaar met het composteren van gft in een composthoop of -bak, maar dan met extra veel wormen. Voor kleinschalig thuisgebruik maar ook voor buurtcomposteringsprojecten zijn er kant en klare bakken te koop in allerlei uitvoeringen. Gebruikte namen zijn o.a. wormenbak, wormenhotel en wormentoren. Daarnaast is het ook eenvoudig om zelf een wormenbak te maken.

Ten opzichte van een composthoop, -vat of -trommel vergt een wormenbak meer aandacht m.b.t. de invoermaterialen. De porties mogen niet te groot zijn, en de invoermaterialen moeten geselecteerd en verkleind worden. Een voorbeeld van instructies die worden gegeven van wat er wel en niet gevoed mag worden aan een wormenbak [56]:

- Wel o.a.: fruit- en groenteresten, vermalen eierschalen, koffiedik en koffiefilters,

papieren theezakjes, kleine beetjes vochtig gemaakte naturel pasta/brood/granen, droogtrommelmuis van natuurlijke vezels, zachte delen van groene planten.

- Niet: aardappelschillen, dierlijke producten, oliën en vetten (boter, mayonaise, saladedressing, etc.), melkproducten, citrusvruchten, uien, gember, pitten, uitwerpselen van huisdieren.

Volgens de Vlaco [55] horen bereide etensresten, brood en gebak ook op de lijst van ongewenste voeding. Volgens de OVAM [54] kunnen citrusvruchten en ui/prei met mate gevoed worden.

Bij elke voeding wordt ook strooisel toegevoegd, en lekwater wordt periodiek afgetapt. Wormenbakken worden meestal modulair uitgevoerd, waardoor er technisch gezien geen beperkingen zijn aan de schaal van uitvoering. De methode wordt zeer klein en compact toegepast in keuken of balkon, vanaf één bak, maar ook op middelgrote tot grote schaal. Op grote schaal is de technische uitvoering anders, maar het proces is verder identiek.

Hygiëniseren

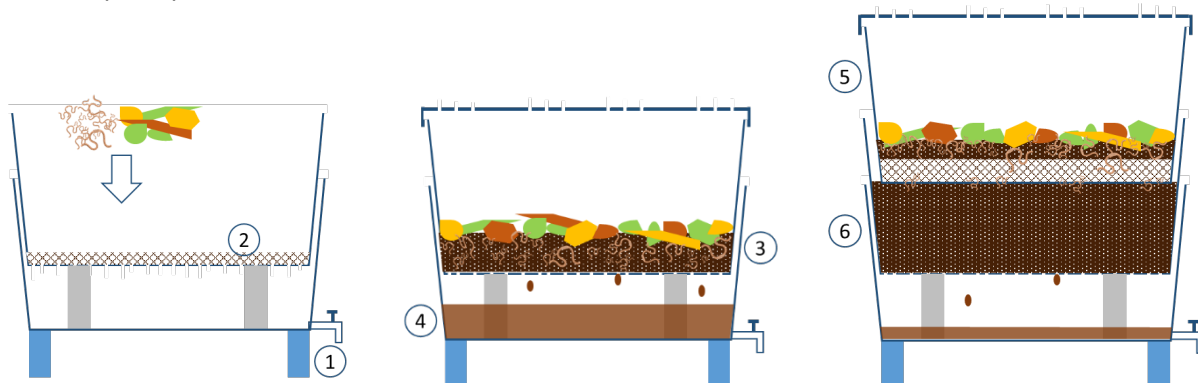
Wanneer een wormenbak op de juiste manier gevoed wordt treedt er geen verhitting op. Wormen overleven niet bij hoge temperaturen, idealiter wordt de bak op 15-25°C gehouden. Verwerking in wormenbakken voldoet dus niet aan de temperatuureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Voor de toepassing van wormenbakken in buurtcomposteringsprojecten is het daarom belangrijk om er voor te zorgen dat er geen dierlijke producten verwerkt worden. De aanwezigheid van dierlijke producten in een wormenbak is daarnaast ook ongewenst omdat dit kan leiden tot geuroverlast en ongedierte kan aantrekken.

Product

Hoewel het product van wormenbakken in de praktijk al wel als meststof wordt gebruikt, heeft het officieel een afvalstatus, en is dus geen toegestane meststof. De vaste fractie bestaat voor het grootste deel uit wormenuitwerpselen, gemengd met resten door micro-organismen omgezet materiaal die niet door wormen opgegeten zijn geweest en kleine hoeveelheden niet-volledig omgezet organisch afval en strooisel. Bij een voldoende lange verblijftijd is het product waarschijnlijk stabiel.

Bediening en onderhoud

Wormenbakken vergen weinig onderhoud. Hoewel een enkele bak voldoende is, worden in de praktijk vrijwel altijd systemen met meerdere bakken gebruikt. Hierdoor worden zowel de bewaking van het vochtgehalte als de oogst van het eindproduct vereenvoudigd. Figuur 9 is een schematische weergave van het principe van een wormenbak.



Figuur 9. Schematische weergave van het gebruik van een wormenbak (afbeelding: IB). In de praktijk zijn verschillende modellen in omloop. Een bak met geperforeerde bodem wordt op steunen in een bak met dichte onderkant geplaatst. De

onderste bak is voorzien van een kraantje ①. Op de geperforeerde bodem wordt een strooisellaag ② gelegd, en daarna de wormen en een eerste voeding. De bovenste bak wordt afgedekt met een geperforeerde deksel. De wormen worden met regelmaat kleine laagjes afval en strooisel gevoed. De bak raakt zo gevuld met verwerkt afval en strooisel ③. Lekwater wordt in de onderste bak opgevangen ④ en periodiek afgetapt. Wanneer de gewenste hoogte aan materiaal is bereikt wordt een lege bak met geperforeerde bodem, strooisel en een voeding erop geplaatst en zullen de wormen door de geperforeerde bodem naar de nieuwe bak ⑤ migreren. Wanneer alle materiaal in de middelste bak is omgezet zullen vrijwel alle wormen naar de bovenste bak zijn gegaan en kan de wormenmest ⑥ geoogst worden. Er kan met oogsten gewacht worden tot de bovenste bak vol is. Dan wordt de middelste bak gelegegd en klaargemaakt om als nieuwe bak bovenop te worden geplaatst.

Circulaire economie en maatschappij

Wormenbakken worden zowel door particulieren als in buurtcomposteringsprojecten gebruikt, en ook op grotere schaal. De bakken worden via verschillende kanalen verkocht, en ook zijn er op internet veel ideeën te vinden voor het zelf bouwen van bakken. Het voeren van wormen is blijkbaar een aantrekkelijk idee, en de producten worden door veel mensen gezien als goede meststoffen. Op verschillende plaatsen worden deze ook verkocht. De wormenbakken geven in die zin dus een stimulans om gft uit het restafval te houden en in te zetten voor kringloopsluiting. De producten hebben echter een afvalstatus (zie §2.6) en het gebruik als meststof is dus officieel niet toegestaan.

Wanneer toegepast op buurtniveau, zoals bij de wormenhotels die op verschillende plaatsen in Amsterdam staan, komen mensen elkaar tegen bij de gemeenschappelijke wormenbak. Ook worden door particulieren wormen weggegeven en/of verkocht aan mensen die een wormenbak willen beginnen. Zo komen geïnteresseerden met elkaar in contact.

Niet alle soorten gft mogen aan de wormen gevoed worden. Er komen dus twee stromen organisch afval: datgene wat de wormen kunnen verwerken en wat ze niet (mogen) eten. De tweede fractie moet dus via een andere methode worden verwerkt of via de gft bak worden ingezameld, wat mogelijk demotiverend kan zijn.

Voor thuisgebruik wordt aangeraden om o.a. papier- en kartonsnippers in de bakken te doen als strooisel. Deze grondstoffen zouden anders bij het oud papier gaan voor een hoogwaardigere recycling. De wormen zelf zijn in de toekomst mogelijk ook interessant in het kader van de CE, maar wormenbiomassa gegroeid op gft is momenteel niet toegestaan voor gebruik als diervoer of als andere eiwitbron.

Toepassing bij professionele keukens/restaurants

Wormenbakken kunnen technisch gezien ook bij grote keukens zoals restaurants gebruikt worden. Dat vereist wel voldoende motivatie van het personeel om het organisch afval te scheiden in een fractie voor de wormen en een andere fractie die dan op een andere manier wordt verwerkt, wordt opgehaald als organisch bedrijfsafval, of bij het restafval terecht komt. Een restaurant of ander horecabedrijf zou zeer waarschijnlijk hulpstof moeten kopen om de wormen voldoende strooisel te kunnen bieden¹³, met alleen keukenafval werkt een wormenbak niet goed. Een wormenbak vraagt aandacht en tijd van het personeel. Op internet zijn wel voorbeelden te vinden van restaurants die een wormenbak gebruiken. Het product mag echter niet als meststof worden toegepast. Een ander aspect is de aanwezigheid van dierlijke resten in swill, waar goed mee moet worden omgegaan.

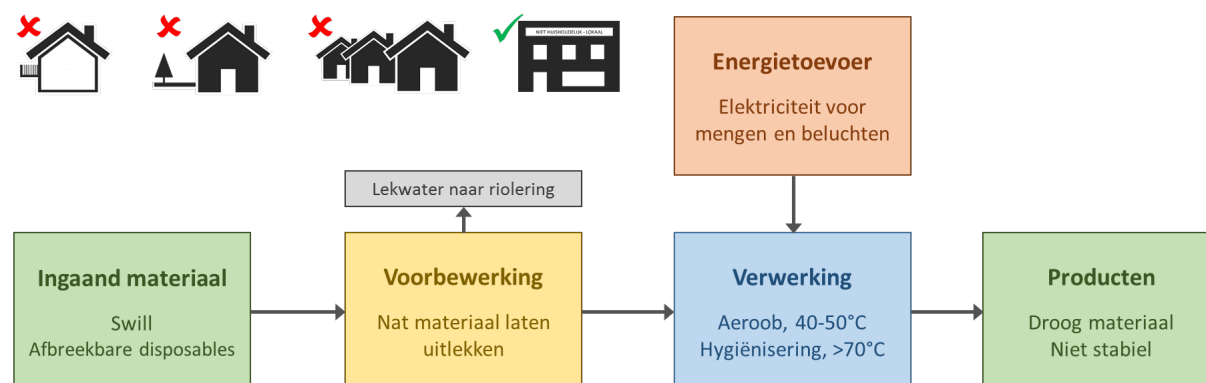
¹³ Een huishouden of buurttuin heeft waarschijnlijk wel hulpmateriaal zoals bladeren, stro of karton voorhanden en tijd om dit goed toe te passen. Een professionele wormenkweker zal ervoor zorgen dat de voeding in orde is en zo nodig materialen aanschaffen.

5.5 Verwerken van niet huishoudelijk organisch keukenafval op locatie

Er zijn verschillende methoden beschikbaar die met name bedoeld zijn voor de verwerking van niet-huishoudelijk keukenafval, bijvoorbeeld swill uit bedrijfsrestaurants. De laatste jaren is het zelf verwerken van organisch keukenafval in opkomst. In de meeste gevallen is er bij een restaurant geen geschikte locatie om alle geproduceerde compost te kunnen gebruiken. Maar naast de wens tot het bijdragen aan een circulaire economie, spelen voor professionele keukens ook praktische aspecten een rol bij de keuze voor lokale verwerking. In tegenstelling tot particulieren zijn bedrijven zelf verantwoordelijk voor het laten ophalen van hun afval. De opslag van swill neemt ruimte in, en de ophaaldienst moet betaald worden. Door afval op locatie te verwerken zal er minder opslagruimte nodig zijn en omdat de ophaalkosten dalen zal de investering zich op termijn kunnen terugverdienen.

5.5.1 Ecocreation

Het Nederlandse bedrijf Ecocreation levert machines die swill in 24 uur kunnen verwerken tot een droog korrelig materiaal, waarbij een volumereductie van 85% optreedt. Het apparaat is geschikt voor niet-huishoudelijke toepassing. Naast swill kunnen ook bepaalde soorten biologisch afbreekbare borden, bekens en dergelijke in het apparaat verwerkt worden [60, 61]. Het product is geschikt als grondstof voor compostering of vergisting gevolgd door compostering.



Composteisen-check	
Aeroob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	?
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✓
Temperatuurmeting en -registratie	✓
Uitgerust met verwarmingselement	✓

Zie pag. 50 "Microbiële afbraak".

Er wordt weinig OS afgebroken.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Composteren nodig om kringloopsluiting mogelijk te maken.



Figuur 10. Ecocreation in het bedrijfsrestaurant van Eneco [62] en op een festival van Lab Vlieland [60]

Ecocreation	
Bronnen: [60-64]	
Leverancier in Nederland	Ecocreation (http://ecocreation.nl)
Producent (anders dan leverancier)	n.v.t.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Swill Afbreekbare disposables
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Soep en andere natte resten niet in grote hoeveelheden toevoegen. Liefst eerst zeven zodat er niet te veel vocht in het apparaat komt. - Gedurende 24h voor het oogsten niet voeden.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen meeverwerkt worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Goede instructie van de gebruikers.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen. Niet afbreekbare materialen komen samen met product weer uit de machine.
Verkleinen	Nee.
Ontwateren	Alleen nodig bij grotere hoeveelheden soep en dergelijke.
Hulpstof	Nee, alleen in speciale gevallen: wanneer de inhoud te nat is kan er zaagsel toegevoegd worden.
Starter	Speciale bacteriecultuur. Deze hoeft normaal gesproken alleen tijdens de opstart toegevoegd te worden.
Proces	
Werkingsprincipe	<ul style="list-style-type: none"> - Het organisch materiaal wordt verwarmd tot 40-50°C en continu gemengd en belucht. Vochtige lucht wordt afgevoerd. - Er wordt aangeraden om de machine 24 uur voor het oogsten van het product niet te voeden. - Wanneer de gewenste luchtvochtigheid is bereikt gaat de machine in een energiebesparende stand (30°C, ventilator lagere stand).

	<ul style="list-style-type: none"> - De machine heeft een hygiëniseringsfunctie, waarbij de inhoud een uur lang tot net boven de 70°C wordt verhit. Alleen wanneer het deksel minimaal 12 uur dicht is geweest kan de hygiënisering gestart worden, zodat er geen vers afval in het gehygiëniseerde materiaal terechtkomt [62]. - Wanneer de machine een 24-uurs cyclus draait wordt automatisch gehygiëniseerd [60].
Procescondities	Temperatuur en beluchting worden gestuurd, de pH en de initiële vochtigheid worden bepaald door invoer. De vochtigheid wordt beïnvloed door de beluchting.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Plaatsing kan zowel binnen als buiten. Buiten moet hij wel beschut staan. Aansluiting op krachtstroom en luchtafvoer. De luchtafvoer moet geschikt zijn voor de afvoer van waterdamp. Water- en rioolaansluiting niet vereist. Tenzij er veel nat materiaal is dat eerst gezeefd moet worden (soep e.d.), dan is een rioolaansluiting nodig.
Elektriciteitsverbruik	Circa 140 kWh/week (EC-30) tot 480 kWh/week (EC-100) [64]. Precieze verbruik is afhankelijk van de capaciteit, de vochtigheid van het afval en hoe de machine gebruikt wordt.
Overlast	Het product (en dus de machine-inhoud) heeft een eigen geur, die wordt beschreven als “Maggie-achtig”. Wanneer de ventilatielucht niet op de juiste manier wordt afgevoerd zou er overlast kunnen optreden. In de gevallen dat de ventilatie van het apparaat is aangesloten op de gebouwventilatie, wordt de lucht meestal boven het dak afgevoerd, zodat er lokaal geen geur vrijkomt. Als de lucht niet bovendaks afgevoerd kan worden wordt geadviseerd om een ozonfilter te gebruiken.
Product	
Soort materiaal	Droog bruin fijnkorrelig materiaal, voldoet niet aan de definitie van compost. Circa 15% van het oorspronkelijke volume, afhankelijk van het ingaande afval.
Aandachtspunten	Bevat nog veel niet-afgebroken organische stof.
Stabiliteit	Niet stabiel.
Gebruik	Geschikt als invoer van composteer- en biogasinstallaties.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet niet aan de minimumstandaard voor verwerking. Het product moet (na)gecomposteerd worden voor het in de kringloop gebracht mag worden.
NVWA/VDP	Voldoet aan de temperatureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Erkenning door de NVWA is vereist. Er moet ook aan de andere betreffende eisen voldaan worden (zie §2.3).
Meststoffenwet	Het product voldoet niet aan de eisen die aan compost gesteld worden, het moet gecompoteerd worden om als meststof gebruikt te mogen worden.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Niet direct. Het materiaal moet nog (na)gecomposteerd worden, waarna de compost toegepast kan worden voor kringloopsluiting.

Methode	Motivatie voor afvalscheiding in professionele keukens. Het volume aan swill wordt sterk gereduceerd en het droge product kan langer opgeslagen worden zonder geuroverlast dan het natte swill. Groene uitstraling en een mogelijk educatief effect wanneer de verwerking zichtbaar is voor de gasten.
---------	--

Werking en gebruik [61]

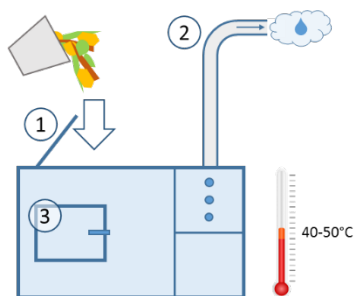
De machine-inhoud wordt continu gemengd en op een temperatuur tussen de 40°C en 50°C gehouden. Het voeden kan gebeuren op momenten dat dit goed uitkomt, er is geen vast regime nodig. Verkleinen is niet nodig, wel is het belangrijk om grotere hoeveelheden nat materiaal zoals soep eerst te zeven. Wanneer de klep wordt geopend om vers afval toe te voegen stopt de machine tijdelijk met mengen. Na het sluiten van de klep wordt het verse afval direct gemengd met het al in de machine aanwezige materiaal. Lucht wordt aangezogen om zuurstof in te brengen en de inhoud te drogen. Voor het verwarmen wordt gebruik gemaakt van speciale verwarmingsmatten. Vocht wordt met de lucht afgevoerd. Bij het bereiken van de ingestelde gewenste vochtigheid gaat de machine in een energiebesparende stand, waarbij de ventilator minder hard draait en de temperatuur rond de 30°C wordt gehouden. Op het moment dat de deksel geopend wordt schakelt de machine weer over op de verwerkingsstand.

Bij opstart wordt een speciale bacteriecultuur in de machine gebracht, die speciaal is ontwikkeld voor snelle afbraak en om bestand te zijn tegen hitte en tegen zoute en zure omstandigheden. De verwerking vindt plaats bij 40-50°C, de hygiënisering van het droge materiaal gebeurt net boven de 70°C. Dat zijn microbiologisch gezien twee verschillende temperatuurgebieden (zie §3.4). Er wordt gesteld dat de organismen de hygiënisatiestap van 70°C wel overleven, waardoor de kleine hoeveelheid product die na het legen achterblijft in de machine weer kan dienen als entmateriaal voor de volgende cyclus [61]. In een volgende cyclus zullen de temperatuur en de vochtigheid dan weer geschikt moeten zijn voor microbiële groei. Over de precieze samenstelling en eigenschappen van de bacteriecultuur kon Ecocreation geen mededelingen doen, dat is vertrouwelijke informatie. De verblijftijd in de machine is met 1-7 dagen relatief kort.

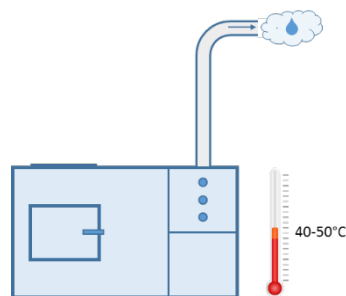
Gebruikers worden geïnstrueerd 24h voor het oogsten van het product geen vers materiaal toe te voegen, om ervoor te zorgen dat het product geen onverwerkt afval bevat. De meeste gebruikers houden een cyclus van 1 week aan, waarbij de machine gedurende 6 dagen wordt gevoed en daarna 24h niet. Om te oogsten wordt een bak onder de machine gezet en een klep geopend, waarna de machine zich vanzelf leegt.

Hygiëniseren [61]

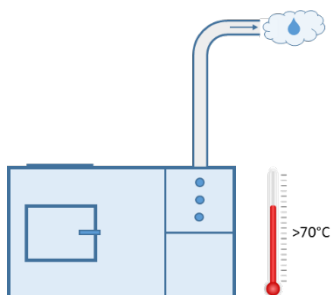
De Ecocreation heeft een aparte hygiënisatiestand, waarbij de inhoud van het apparaat gedurende iets langer dan een uur op een temperatuur net boven de 70°C wordt gehouden. Het hygiëniseren wordt handmatig in werking gesteld, de machine geeft aan wanneer het proces voltooid is. Het hygiëniseren kan alleen gestart worden op een moment dat de machine in de energiezuinige stand draait, om te voorkomen dat er nog niet-verwerkt materiaal aanwezig is. Omdat dit ook gebeurt als er na het openen van de deksel niet gevoed wordt, is het belangrijk om er voor te zorgen dat niemand de deksel opent na de laatste voeding voor een geplande hygiënisering. Bijvoorbeeld door er een bordje op te hangen, of de deksel met een hangslot te beveiligen. Er is ook een 24-uurs cyclus mogelijk, hierbij wordt wel automatisch gehygiëniseerd. Wanneer het product door een afvalverwerker wordt opgehaald als invoer voor een composterings- of biogasinstallatie hoeft er niet eerst gehygiëniseerd te worden.



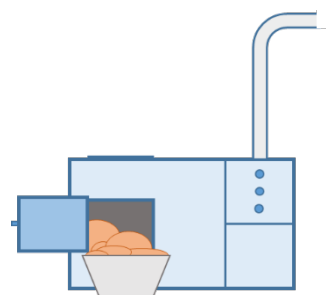
Dag 1-6: periodiek voeden (klep altijd weer dicht)



Dag 7: gedurende 24h niet voeden (advies)



Hygiëniseren: Langer dan 1h verhitten tot >70°C.



Oogsten: machine openen

Figuur 11. Schematische weergave van het gebruik van een Ecocreation, in dit voorbeeld wordt een cyclus van 7 dagen toegepast (afbeelding: IB). Pas als de machine na het hygiëniseren weer is afgekoeld geeft hij aan dat er geoogst kan worden.

Product

Over het algemeen blijft 15% van het oorspronkelijke swill-volume over [61]. De machine is door Lab Vlieland op een aantal festivals gebruikt, waar ze ook veel biologisch afbreekbaar wegwerpservies e.d. in het apparaat verwerkten. Dat is droger materiaal dus blijft er meer product over, tot 60 kg product uit 100 kg afval [60]. Het product van de Ecocreation wordt momenteel door gebruikers toegepast in tuinen, of door afvalverwerkers afgevoerd naar composteer- of biogasinstallaties. Het product heeft een biogaspotentie van 70% (is voor ongeveer 70% omzetbaar in biogas) [61]. Ecocreation heeft het product van verschillende machines laten analyseren en vergelijken met de eisen voor compost (gehalte OS en zware metalen). De gehalten zware metalen waren lager dan de maximaal toegestane waarden. Het organische stofgehalte was erg hoog¹⁴, wat de hoge biogaspotentie verklaart.

Er zijn geen stabiliteitsmetingen beschikbaar, maar de biogaspotentie van 70% geeft aan dat het product niet stabiel is. Het kan wel gebruikt worden als invoermateriaal voor compostering, of voor vergisting met daarop volgende compostering. De resulterende compost kan dan gebruikt worden voor kringloopsluiting.

Bediening en onderhoud [61]

In principe kan iedereen het apparaat voeden, maar het is de ervaring dat het beter gaat wanneer dit door vaste mensen wordt gedaan. Eenmaal per jaar wordt er door Ecocreation preventief onderhoud uitgevoerd.

¹⁴ Er in deze rapportage is voor gekozen om bij geen van de producten getallen uit analyseresultaten op te nemen. De invoercharacteristieken en de precieze uitvoering van de verwerkingsmethoden zijn te veel van invloed op de uiteindelijke samenstelling van het product en er kan daardoor geen eerlijke kwantitatieve vergelijking gemaakt worden.

Circulaire economie en maatschappij

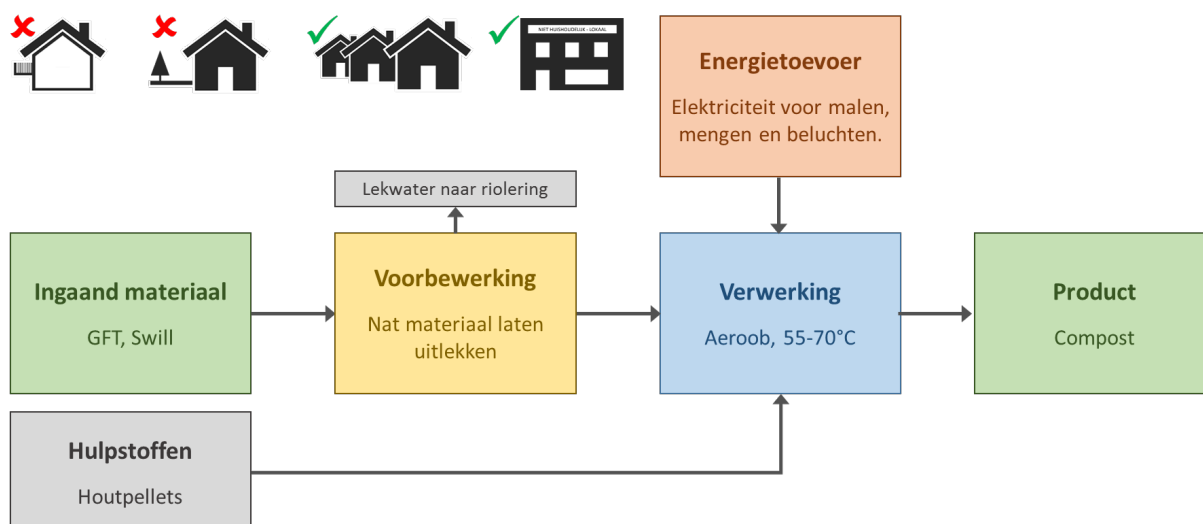
Het product van de Ecocreation heeft geen directe bijdrage aan de circulaire economie, het moet eerst gecomposteerd worden voordat het als meststof mag worden toegepast in kringloopsluiting.

Voor bedrijven kan het gebruik van de Ecocreation een sterke motivatie geven om organisch afval apart te houden van het restafval, aangezien het volume sterk gereduceerd wordt en er geen containers voor grote hoeveelheden nat swill meer nodig zijn. Het droge product neemt minder plaats in, verspreidt minder geur en kan eenvoudiger worden vervoerd. Bepaalde soorten afbreekbaar wegwerpservies en -bestek kunnen ook in de machine verwerkt worden [60, 61], waardoor ook dat materiaal uit het restafval blijft. Het product is officieel geen compost maar een afvalstof en mag daarom niet gebruikt, verhandeld of weggegeven worden. Wanneer het composteren van het product op de eigen locatie niet mogelijk is zal het door een afvalverwerker moeten worden opgehaald, waarmee een deel van de swill-logistiek nodig blijft. Zie Bijlage E voor gebruikerservaringen.

Bij de toepassing van de Ecocreation voor de verwerking van afval uit professionele keukens is de betrokkenheid van burgers laag. Wanneer het apparaat zichtbaar is voor de gasten kan het wel een educatieve functie hebben, als concreet voorbeeld van afvalscheiding. Op festivals is er bijvoorbeeld specifiek aandacht gevraagd voor het apparaat en de waarde van afvalscheiding [60].

5.5.2 Joracompost JK5100

De Zweedse JK5100 composteermachine wordt in Nederland verkocht door Eco Cycle. Behalve grote botten kunnen alle soorten gft en swill in de JK5100 worden verwerkt. Volgens de beschikbare informatie produceert de JK5100 compost die direct toegepast kan worden.



Composteisen-check		
Aeroob proces	✓	
Microbiële afbraak van OS	✓	
Product is stabiel	✓	O.b.v. gevonden informatie, geen meetgegevens beschikbaar.
Product is niet verpompbaar	✓	
Product bevat geen dierlijke mest	✓	In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.
Voldoet aan definitie van compost	✓	Mits het inderdaad voldoende stabiel is.
Thermische isolatie	✓	
Temperatuurmeting en -registratie	✗✓	T-registratie is niet standaard, wel beschikbaar als extra optie.
Uitgerust met verwarmingselement	✗✓	Niet standaard, wel beschikbaar als extra optie.



Figuur 12. JK5100 composteermachine. Afbeelding via Eco Cycle.

JK5100	
Bronnen: [46, 65, 66]	
Leverancier in Nederland	Eco-cycle (https://www.eco-cycle.nl)
Producent (anders dan leverancier)	Joraform Composting (www.joraform.com)
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft, swill Hulpstof (houtpellets)
Aandachtspunten	- Elke 6 maanden moeten de messen van de vermaler geslepen worden. - Materiaal mag niet te nat zijn, anders meer hulpstof gebruiken.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen meegecomposteerd worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat. De JK5100 heeft een ingebouwde vermaler waardoor het voeden van te grote stukken wordt voorkomen.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Nee, dit gebeurt in de machine.
Ontwateren	Materiaal mag niet te nat zijn, maar er is geen duidelijke norm voor.
Hulpstof	Ja, houtpellets, meestal in een verhouding van (1:10). Hiermee worden de C:N verhouding en het vochtgehalte geoptimaliseerd. De pellets

	worden automatisch gedoseerd uit een voorraadbak. De verhouding is in te stellen.
Starter	Niet persé nodig, er kan gestart worden met een hoeveelheid compost in het eerste compartiment.
Proces	
Werkingsprincipe	Compostering van vermalen gft en swill in een twee opeenvolgende gesloten kamers, elk met een geautomatiseerd roerwerk. Elke twee weken wordt het product uit de tweede kamer geoogst, waarna het materiaal uit de eerste kamer kan worden doorgeschoven.
Procescondities	Menging is automatisch. De temperatuur wordt in principe biologisch gegeneerd en is dan afhankelijk van de invoer en het goed bedrijven van de machine. In het tweede compartiment kan optioneel een verwarmingselement geplaatst worden om te garanderen dat het materiaal tot >70°C verhit is geweest. De vochtigheid is te beïnvloeden door de dosering van houtpellets aan te passen.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Goede platte ondergrond zodat het apparaat stabiel staat. Stroomvoorziening. De JK5100 moet geplaatst worden in een omgeving waar de gemiddelde temperatuur in de winter +5 graden Celsius is. Dat kan eventueel onder een afdak, maar dan zal aanvullende verwarming noodzakelijk zijn.
Elektriciteitsverbruik	Ja, Stroomvoorziening 360V/16A. 17.5 kWh/week Verhitting is volledig biologisch, tenzij er een verwarmingselement is geïnstalleerd.
Overlast	Bij correct gebruik is er geen overlast. De luchtafvoer wordt aangesloten op de riolering om condenswater op die manier te laten afvoeren. Als er geuroverlast (verwacht) is kan de afgezogen lucht via een koolstoffilter worden afgevoerd. Geuroverlast is een indicatie dat het materiaal te nat is.
Product	
Soort materiaal	Compost.
Aandachtspunten	Geen.
Stabiliteit	Volgens de beschikbare informatie is het product stabiel. Dit kan wel per situatie variëren, het is dus aan te raden om de stabiliteit te laten testen.
Gebruik	Als compost.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Wanneer de JK5100 wordt uitgerust met temperatuurregistratie en een verwarmingselement voldoet deze aan de temperatuureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Erkenning door de NVWA is vereist. Er moet ook aan de andere betreffende eisen voldaan worden (zie §2.3).
Meststoffenwet	Het product voldoet aan de eisen die aan compost gesteld worden, mits de stabiliteit inderdaad voldoende is (geen metingen beschikbaar). Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.

Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Directe bijdrage aan de CE: de compost kan als meststof worden toegepast, tenzij de stabiliteit niet voldoende is.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

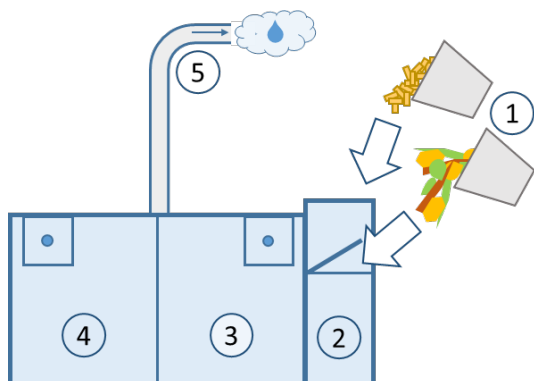
Werking en gebruik [46, 47, 67]

De JK5100 heeft een invoerkamer, een voorraadbak voor houtpellets en twee composteertrommels. Via een klep wordt het ingangsmateriaal in de invoerkamer gebracht, die voorzien is van een hakselaar om al het ingaande materiaal te verkleinen. Alleen grote takken moeten eerst verkleind worden. Na het sluiten van de klep worden automatisch houtpellets gedoseerd en treedt de hakselaar in werking. De houtpellets worden toegevoegd om de vochtigheid en de C/N verhouding (zie §3.2.3) van de gft en swill te compenseren. Het toevoegen van houtpellets kan ook handmatig gedaan worden voordat de klep gesloten wordt. In plaats van houtpellets kan er dan ook karton, stro of een ander droog materiaal gebruikt worden.

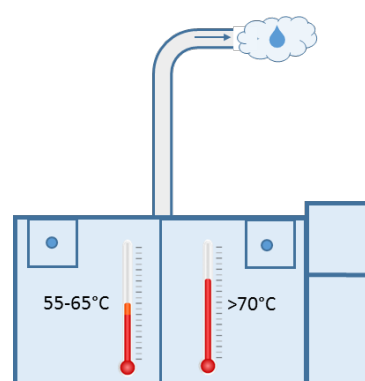
De hoeveelheid houtpellets of ander droog materiaal wordt door de beheerder bepaald op basis van ervaring. Het is aan te raden om nat afval eerst uit te laten lekken. Als de machine-inhoud te droog of te nat is kan de pelletdosering aangepast worden. Optioneel kan er een luchtvochtigheidsmeter in de trommels worden geïnstalleerd. Een teveel aan vocht lekt niet weg, het blijft in de trommels. Indien nodig kunnen er handmatig extra pellets gedoseerd worden. Niet-afbreekbaar materiaal zoals plastic zal in het product terechtkomen, en ook grote stukken bot en grote harde pitten zullen niet volledig vergaan. Harde objecten zoals metalen bestek kunnen de hakselaar beschadigen. Afhankelijk van het gebruik moet de hakselaar soms geslepen of vervangen worden.

Vanuit de invoerkamer komt het gehakselde materiaal in de eerste trommel. Beide trommels hebben een roerwerk met schoepen dat periodiek ronddraait. Lucht en waterdamp worden afgezogen door een ventilator, die ook de verse lucht aantrekt. Door het ronddraaien wordt de trommelinhoud gemengd en belucht. De frequentie en snelheid van de menging en de beluchting kunnen voor elk van de twee trommels naar behoefte apart worden ingesteld. Dit wordt op basis van ervaring gedaan. De aerobe compostering genereert veel warmte, waardoor de temperatuur in trommel 1 kan oplopen tot boven de 70°C. De temperatuur in trommel 2 ligt op 55-65°C. Waterdamp wordt met de ventilatielucht afgevoerd.

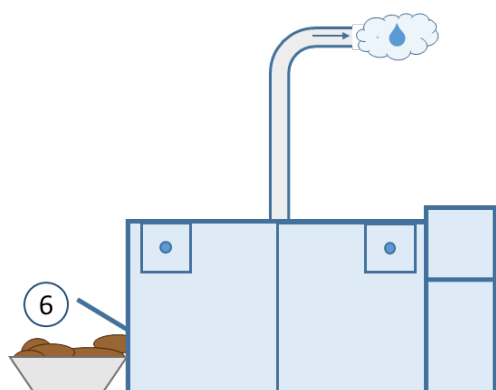
Na twee weken wordt de compost via een klep aan de zijkant geoogst uit trommel 2, waarna deze automatisch gevuld wordt met de inhoud van trommel 1. De verblijftijd in de machine is dus 2-4 weken: vers materiaal van het begin van de eerste week blijft 2 weken in trommel 1, wat aan het eind van de tweede week wordt ingebracht gaat vers naar trommel 2. De restjes compost die achterblijven in trommel 1 zijn voldoende om de volgende lading vers materiaal te laten beginnen met composteren. Het beste is om regelmatig, liefst dagelijks, te voeden in plaats van af en toe grote hoeveelheden. Naast de JK5100 is er ook een grotere uitvoering, de JK6200.



Dag 1-28: Dagelijks voeden van afval en hulpstof.



Dag 1-28: Bij correct gebruik loopt de temperatuur hoog op.



Dag 14 en 28: Oogsten uit kamer 2. De inhoud van kamer 1 wordt daarna naar kamer 2 verplaatst.

Figuur 13. Schematische weergave van het gebruik van de JK5100 in een cyclus van 28 dagen (afbeelding: IB). Afval en houtpellets ① worden aan de machine gevoed (pellets kunnen ook automatisch worden gedoseerd). Het invoerwerk ② is voorzien van een hakselaar. Het vermalen materiaal gaat naar kamer 1 ③ waar bij correct gebruik de temperatuur hoog oploopt. Waterdamp wordt met de ventilatielucht afgevoerd ⑤. Na twee weken wordt uit kamer 2 ④ de compost ⑥ geoogst. Het verregaand gecomposteerde materiaal uit kamer 1 gaat dan naar kamer 2 om te rijpen.

Hygiëniseren [67]

Als dit gewenst is kan de compost voorafgaand aan het oogsten nog apart gehygiëniseerd worden. Trommel 2 wordt dan gedurende de gewenste periode verhit tot de gewenste hoge temperatuur, bijv. 80°C. Hiervoor dient de machine dan wel uitgerust te worden met een verwarmingselement, de standaarduitvoering heeft dit niet.

Temperatuurregistratie is ook mogelijk als extra optie. Wanneer het proces goed onder controle is en daardoor het eerste compartiment heet genoeg blijft, zou dat voldoende kunnen zijn om te voldoen aan de temperatureis voor de verwerking van dierlijke producten.

Product [46, 47]

Volgens de beschikbare bronnen wordt bij correct gebruik van het apparaat een direct op het land te brengen compost geproduceerd en is narijping niet nodig. Er zijn echter geen uitkomsten van stabiliteitsmetingen gevonden. Na composteren blijft er ongeveer 20% van het volume aan ingaand materiaal over.

Bediening en onderhoud [46, 47]

De JK5100 is eenvoudig te voeren. Behalve de invoerklep zijn er geen knoppen of andere bedieningselementen. De invoerkamer bevindt zich op een geschikte hoogte voor rolstoelgebruikers. Het is aan te raden om minimaal één persoon te trainen in het correcte gebruik, die dan ook verantwoordelijk is voor het oogsten van de compost, het aanvullen van de voorraad houtpellets, en de instellingen van het apparaat. De machine heeft een levensduur van 15 jaar, en wordt jaarlijks nagekeken. Zo nodig worden dan onderdelen vervangen. Het apparaat is zo ontworpen dat het geschikt is voor herfabricatie aan het eind van de levensduur, waarna het opnieuw 15 jaar gebruikt zou moeten kunnen worden. Inname van gebruikte machines is in overleg met de fabrikant mogelijk.

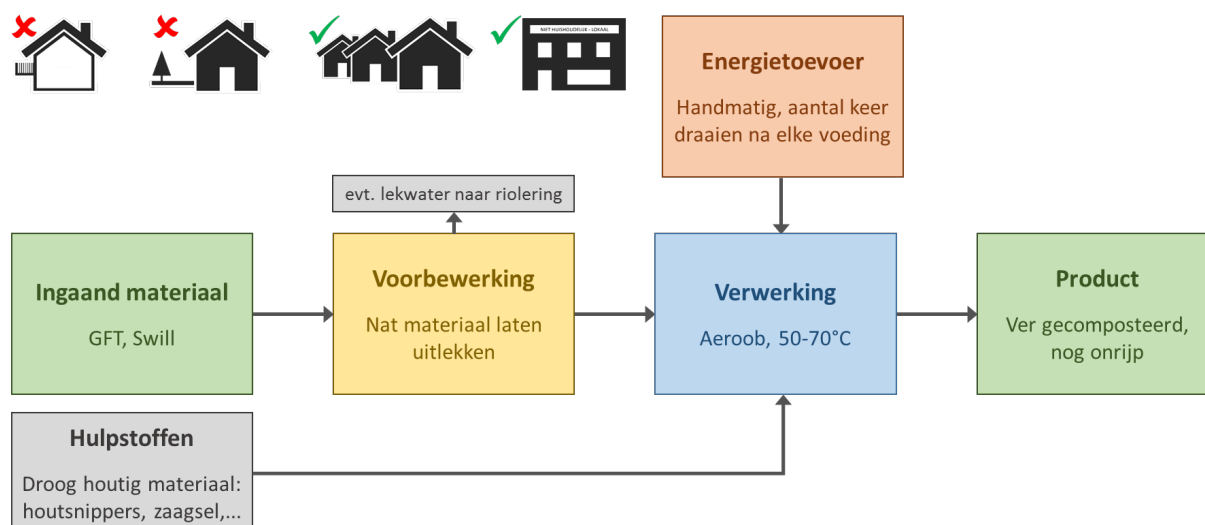
Circulaire economie en maatschappij [67]

In Zweden wordt de JK5100 o.a. gebruikt bij appartementengebouwen. De bewoners verzamelen hun gft in composteerbare papieren zakken en brengen dit naar de composteermachine die in de kelder of in een aparte schuur staat. De compost wordt naar believen door bewoners gebruikt. Meestal is er een huismeester aanwezig die de zorg voor de machine heeft en de compost oogst. Eenzelfde opzet zou in Nederland in principe mogelijk zijn. Voor buurtcomposteringsprojecten is de machine minder geschikt.

Mits de compost inderdaad stabiel is, geeft de JK5100 de mogelijkheid om op locatie compost te produceren uit gft en swill, en deze direct als meststof te gebruiken. Anders zou narijping nodig zijn totdat de gewenste stabiliteit verkregen is. De JK5100 kan circa 50 liter afval per dag verwerken, de JK6200 het dubbele. Vanwege de verblijftijd van enkele weken zijn de JK5100 en JK6200 relatief grote apparaten. Dat kan een belemmering zijn voor het gebruik in professionele keukens.

5.5.3 Ridan

De Ridan is een gesloten geïsoleerde composteermachine die technisch geschikt is voor de verwerking van gft en swill op buurtschaal en bij bedrijven. Het apparaat wordt handmatig gevoed en bedreven en kan bij correct gebruik hoge temperaturen bereiken. Het product is verregaand gecomposteerd maar nog niet stabiel en moet nagecomposteerd worden voor het gebruikt kan worden.



Composteisen-check	
Aeroob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✓
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Nacomposteren is noodzakelijk.

Eventueel zelf te installeren.



Figuur 14. Ridan composteermachine. Afbeelding via Eco Cycle.

Ridan composteerder	
Bronnen: [46, 68]	
Leverancier in Nederland	Eco-cycle (https://www.eco-cycle.nl)
Producent (anders dan leverancier)	Ridan Composting Ltd (https://www.ridan.co.uk)
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft, swill. De Ridan is ontworpen om alle soorten gft en swill te verwerken, maar het is beter om alleen plantaardig materiaal te verwerken aangezien de opwarming van het materiaal niet gegarandeerd kan worden. Hulpstof (droog, houtig)
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Altijd ook een goede hoeveelheid houtachtig materiaal voeden. De fabrikant geeft aan dat dit zaagsel, snippers of pellets kunnen zijn. Droog tuinafval zoals stro of bladeren is geen vervanging. - Fijn tuinafval is niet zo geschikt, omdat het in klonten bij elkaar kan gaan zitten (bijv. zachte stengels, gras). Dit kan beter in de narijping mee verwerkt worden. - Grote stukken verkleinen. Grote botten verwijderen. - Wanneer de etensresten te nat zijn of als er te weinig houtachtig materiaal wordt gebruikt wordt de reactorinhoud te nat en kan deze verzuren.

Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen meegecomposteerd worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Grote stukken verkleinen.
Ontwateren	Resten laten uitlekken.
Hulpstof	Ja, houtachtig materiaal zoals zaagsel of snippers in een gelijk volume als het keukenafval (1:1). Hiermee worden de C:N verhouding en het vochtgehalte geoptimaliseerd. Houtpellets kan ook, daarvan is minder nodig (1:4).
Starter	Nee.
Proces	
Werkingsprincipe	Compostering in een geïsoleerd gesloten horizontaal vat met een manueel roerwerk erin dat de reactorinhoud van de ene kant naar de andere kant laat bewegen (propstroomreactor). Tijdens het voeden komt verwerkt materiaal er aan de andere kant uit. Bij een goede bediening is er een luchtstroom door het hele vat waardoor de beluchting goed is en de temperatuur hoog blijft.
Procescondities	Enigszins beïnvloedbaar door het aanpassen van de vochtigheid en de aard van het invoermateriaal. Bij een goede voeding en beluchting verloopt de aerobe afbraak snel en loopt de temperatuur op. Het apparaat is geïsoleerd.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Goede platte ondergrond zodat het apparaat stabiel staat. Ontworpen om buiten te staan maar zou ook in een schuur o.i.d. geplaatst kunnen worden. Voldoende frequent draaien is belangrijk, er moet rekening mee gehouden worden dat dit vrij zwaar werk kan zijn.
Elektriciteitsverbruik	Geen
Overlast	Bij correct gebruik geen overlast. Bij het openen/voeden komt wat geur vrij, of dit onplezierig is hangt af van de gebruikte materialen en de persoon die het ruikt.
Product	
Soort materiaal	Verregaand gecompoteerd maar nog niet stabiel materiaal, met nog veel onverteerde houtsnippers.
Aandachtspunten	Het product moet nog drie maanden nagecompoteerd worden. De inhoud van de Ridan kan erg warm worden, maar aangezien de temperatuur niet wordt gemeten of geregistreerd kan men er niet van uit gaan dat het product gehygiëniseerd is.
Stabiliteit	Niet stabiel.
Gebruik	Als compost, na voldoende lange nacompostering.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Onder optimale condities zou de Ridan kunnen voldoen aan de temperaturen die voor de behandeling van dierlijke bijproducten vereist zijn. Er is echter geen temperatuurmeting of –registratie en de temperatuur kan niet gecontroleerd worden. Erkenning door de NVWA

	is vereist. Er moet ook aan de andere betreffende eisen voldaan worden (zie §2.3).
Meststoffenwet	Het product moet nagecomposteerd worden om te voldoen aan de eisen die aan compost gesteld worden. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Volgens de beschikbare informatie is het product na rijping een stabiele compost (geen meetgegevens gevonden) en kan deze als meststof worden toegepast.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

Werking en gebruik [69]

De Ridan composteermachine is een geïsoleerde cilinder met een intern mechanisme dat met behulp van een slinger handmatig wordt bewogen. Organisch afval wordt aan de ene kant gevoed, door het draaien van de schroef door de Ridan heen bewogen, en aan de andere kant geoogst. Het is een continu doorvoersysteem: inbrengen van nieuw materiaal drukt het product eruit. Het type Ridan (de capaciteit) moet zo worden gekozen dat het materiaal minstens twee weken in de reactor verblijft. Etenresotten en swill worden met houtachtig materiaal gemengd om te zorgen voor een goede vochtigheid, structuur en C/N-verhouding. Als houtachtig materiaal kunnen houtsnippers (verhouding 1:1) of houtpellets (verhouding 4:1) worden toegevoegd. Papier en papieren borden en bestek zijn niet geschikt als hulpstof. Natte materialen zoals soep moeten eerst gezeefd worden.

Direct na het toevoegen van nieuw materiaal wordt de slinger gedraaid, waardoor het nieuwe materiaal de reactor in wordt gebracht en product eruit wordt gedrukt. Dit wordt aan de uitvoerkant in een emmer of bak opgevangen. De Ridan wordt maximaal tot $\frac{3}{4}$ van het volume gevuld, om een goede luchtdoorstroom te garanderen. De luchtstroom door de Ridan loopt van de uitgang naar de ingang. Aan de invoerkant komt de lucht er aan de bovenkant uit, samen met de waterdamp. Onder optimale omstandigheden qua invoer en beheer kan de temperatuur oplopen tot 70°C. Het kleine model kan 4160 liter afval per jaar verwerken, de middelgrote variant 10400 liter en de grote Ridan 20800 liter [46].

Hygiëniseren

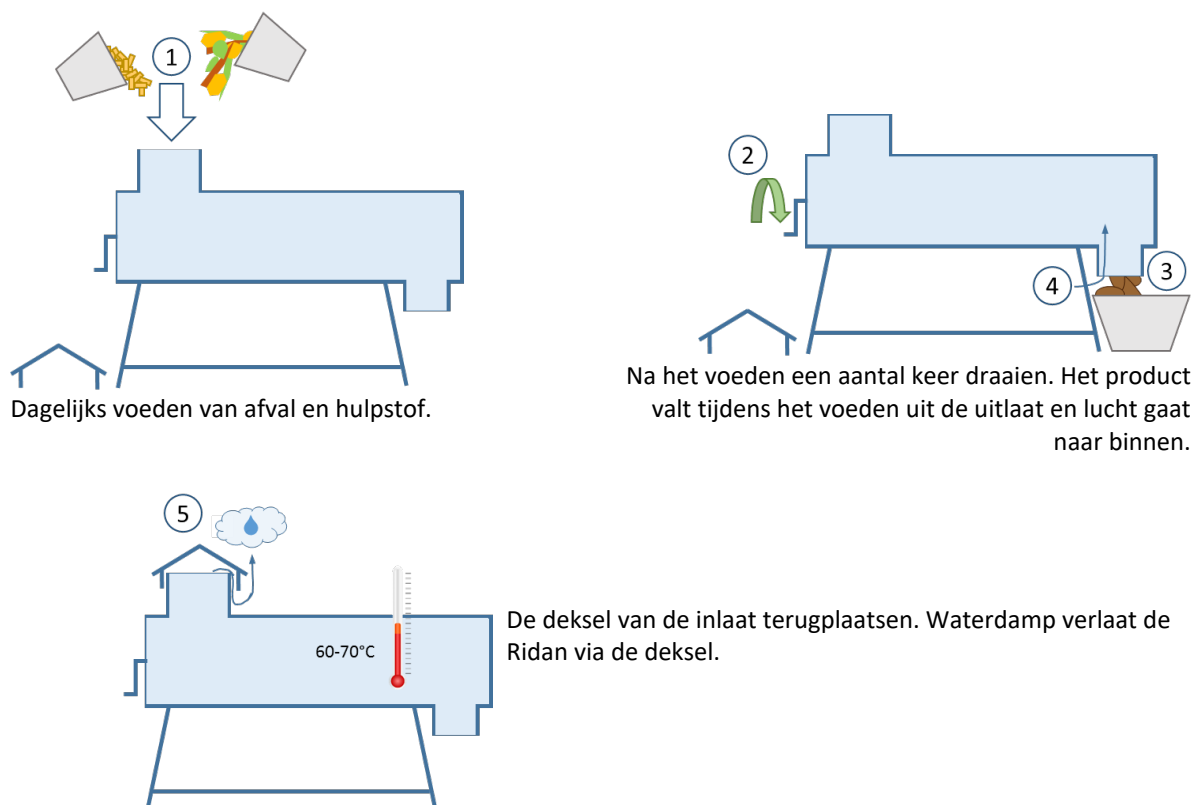
Bij correct gebruik loopt de temperatuur in de Ridan op natuurlijke wijze hoog op. De temperatuur wordt echter niet door een verwarmingselement gecontroleerd en het verloop wordt niet gemeten en geregistreerd. Hierdoor voldoet het systeem niet aan de standardeisen voor verwerking van dierlijke bijproducten. Het zou technisch wel mogelijk moeten zijn om een temperatuurmeting en -registratie aan te brengen, waarmee men het proces kan monitoren en zou kunnen laten zien of de gewenste temperaturen gehaald worden.

Product [69]

De Ridan produceert een verregaand gecomposteerd maar nog niet stabiel product. Uit elke 6 emmers etensresten of swill wordt 1 emmer product gemaakt. Er wordt aangeraden om het 3 maanden te laten nacomposten voor het op de bodem te gebruiken, eventueel na het uitzeven van grote houtsnippers. Voor het nacomposten worden samen met de Ridan composteerder geïsoleerde vaten van 1 m³ aangeboden.

Bediening en onderhoud [69]

In principe kan iedereen de machine bedienen, maar in de praktijk is gebleken dat het beter is dat één iemand de eindverantwoordelijkheid heeft voor de invoer en de bediening. Voor het onderhoud is het belangrijk dat de Ridan schoon blijft en het ingaand materiaal geschikt is om te composteren. Ongewenste materialen kunnen leiden tot verstoppingen.



Figuur 15. Schematische weergave van het gebruik van de Ridan (afbeelding: IB). Het deksel wordt eraf gehaald. Verkleind afval en hulpstof ① worden bovenin gevoed. Na het voeden het roerwerk ② minimaal 6 keer draaien. Het product valt er dan via de uitlaat uit ③ en verse lucht ④ gaat er via de uitlaat in. Het product moet nog circa 3 maanden nagecomposteerd worden. Bij correct gebruik loopt de temperatuur hoog op. Waterdamp verlaat de Ridan via de deksel ⑤.

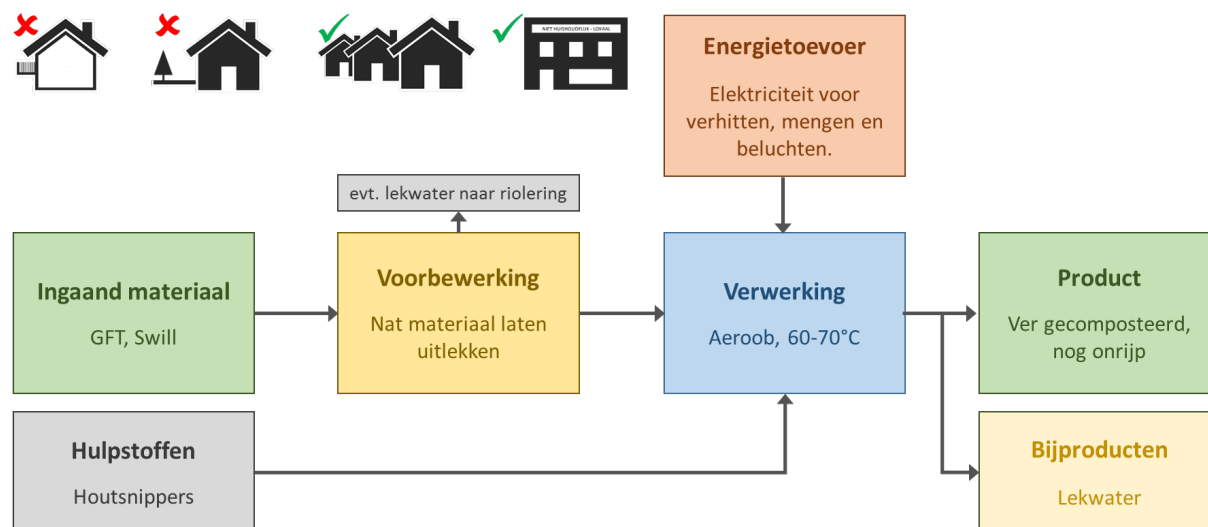
Circulaire economie en maatschappij

Het product van de Ridan is nog niet stabiel, waardoor nacompostering nodig is. Het nacomposteren is een vast onderdeel van de verwerking met een Ridan, dit wordt ook door de leverancier aangegeven. Het is een apparaat dat geen elektriciteit verbruikt, wat aantrekkelijk is voor mensen die zo “natuurlijk” mogelijk maar wel efficiënt op een wat grotere schaal willen composteren. Er moet wel ruimte zijn voor de narijningsbakken. Er wordt niet voldaan aan de eisen die m.b.t. de verwerkingstemperatuur gesteld worden aan de verwerking van dierlijke bijproducten.

De Ridan wordt toegepast op buurtschaal en bij organisaties of bedrijven, bijvoorbeeld scholen. Wanneer het apparaat zichtbaar staat opgesteld zal het ook een educatieve functie vervullen als voorbeeld van afvalscheiding en verwerking. Dit motiveert de burgers mogelijk ook om hun afval te gaan scheiden. De verwerking van dit afval zal bijdragen aan de kringloopsluiting.

5.5.4 Rocket

De Rocket is een composteermachine voor gft (met name de fractie etensresten) en swill, geproduceerd door het Britse bedrijf Tidy Planet en in Nederland geleverd door Eco-Cycle. Hij is verkrijgbaar in 6 verschillende modellen (A500, A700, A900, A1200, B1200 en B2500) die een hoeveelheid afval kunnen verwerken van 50 tot 20.000 liter per week. Deze zijn in te zetten op verschillende schaal, van compostering bij een school of kantoorgebouw tot grotere complexen en kleine gemeenschappen [70].



Composteisen-check	
Aerob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✓
Temperatuurmeting en -registratie	✓
Uitgerust met verwarmingselement	✓

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Nacomposteren is noodzakelijk om kringloopsluiting mogelijk te



Figuur 16. Rocket composteermachine op Eco-Cycle website (links) en bij Bergen Community College in New Jersey [71].

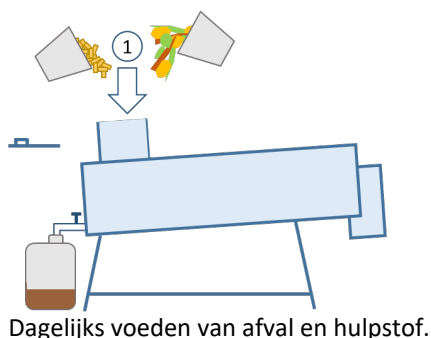
Rocket composteerder	
Bronnen: [49, 65, 70, 72-76]	
Leverancier in Nederland	Eco-cycle (https://www.eco-cycle.nl)
Producent (anders dan leverancier)	Tidy Planet Ltd (https://www.tidyplanet.co.uk)
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft, swill Hulpstof (droog, houtig)
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> - Het grootste risico is dat de etensresten te nat zijn of dat er te weinig houtachtig materiaal wordt gebruikt. Als de reactorinhoud te nat is kan deze verzuren. - Altijd ook goede hoeveelheid houtachtig materiaal voeden. De fabrikant noemt houtsnippers. - Geen versnipperd karton of papier voeden. Dit kan vast komen te zitten in het systeem. - Overbelasting van het systeem kan leiden tot verdichting van het materiaal, waardoor het vast blijft plakken in het systeem . - Er komt lekwater uit de machine, dit moet op een goede manier opgevangen worden anders kan er geuroverlast ontstaan. - Het systeem moet regelmatig (1x per week) gecheckt worden.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen mee gecomposteerd worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Voorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Grote stukken verkleinen, geen botten behalve hele kleine.
Ontwateren	Natte ingangsmaterialen laten uitlekken.
Hulpstof	Ja, houtachtig materiaal zoals zaagsel of snippers in een gelijk volume als het keukenafval (1:1). Hiermee worden de C:N verhouding en het vochtgehalte geoptimaliseerd.
Starter	Nee.
Proces	
Werkingsprincipe	Compostering in een geïsoleerd gesloten horizontaal vat met een geautomatiseerd roerwerk erin dat de reactorinhoud van de ene kant naar de andere kant laat bewegen (propstroomreactor). Tijdens het voeden komt verwerkt materiaal er aan de andere kant uit. Er is een luchtstroom door het hele vat, waardoor de beluchting goed is en de temperatuur hoog blijft. Overtollig vocht wordt als lekwater afgevoerd.
Procescondities	In het midden van de Rocket wordt de temperatuur tussen 60-70°C gehandhaafd door een interne thermostaat. Naar de uitgang toe koelt het materiaal af. De pH ligt tussen 6 en 8. Een vochtgehalte van 65% is ideaal. Dit is te beïnvloeden door de voeding aan te passen. De verblijftijd is ongeveer 2 weken.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Goede platte ondergrond zodat het apparaat stabiel staat. Stroomvoorziening. Onder afdak.
Elektriciteitsverbruik	Ja. 12-30 kwh/week (modellen A500 tot A1200).

	Grotere modellen (B1200 en B2500) gebruiken krachtstroom.
Overlast	Bij correct gebruik geen overlast.
Product	
Soort materiaal	Verregaand gecomposteerd nog niet stabiel materiaal, met nog veel onverteerde houtsnippers. Lekwater.
Aandachtspunten	De compost moet nog twee tot vier weken narijpen. Eventueel houtsnippers er uitzeven (afhankelijk van gebruik).
Stabiliteit	Niet stabiel.
Gebruik	Als compost, na voldoende lange nacompostering.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet voor de vaste fractie aan de minimumstandaard voor verwerking, mits het product voldoende lang kan narijpen.
VDBP/NVWA	De verwerking in de Rocket vindt plaats bij de temperaturen die voor de behandeling van dierlijke bijproducten vereist zijn. Erkenning door de NVWA is vereist. Er moet ook aan de andere betreffende eisen voldaan worden (zie §2.3).
Meststoffenwet	Het product moet nagecomposteerd worden om te voldoen aan de eisen die aan compost gesteld worden. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en circulaire economie	
Product	Volgens de beschikbare informatie is het vaste product na rijping een stabiele compost (geen meetgegevens gevonden) en kan deze als meststof worden toegepast. Er ontstaat ook lekwater. Of dit kan bijdragen aan de CE hangt af van de wijze van verwerking. Bij lozing op het riool kan mogelijk een deel van de grondstoffen daar worden teruggewonnen. Dit is afhankelijk van de ontvangende rwzi.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding. Positieve sociale effecten wanneer toegepast in buurtprojecten.

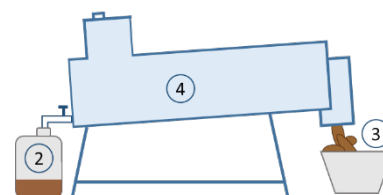
Werking en gebruik

De Rocket is net als de Ridan een reactor waar het afval aan de ene kant wordt gevoed en het product aan de andere kant wordt geoogst. De Rocket heeft een automatische doorvoer en verwarming. Het invoermateriaal wordt gemengd met een houtachtige hulpstof om een goede vochtigheid en C/N-verhouding te krijgen [76]. Als hulpstof kan versnipperd tuinafval gebruikt worden, houtsnippers of zaagsel [77]. Een mechanisch roerwerk leidt het materiaal door de reactor, waar het onder vooraf ingestelde hoge temperaturen wordt omgezet [76]. Een luchtstroom door het vat zorgt voor een goede beluchting.

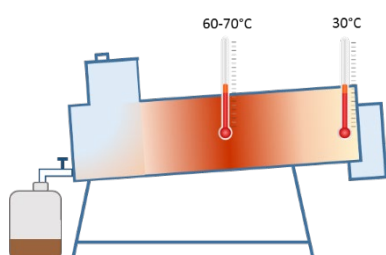
Overtollig vocht in de reactor komt vrij als lekwater. De Rocket staat onder een kleine hoek waardoor dit aan één kant kan worden opgevangen. Het lekwater kan worden bijgemengd in de machine om het vochtgehalte op peil te brengen, of via de riolering worden afgevoerd [74]. De juiste vochtigheid in het systeem is erg belangrijk voor het goed functioneren. Wanneer de inhoud te nat is kan het materiaal gaan verdichten, met een slechtere beluchting en mogelijke verstopping van het systeem tot gevolg. Een te droge inhoud kan schade toebrengen aan de roterende bladen [65].



Dagelijks voeden van afval en hulpstof.



De Rocket heeft een automatisch meng- en transportmechanisme. Overtollig water wordt als lekwater aan de voorkant afgetapt, het product wordt aan de achterkant geogst.



Binnenin de Rocket wordt de temperatuur m.b.v. een thermostaat op 60-70°C gehouden. Richting de uitlaat koelt het product af.

Figuur 17. Schematische weergave van het gebruik van de Rocket (afbeelding: IB). Het deksel wordt eraf gehaald. Verkleind afval en hulpstof ① worden bovenin gevoed. Lekwater wordt wanneer nodig vooraan afgetapt ②, het product wordt aan de achterkant geogst ③. Het transport van het materiaal in de Rocket gebeurt automatisch ④. Het product moet nog narijpen.

De kleinere modellen (A500, A700, A900 en A1200) werken op een normale elektriciteitsaansluiting en zouden ook voor buurtcomposteren van keukenafval geschikt kunnen zijn. De grotere modellen werken op krachtstroom (B1200 en B2500) en kunnen op grotere schaal ingezet worden [70].

Hygiëniseren

De Rocket voldoet aan de temperatuureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Hij wordt elektrisch verwarmd, waarbij de temperatuur zo wordt ingesteld dat de thermofiele micro-organismen blijven functioneren en tegelijkertijd hygiënisering optreedt [49, 73]. De temperatuur wordt gemeten en geregistreerd.

Product

Het vaste materiaal is nog niet volledig gecomposteerd, nacomposteren is vereist [49, 65]. Bij verwerking in de Rocket wordt ook lekwater geproduceerd. Dit moet goed opgevangen en verwerkt/afgevoerd worden. Dit voorkomt ook geuroverlast [72].

Bediening en onderhoud

De Rocket is makkelijk in gebruik, in principe kan iedereen de machine bedienen. Men moet bereid zijn om met regelmaat te voeden en met de machine bezig te zijn. Nalatigheid kan leiden tot verstoppingen van het systeem [65, 72]. In de praktijk is gebleken dat het beter is dat iemand de verantwoordelijkheid heeft, dat er een persoon is die toeziet op de werkzaamheden en het correct voeden en onderhouden van het systeem [73]. De Rocket is gesloten, waardoor ongedierte geen toegang heeft [49, 73].

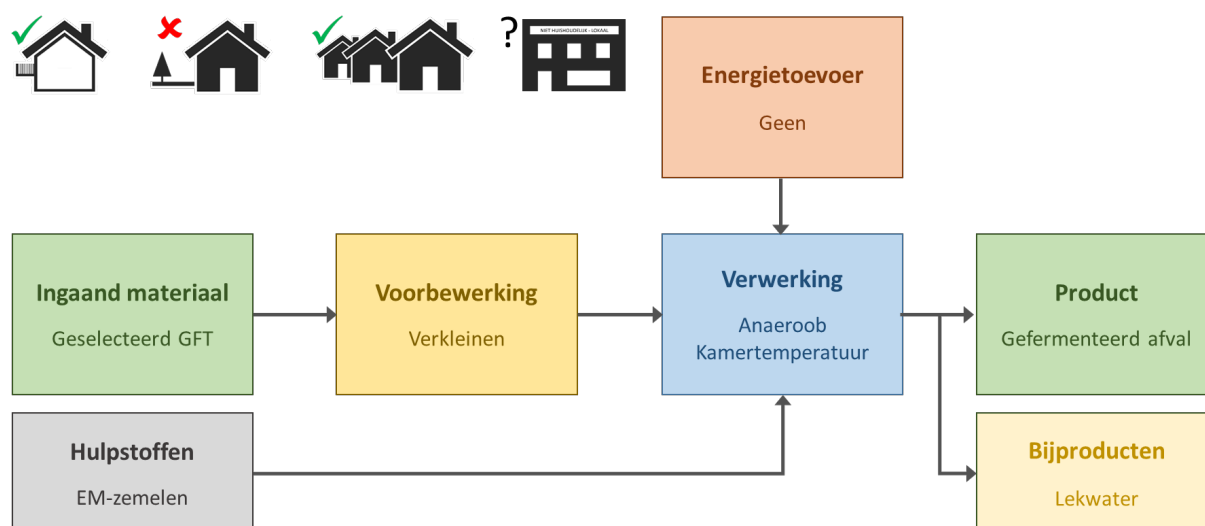
Circulaire economie en maatschappij

De Rocket voldoet aan de temperatuureisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten [73]. Vanwege de stabiliteitseisen voor compost moet het product nog wel nagecomposteerd worden, waarna het als meststof kan worden toegepast. Het lekwater voldoet niet aan de eisen voor compost en moet op een andere manier verwerkt of afgevoerd worden. Bij de compostering van relatief droog materiaal kan het wellicht toegevoegd worden. Waarschijnlijk kan dit niet in alle gevallen en zal lekwater veelal op het riool geloosd worden. Het is daarom aan te raden om de hoeveelheid lekwater zo klein mogelijk proberen te houden. Een aspect om rekening mee te houden is de noodzaak om droge houtige hulpstof bij te mengen. Dit moet dus in voldoende grote hoeveelheden beschikbaar zijn.

De Rocket kan worden toegepast op buurtschaal. Vanwege de grotere technische complexiteit is het de vraag of het apparaat geschikt is voor gebruik in buurtcomposteringsprojecten die door de bewoners zelf worden beheerd. Een alternatief is het gebruik op buurtschaal door een externe partij, zoals in Hengelo gebeurt. Buurtbewoners zijn betrokken doordat zij hun afval naar een ophaalpunt brengen, maar werken niet zelf met de machine (zie Bijlage E). Wanneer het apparaat zichtbaar staat opgesteld zal het ook een educatieve functie vervullen en burgers mogelijk stimuleren om zelf ook om hun afval te gaan scheiden.

5.6 Fermenteren met Bokashi

Bokashi is een methode waarbij organisch afval zoals keukenafval en resten van planten volgens specifieke instructies wordt gefermenteerd. Dit is een anaeroob proces, zie §3.2.2. Voor de Bokashi-fermentatie worden een speciaal hiervoor gekweekte bacteriecultuur (“effectieve micro-organismen”) en andere hulpstoffen gebruikt, die samen met het invoermateriaal in laagjes in een afgesloten emmer¹⁵ worden aangebracht. Met de naam Bokashi wordt zowel het proces als het resulterende product aangeduid.



¹⁵ Grootschalige verwerking vindt plaats in afvalcontainers of langgerekte afgedekte hopen. Dit verloopt net op een iets andere manier, met ander ingaand materiaal dan kleinschalige verwerking. Zo wordt er onder andere kalkachtig materiaal toegevoegd om verzuring tegen te gaan [78]. Deze grootschaligere aanpak van Bokashi valt buiten deze studie.

Composteisen-check	
Aeroob proces	✗
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✗
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

In vergelijking met composteren is de afbraak beperkt.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Composteren is noodzakelijk om kringloopsluiting mogelijk te maken.



Figuur 18. Bokashi emmer met toebehoren [79] en open Bokashi emmer [80].

Bokashi	
Bronnen: [81-88]	
Leverancier in Nederland	Agriton (https://www.agriton.nl), EM bokashi en vele anderen
Producent (anders dan leverancier)	Verschillende. Ook zelf te maken.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft zonder dierlijke bijproducten. Bokashi starter bestaande uit met EM gefermenteerde tarwezemelen (en melasse).
Aandachtspunten	Materiaal moet verkleind worden en mag niet te vochtig zijn. Geen houtachtige materialen, geen beschimmeld afval, geen dierlijke bijproducten.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen meegefermenteerd worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Grote stukken verkleinen
Ontwateren	Wanneer nodig, via aftapkraantje.
Hulpstof	Ja, de speciale micro-organismen (EM) moeten bij elke laag afval worden gedoseerd.
Starter	EM

Proces	
Werkingsprincipe	<p>Een gedeeltelijke anaerobe afbraak (zie §3.2.2) waarbij het biologisch afbreekbaar afval deels wordt omgezet in organische zuren. Vanwege de zure omstandigheden wordt het materiaal geconserveerd en niet verder afgebroken. Mits goed uitgevoerd komt er bij deze fermentatie geen methaan vrij.</p> <p>Er wordt laag voor laag opgebouwd (afwisselend afval en EM), en de lagen moeten goed worden aangedrukt. Als de emmer vol is wordt deze afgesloten. Na twee weken kan het product geoogst worden en begint de cyclus opnieuw.</p> <p>Bij een standaard Bokashi-keukenemmer wordt eenmaal daags het lekwater afgetapt.</p>
Procescondities	De pH daalt omdat het materiaal verzuurt. De temperatuur volgt de omgevingstemperatuur en bepaalt samen met de invoer de benodigde tijdsduur. Omdat het een anaeroob proces is loopt de temperatuur onder normale omstandigheden vrijwel niet op. Een vochtigheid van 30% is ideaal, deze is te beïnvloeden door de voeding aan te passen/.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Er zijn minimaal twee emmers nodig omdat het materiaal twee weken in de volle gesloten emmer moet rusten voor het verder verwerkt kan worden.
Elektriciteitsverbruik	Nee.
Overlast	Bij correct gebruik zal er geen overlast zijn, bij onjuiste behandeling kan geuroverlast optreden. Bij het openen van de emmer en het aanbrengen van de laagjes komt een fermentatiegeur vrij. Of dit als vervelend wordt ervaren is persoonlijk.
Product	
Soort materiaal	Gefermenteerd gft en lekwater.
Aandachtspunten	Compostering vereist om als meststof te mogen worden toegepast.
Stabiliteit	Instabiel.
Gebruik	In de praktijk wordt het vaste product door gebruikers ingegraven in de bodem om als meststof te dienen, of als grondstof voor composteren gebruikt. Lekwater wordt in de praktijk in verdunde vorm gebruikt als gietwater met meststoffen. Officieel is het product geen compost. Het dient gecomposteerd te worden om het als meststof in de kringloop te mogen brengen.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet niet aan de minimumstandaard voor verwerking. Het materiaal moet altijd nagecomposteerd worden.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen van de VDBP. De temperatuur wordt niet hoog genoeg. Om te kunnen voldoen aan de VDBP zou voor- of achteraf gehygiëniseerd moeten worden en aan de andere betreffende eisen voldaan moeten worden (zie §2.3). Geen erkenning door de NVWA nodig wanneer het verwerking door een particulier betreft.
Meststoffenwet	Het product moet gecomposteerd worden om te voldoen aan de eisen die aan compost gesteld worden. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.

Maatschappij en circulaire economie	
Product	De vaste fractie heeft geen directe bijdrage aan de CE, deze moet eerst gecomposteerd worden voor hij kan worden toegepast voor kringloopsluiting. Er ontstaat ook lekwater. Of dit kan bijdragen aan de CE hangt af van de wijze van verwerking. Bij lozing op het riool kan mogelijk een deel van de grondstoffen daar worden teruggewonnen. Dit is afhankelijk van de ontvangende rwzi.
Methode	Bokashi staat onder de gebruikers goed bekend en is in die groep motiverend voor afvalscheiding. Er kunnen positieve sociale effecten zijn wanneer de methode wordt toegepast in buurtprojecten. Het is wel een relatief bewerkelijke methode, en de EM wordt in de meeste gevallen gekocht. Dit zou demotiverend kunnen werken. Ook ziet het product er nog vrijwel hetzelfde uit als de invoer. Voor appartementenbewoners kan Bokashi een manier zijn om hun keukenafval enige tijd te kunnen bewaren zonder dat het bederft (geur/ongedierte), voordat zij het naar een buurtverwerking of gft-bak brengen.

Werking en gebruik

Etenresten worden verkleind en samen met een speciaal hiervoor gekweekte bacteriecultuur (*effectieve micro-organismen*, EM) en eventueel andere hulpstoffen in een afgesloten emmer verwerkt. De materialen worden in laagjes aangebracht en goed aangedrukt, waarna eenvoudig afbreekbaar materiaal snel wordt omgezet in organische zuren, vooral melkzuur. Als gevolg van de verzuring worden andere micro-organismen geremd en het verdere afbraakproces onderbroken. In dat opzicht is Bokashi vergelijkbaar met inkuilen.

Hygiëniseren

Bokashi is een anaeroob proces, de temperatuur loopt niet op zoals bij aerobe composering. Ook wordt het materiaal niet met opzet verhit. Er wordt dus niet voldaan aan de temperatuureisen die voor de verwerking van dierlijke bijproducten gesteld worden. Bij een goed verlopende fermentatie is de concentratie organische zuren in een Bokashi-emmer hoog, en is het materiaal dus zuur. Dit is ongunstig voor verschillende ziekteverwekkende micro-organismen. De inactivering en/of afsterving van ziekteverwekkers is echter niet gegarandeerd, en ook zal deze niet afdoende zijn om te kunnen spreken van een gehygiëniseerd product. Onderzoek naar pathogenen in levensmiddelen zoals yoghurt en gefermenteerde groenten laat zien dat bijvoorbeeld *Salmonella* en *Listeria* dit soort omstandigheden kunnen overleven [89-91].

Product

Er wordt vaak gesproken over “bokashi-compostering”. Fermentatie is echter een anaeroob proces, en de producten van Bokashi zijn niet stabiel. Het vaste product is dus geen compost, maar gefermenteerd organisch afval. In het product zijn de verschillende toegevoegde resten nog herkenbaar. Het lekwater, dat regelmatig wordt afgetapt, voldoet ook niet aan de eisen voor goedgekeurde meststof. In de praktijk wordt dit wel vaak in een 1/100 verdunning gebruikt als gietwater voor kamerplanten.

In vergelijking met het composteringsproces wordt de organische stof tijdens het fermentatieproces vrijwel niet afgebroken en gaat er minder stikstof verloren [92]. Fosfor en kalium blijven in beide methoden even goed bewaard [85]. Zolang het materiaal afgesloten wordt bewaard zal het product

zuur blijven, en bederft het niet verder. Hierdoor is Bokashi een geschikte methode voor mensen die hun afval enige tijd willen bewaren zonder dat het gaat rotten, en pas later verder verwerken. Op het moment dat het Bokashi-product wordt gecomposteerd gaat de omzetting van organische stof en nutriënten verder en wordt uiteindelijk compost geproduceerd.

Ook al voldoet het product van Bokashi niet aan de eisen voor toegestane meststoffen, wordt het in de praktijk door gebruikers toch toegepast als meststof. Het wordt dan in de bodem ingegraven. In de bodem gaan de afbraakprocessen verder, net als wanneer het product gecomposteerd zou worden. Gebruikers schrijven verschillende voordelen toe aan het gebruik van Bokashi, waaronder stimulering van het bodemleven en de bodemvruchtbaarheid [86, 92]. De beschikbare informatie in de professionele en wetenschappelijke literatuur is echter niet eenduidig. In sommige publicaties wordt bijvoorbeeld een betere gewasopbrengst of –kwaliteit beschreven [93-95] terwijl er in andere studies geen significante verschillen werden gevonden [96-98]. Ook over het effect op de onkruid- en ziekteveredendheid worden tegenstrijdige effecten gerapporteerd [78, 93]. Een diepgaande analyse van het effect van Bokashi op de bodem valt buiten het bereik van deze studie.

Bediening en onderhoud

De Bokashi-emmers zijn met een duidelijke instructie door iedereen op de correcte manier te vullen. Een beperkende factor is dat het product voor gebruik gecomposteerd moet worden. Er is geen onderhoud aan de emmers.

Circulaire economie en maatschappij

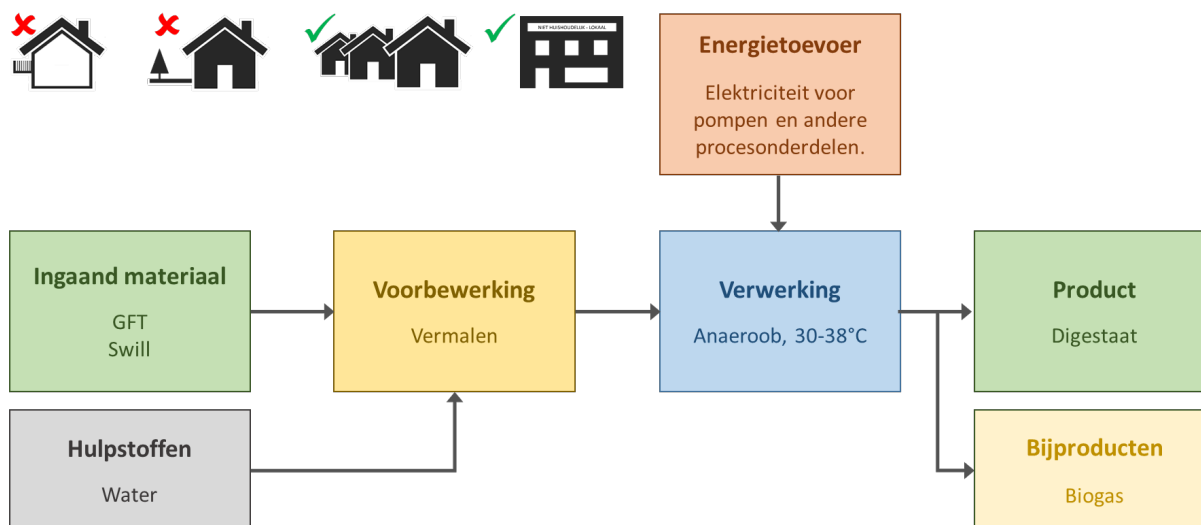
Onder gebruikers staat Bokashi goed bekend, en is de methode motiverend voor afvalscheiding. Het product van Bokashi uit gft en swill heeft echter geen directe bijdrage aan de circulaire economie: het moet eerst gecomposteerd worden voordat het als meststof mag worden toegepast. In Hengelo is een pilot gedaan met Bokashi voor appartementenbewoners, zie Bijlage E.

5.7 Kleinschalige vergisting

5.7.1 Swill

Swill is anaeroob zeer goed afbreekbaar en kan in een vergister worden omgezet in biogas en digestaat (zie §3.2.2 voor uitleg over anaerobe processen). Het biogas wordt opgevangen en gebruikt als energiebron: als aardgasvervanger of voor elektriciteitsproductie. De reactorinhoud, het digestaat, blijft over. Daarin bevinden zich de tijdens de vergisting gevormde anaerobe biomassa en de resten niet volledig omgezette organische stof uit het ingangsmateriaal. Ook zijn vrijwel alle nutriënten nog aanwezig. Het digestaat moet eerst nog gecomposteerd worden voor het als meststof mag worden toegepast.

Bij de grootschalige composteerbedrijven (§5.9) wordt momenteel circa één derde van het ingangsmateriaal eerst vergist en daarna gecomposteerd [99]. Daarnaast zijn er kleinschalige initiatieven. Voorbeelden daarvan zijn de Broodvergister van BroodNodig in Rotterdam, de vergister van The Waste Transformers bij de Westergasfabriek in Amsterdam (swill uit restaurants) en de Swillpower-reactor die ontwikkeld wordt in het kader van het Power to Flex samenwerkingsproject tussen bedrijven, hogescholen en overheden uit Noord- Nederland en Noord-Duitsland.



Composteisen-check	
Aerob proces	✗
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✗
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✓
Temperatuurmeting en -registratie	✓
Uitgerust met verwarmingselement	✓

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Composteren is noodzakelijk om kringloopsluiting mogelijk te maken.

Vergisting van swill	
Leverancier in Nederland	o.a.: Enki Energy, Waste Transformers
Producent (anders dan leverancier)	Idem. Niet zeker welke leveranciers ook zelf de installatie bouwen.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft, swill Water
Aandachtspunten	De vaste delen moeten goed vermalen zijn anders is de vergisting niet efficiënt. Hoe dun of dik het mengsel mag zijn is afhankelijk van het type vergister. Er moet op gelet worden dat er niet te veel wordt gevoed zodat het proces stabiel blijft verlopen.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen meeverwerkt worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Materiaal wordt eerst vermalen.

Ontwateren	Met het oog op het volume voor opslag en transport is dit aan te raden, maar voor het vergistingsproces is ontwateren niet noodzakelijk en voor de meeste soorten vergisters niet wenselijk. Normaliter worden etensresten en swill met water vermalen en daarna vergist.
Hulpstof	In principe geen. Bij problemen met de pH in de vergister kan het nodig zijn om chemicaliën te doseren om deze bij te stellen.
Starter	Digestaat als entmateriaal bij opstart.
Proces	
Werkingsprincipe	Anaerobe vergisting met biogasproductie.
Procescondities	Mesofiele condities (20-38°C) moeten worden gehandhaafd, een temperatuur boven de 30°C is wenselijk. De pH dient tussen de 6.5-8.5 te liggen en is sterk afhankelijk van ingaande stroom. De efficiëntie van het gistingproces hangt onder meer samen met verblijftijd, temperatuur, zuurgraad, toxiciteit en samenstelling van het aangevoerde materiaal. Bij lagere temperaturen verloopt het proces langzamer en zijn langere verblijftijden en dus grotere reactoren nodig. Normaliter ligt de verblijftijd in de reactor tussen 2 en 4 weken, afhankelijk van de precieze configuratie en condities. Opwarming kost echter energie.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Er is technische kennis en expertise nodig voor het correct ontwerpen, bouwen en bedrijven van de installatie. Vlakke ondergrond, elektriciteitsaansluiting, rioolaansluiting
Elektriciteitsverbruik	Ja. Onder andere voor pompen en vermalers en eventueel voor een roermechanisme (afhankelijk van de specifieke uitvoering).
Overlast	Bij correct gebruik geen overlast.
Product	
Soort materiaal	- Biogas, dat bestaat uit vooral methaan en CO ₂ . - Digestaat. Dit moet in elk geval nagecomposteerd worden. - Warmte.
Aandachtspunten	Digestaat van swill en/of gft moet eerst nog gecomposteerd worden voor het als meststof mag worden toegepast. Biogas is brandbaar, de risico's moeten goed beheerd worden. Gas dat weglekt kan gevaarlijk zijn voor de gezondheid en geuroverlast geven (aanwezigheid van H ₂ S). Methaan is een sterk broeikasgas.
Stabiliteit	Het digestaat is aerob instabiel. Het bevat nog resten biologisch afbreekbare organische stof.
Gebruik	Als grondstof voor compostering.
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet niet aan de minimumstandaard voor verwerking, het product moet nog nagecomposteerd worden.
VDBP/NVWA	Mesofiel vergisten voldoet niet aan de temperaturen die voor de behandeling van dierlijke bijproducten vereist zijn. Er is wel temperatuurmeting en –registratie en de temperatuur kan wel gecontroleerd worden. Voor niet-particulieren is erkenning door de NVWA vereist. Er moet ook aan de andere betreffende eisen voldaan worden (zie §2.3).

Meststoffenwet	Het product moet gecomposteerd worden om te voldoen aan de eisen die aan compost gesteld worden. Samenstelling van het product is afhankelijk van de invoer en de mate van stabilisatie.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	Niet direct. Het product moet nog gecomposteerd worden, waarna de compost toegepast kan worden voor kringloopsluiting.
Methode	Afhankelijk van de inpassing in het algehele inzamelings- en verwerkingsconcept kan de vergisting van gft en swill motiverend zijn voor afvalscheiding. Het idee dat er uit afval energie gewonnen wordt spreekt mensen aan.

Werking en gebruik

Vermalen etensresten en swill worden periodiek aan de vergister gedoseerd. De vermaler kan in het systeem geïntegreerd zijn, of er kan gebruik worden gemaakt van ingezameld vermalen materiaal. De twee meest voorkomende types reactoren voor de vergisting van etensresten en swill zijn de geroerde tank ("CSTR") en de opstroomreactor waarbij de invoer van onderen in de reactor komt en de waterfractie de reactor van boven verlaat. De CSTR produceert een gemengd digestaat, terwijl bij de opstroomreactor het slib aan de onderkant wordt afgetapt. In beide gevallen wordt biogas geproduceerd en afgevangen.

Vergisters worden zeer regelmatig (of continu) gevoed, met geschikte hoeveelheden per keer. Het ontwerpvolume van de vergister wordt aangepast aan de hoeveelheden te verwerken afbreekbaar materiaal en de verwachte activiteit van het slib. Bij een snel afbreekbaar materiaal zoals etensresten en swill is het relatief eenvoudig om de micro-organismen te overvoeren en zo de vergisting uit balans te brengen. Zie ook §3.2.2.

Hygiëniseren

Bij de mesofiele vergisting van gft en swill dient het materiaal vooraf of achteraf gehygiëniseerd te worden. Dit kan een pasteuriseringsinstallatie zijn, of een goed uitgevoerde nacompostering. Thermofiele vergisting van gft en swill zou een hygiënisatiestap overbodig maken, maar deze optie is nog niet uitontwikkeld.

Product

In de meeste gevallen is biogas het gewenste product van de vergisting en wordt het digestaat gezien als een restproduct. In de context van dit onderzoek, de ontwikkeling naar een circulaire economie, is het digestaat echter het product, omdat het de organische stof en de nutriënten bevat. De aard van het digestaat is afhankelijk van de invoer en van de gekozen vergistingsmethode. Voor een goede menging en een optimaal contact van de micro-organismen met het afval wordt het ingangsmateriaal fijn gemalen en verwerkt in de vorm van een slurry. Hoe natter het ingaande materiaal, hoe natter het digestaat. Hiermee moet rekening gehouden worden in de nacompostering.

Bediening en onderhoud

Anaerobe vergisters voor etensresten en swill moeten door goed getraind personeel bediend worden. De dagelijkse bediening is niet moeilijk, maar men moet kunnen omgaan met variaties in de invoer en de mogelijke effecten op de vergisting. Daarnaast zijn er veiligheidsaspecten bij het werken met biogas. Ook bij de kleinschalige initiatieven wordt de vergister gevoed en bedreven door personen die daarvoor zijn opgeleid.

Circulaire economie en maatschappij

Het digestaat van vergiste etensresten en swill is geen compost, het moet eerst gecomposteerd worden om het als meststof te kunnen gebruiken. Vergisten is een manier om naast meststoffen ook energie te winnen uit organische reststromen. Het biogas kan worden ingezet als aardgasvervanger of om elektriciteit mee te produceren. Warmte die vrijkomt bij het gebruik van biogas kan worden gebruikt om de vergister te verwarmen en deze zo efficiënter te laten functioneren. Het maken van energie uit organisch afval spreekt mensen aan, waardoor men gemotiveerd kan raken om zelf ook afval te gaan scheiden. Bij het aanleveren van etensresten en/of swill wordt in sommige gevallen duidelijk een sociale component gezocht, zoals in het geval van de Westergasfabriek waar mensen met afstand tot de arbeidsmarkt bij het project zijn betrokken.

5.7.2 Mengsel van swill en toiletafvalwater

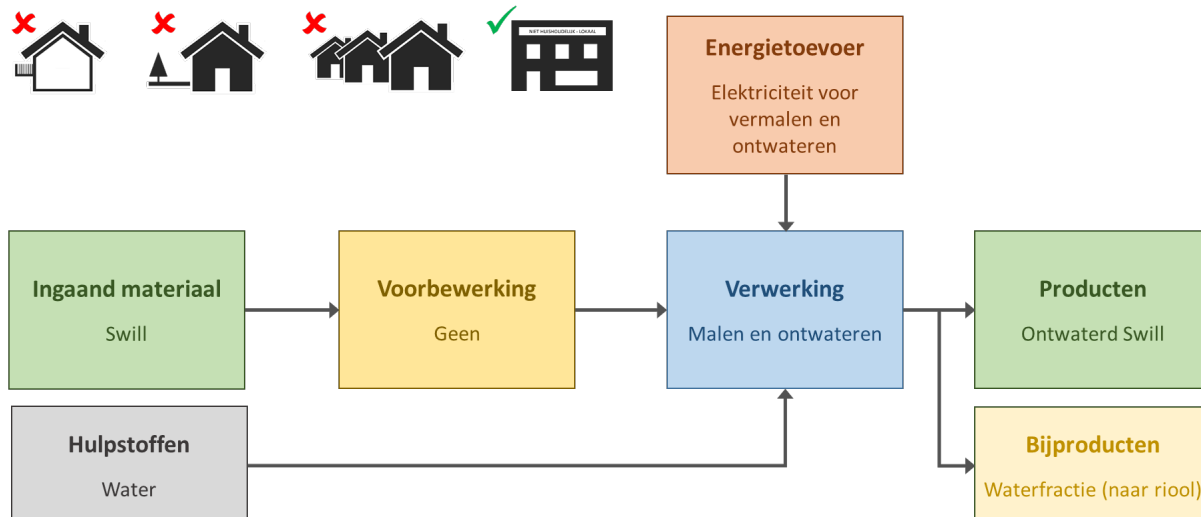
Vermalen swill kan ook gemengd met gescheiden ingezameld geconcentreerd toiletafvalwater worden vergist. Dit gebeurt onder andere door DeSaH BV in de wijk Noorderhoek in Sneek [100, 101]. In Kerkrade wordt gewerkt aan het project Superlocal, door onder andere Waterschapsbedrijf Limburg [102]. Ook in het buitenland zijn er projecten die volgens dit principe hun toiletafvalwater en keukenafval (gaan) verwerken, bijvoorbeeld De Nieuwe Dokken in Gent [103, 104]. In plaats van spoeltoiletten worden in deze verwerkingsconcepten vacuümtoiletten gebruikt. Vacuümtoiletten hebben een zeer klein spoelvolume (0.5-1 liter per spoeling), en doordat het toiletafvalwater gescheiden van het overige afvalwater wordt ingezameld blijft dit sterk geconcentreerd. Etensresten (of swill) worden in de keuken met een etensrestenvermaler onder toevoeging van water verkleind, en daarna onder vacuüm afgevoerd en bij het toiletafvalwater gevoegd. Uit de gemengde stroom worden biogas en nutriënten (bijv. struviet) teruggewonnen. Het overige huishoudelijke afvalwater wordt apart behandeld. Het digestaat bevat niet-afgebroken OS uit etensresten en afvalwater, (resten) niet-teruggewonnen nutriënten en zuiveringsslib.

Hoewel technisch uitvoerbaar op kleine schaal, is dit concept in de praktijk het meest geschikt voor een schaal van buurtniveau of groter. De technologie van een vergistingssysteem voor geconcentreerd toiletafvalwater en vermalen etensresten/swill is vergelijkbaar met dat voor het vergisten van alleen etensresten/swill. Omdat de toiletten ook onderdeel zijn van het inzamelingsstelsel is het hele concept wel uitgebreider en complexer. Er wordt in dit systeem niet voldaan aan de regels voor verwerking van gft en swill. Daarnaast is vanwege de koppeling met de toiletten ook de wet- en regelgeving m.b.t. afvalwater en zuiveringsslib van toepassing. Dat geeft beperkingen ten aanzien van het gebruik van de producten in de landbouw: het geproduceerde zuiveringsslib mag onder de huidige regels niet toegepast worden als meststof, en moet worden afgevoerd naar de slibverbranding. Het uitwerken van het afvalwater- en zuiveringsslibbeleid, en de koppeling daarvan met de mestwetgeving valt buiten de reikwijdte van deze studie. Deze optie is daarom niet in detail uitgewerkt.

5.8 Vermalen en ontwateren: Green Machine en Rendisk Solus Eco

De Green Machine en de Rendisk Solus Eco zijn systemen die swill van professionele keukens vermalen en met behulp van een centrifuge ontwateren. Uiteindelijk blijft circa 20% van het volume over als ontwaterd swill. Het gaat hierbij dus alleen om een methode voor de inzameling en voorbereiding van swill: er is een sterke reductie in de hoeveelheid vast afval, maar er is geen sprake van verwerking tot meststof. Om tot meststof verwerkt te kunnen worden moet het vaste product van de ontwatering naar een composterings- of biogasinstallatie gebracht worden. Omdat deze manier van omgaan met

swill in de praktijk door restaurants wordt toegepast en in de belangstelling blijft staan, is hij toch in deze studie opgenomen.



De vloeibare fractie van het afval en het tijdens het vermalen toegevoegde water worden via het riool naar de rwzi afgevoerd. Dit is onder voorwaarden toegestaan zolang er geen vaste of vermalen delen aanwezig zijn: in Nederland mogen vaste of vermalen voedselresten niet via het riool afgevoerd worden. Zie ook §2.8.

Composteisen-check	
Aeroob proces	✗
Microbiële afbraak van OS	✗
Product is stabiel	✗
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✗
Thermische isolatie	✗
Temperatuurmeting en -registratie	✗
Uitgerust met verwarmingselement	✗

Het vaste product.

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Composteren is noodzakelijk om kringloopsluiting mogelijk te maken.



Figuur 19. The Green Machine B-200 (links, [105]) en Rendisk Solus Eco (rechts, [106]).

The Green Machine / Rendisk Solus Eco en Rendisk Flex WasteDispo Dehydrated	
Leverancier in Nederland	Metos (https://www.metos.nl) The Green Machine Industrial (https://www.thegreenmachine.nl)
Producent (anders dan leverancier)	-
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Swill Water
Aandachtspunten	De typische niet-verwerkbare materialen moeten apart worden gehouden, zoals plastic en metaal.
Risico op ongewenste materialen	Of er ongewenste materialen ingevoerd worden hangt af van hoe goed de gebruiker hierover geïnformeerd is, en hoe deze de eventuele risico's inschat. De ingebouwde vermalder voorkomt het voeden van te grote stukken.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting.
Vorbewerking	
Vervuilingen	Verwijderen.
Verkleinen	Nee, dit gebeurt in de machine.
Ontwateren	Nee, dit gebeurt in de machine.
Hulpstof	Water om het afval goed te kunnen vermalen.
Starter	-
Proces	
Werkingsprincipe	Keukenafval wordt in één of meerdere "afvalstations" vermalen en daarna met een centrifuge ontwaterd
Procescondities	-
Eisen aan het bedienen van de installatie	Binnen Krachtstroom. Watersluiting. De ontwateringsunit moet op het riool worden aangesloten.
Elektriciteitsverbruik	Ja, krachtstroom.
Overlast	Geen.
Product	
Soort materiaal	Ontwaterd vermalen swill. Het vaste product is circa 10-20% van het oorspronkelijke volume.
Aandachtspunten	Bij het vermalen van swill wordt in de meeste gevallen water gebruikt. De vloeistoffractie, circa 80-90% van het ingaande volume, wordt via het riool afgevoerd.
Stabiliteit	Niet stabiel.
Gebruik	Als grondstof voor compostering of biogasproductie met nacompostering [107].
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet niet aan de minimumstandaard voor verwerking, afval wordt alleen vermalen en ontwaterd.
VDBP/NVWA	Voldoet niet aan de eisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Erkenning door de NVWA is vereist.

Meststoffenwet	Het product voldoet niet aan de eisen die aan compost gesteld worden, het moet gecomposteerd worden om als meststof gebruikt te mogen worden.
Maatschappij en circulaire economie	
Product	Het product moet gecomposteerd worden voor het als meststof kan worden toegepast, eventueel met anaerobe vergisting als tussenstap. Een deel van de organische stof en nutriënten verdwijnen via het riool. Afhankelijk van de ontvangende rwzi kan een deel van de grondstoffen daar worden teruggewonnen.
Methode	Motivatie voor afvalscheiding in de horeca.

Werking en gebruik

Beide systemen werken volgens hetzelfde principe van vermalen en vervolgens ontwateren. De verwerkingscapaciteiten van de Green Machine en de Rendisk Solus Eco zijn respectievelijk 550 en 450 kg/uur. Rendisk heeft als extra optie de Flex WasteDispo Dehydrated, waarbij meerdere afvalstations op één ontwateringsunit kunnen worden aangesloten. Dit gebeurt door middel van een vacuümleiding, ook over verschillende verdiepingen van een gebouw.

Hygiëniseren

Bij deze methode wordt het materiaal niet gehygiëniseerd.

Product

Het ontwaterde vermalen swill, ongeveer 10-20% van het oorspronkelijke volume, neemt vergeleken met het ingangsmateriaal veel minder plaats in en is het makkelijker te transporteren. Om in de kringloop gebracht te kunnen worden moet het wel eerst gecomposteerd worden, eventueel met anaerobe vergisting als tussenstap.



Figuur 20. Product van ontwatering (Rendisk [106])

De waterfractie bestaat uit vloeibare etensresten, uit het materiaal vrijgemaakte opgeloste stoffen en zeer kleine deeltjes. De grootte van deze deeltjes en het aandeel ervan in de geloosde stroom hangen af van de gebruikte ontwateringsmethode. The Green Machine en de machines van Rendisk scheiden deeltjes met een diameter van 1,5 mm en groter af.

Bediening en onderhoud

De afvalstations zijn zo ontworpen dat het keukenpersoneel deze eenvoudig kan bedienen. De bediening beperkt zich tot aan- en uitschakelen, en eventueel resetten of een extra cyclus starten. Het vermalen en reinigen gaat automatisch. Er is een spuitpistool voor het schoonmaken van de buitenkant.

Circulaire economie en maatschappij

Het vaste product van het vermalen en ontwateren van swill heeft geen directe bijdrage aan de Circulaire Economie. Het heeft een afvalstatus en moet gecomposteerd worden voor het in de kringloop gebracht kan worden. De vloeibare fractie wordt op het riool geloosd en daarna op de rwzi gezuiverd. Of het gebruik van de ontwaterinstallatie een extra vracht naar de rwzi geeft hangt af van hoe men met etensresten omging voordat de installatie in gebruik was: handmatige verwijdering en afvoer via de swillcontainer, of voorspoelen/afwassen en afvoer via het riool.

De machine kan een motivatie geven om organisch afval apart te houden, aangezien het afvalvolume sterk gereduceerd wordt en er daardoor minder swillcontainers met bijbehorende opslag- en ophaallogistiek nodig zijn. In grote keukens is er ook een besparing op het aantal manuren, omdat er minder met volle containers gelopen wordt [108].

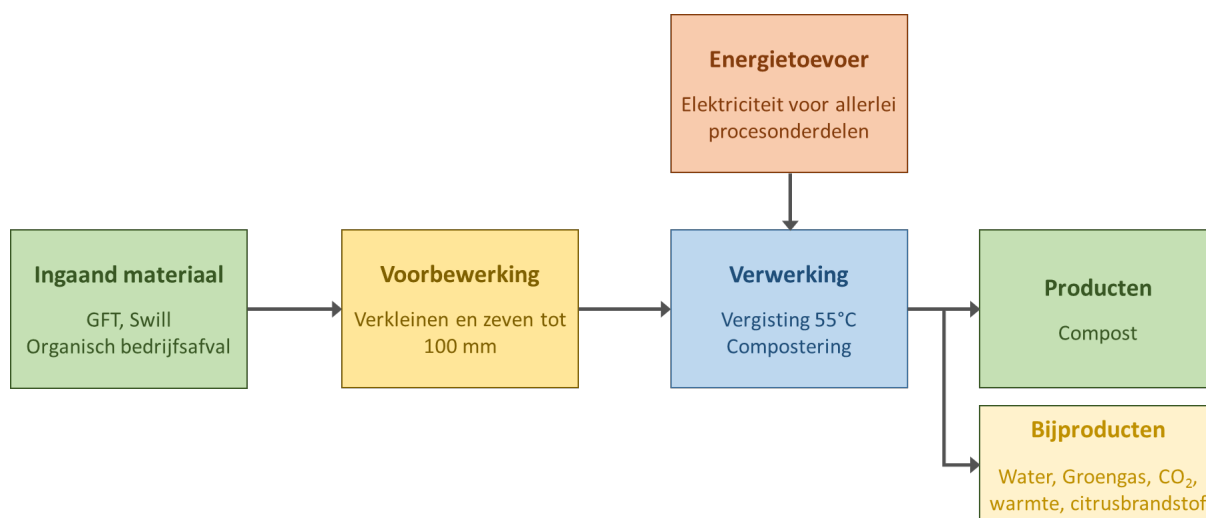
Deze methode wordt toegepast voor de verwerking van afval uit professionele keukens, waardoor de betrokkenheid van burgers laag is. Het apparaat zal in de meeste gevallen niet zichtbaar zijn voor de gasten. Wanneer er melding van wordt gemaakt dat swill gescheiden wordt ingezameld en daarna op een goede manier verwerkt, kan het wel een educatieve functie hebben als concreet voorbeeld van afvalscheiding.

Rendisk heeft momenteel een composteermachine in ontwikkeling om het ontwaterde swill ter plekke verder te kunnen verwerken. Het concept inclusief verwerking heeft de naam "Rendisk Circular". Op de internetpagina van The Green Machine wordt een Bokashisysteem genoemd.

5.9 Professioneel grootschalig voorvergiften en composteren

In 2017 is in Nederland bij 21 installaties gescheiden ingezameld gft uit huishoudens verwerkt via professioneel vergisten en/of composteren. Dat zijn allemaal grootschalige installaties: per locatie lagen de verwerkte hoeveelheden in dat jaar tussen de 32 en 2212 kton gft. Bij bedrijven die ook een vergistingsinstallatie hebben wordt gemiddeld de helft van het beschikbare gft afval vergist, circa 30% van de totaal ingezamelde hoeveelheid [99].

De bedrijven maken gebruik van verschillende procesconfiguraties voor vergisten en composteren, die niet allemaal in detail beschreven kunnen worden. In overleg met RWS is het bedrijf Meerlanden geselecteerd om als voorbeeld in deze rapportage op te nemen. Meerlanden is actief in de regio Aalsmeer, Bloemendaal, Diemen, Haarlemmerliede en Spaarnwoude, Haarlemmermeer, Heemstede, Hillegom, Lisse en Noordwijk en zamelt huishoudelijk afval in van 320.000 inwoners en afval van 3.800 bedrijven [109]. Het bedrijf heeft de ambitie om zo veel mogelijk herbruikbare materialen, grondstoffen en energie terug te winnen. In 2017 produceerde Meerlanden 20.000 ton compost uit 55.000 ton ingezamelde gft. Deze compost wordt afgezet in de (lokale) markt.



Composteisen-check	
Aeroob proces	✓
Microbiële afbraak van OS	✓
Product is stabiel	✓
Product is niet verpompbaar	✓
Product bevat geen dierlijke mest	✓
Voldoet aan definitie van compost	✓
Thermische isolatie	✓
Temperatuurmeting en -registratie	✓
Uitgerust met verwarmingselement	✓

In principe niet. Afhankelijk van gebruiker.

Temperatuur van vergisting en compostering wordt beheerst.

Professioneel grootschalig composteren met voorvergisting	
Leverancier in Nederland	Voorbeeld: Meerlanden (https://www.meerlanden.nl)
Producent (anders dan leverancier)	n.v.t.
Ingaand materiaal	
Soort materiaal	Gft, swill Ander organisch bedrijfsafval, waaronder een aparte vethoudende stroom afkomstig uit de voedingsmiddelenindustrie.
Aandachtspunten	Vervuilingen, met name plastic, glas, kadavers, bestrijdingsmiddelen (herleidbaar via aanwezigheid van verpakkingen), metaal.
Risico op ongewenste materialen	Wisselend, afhankelijk van de betrokkenheid van de burger. Elke wagen wordt beoordeeld op vervuiling, bij het aantreffen van onacceptabele vervuiling wordt de partij afval afgekeurd.
Hoe is dat te voorkomen?	Voorlichting aan burgers door middel van website en app. Er is inzameling via een pasjessysteem. Anonimiteit is een belangrijke factor: bij ondergrondse inzameling blijkt er veel ongewenst materiaal in de fractie gft aanwezig te zijn. Er wordt informatie verstrekt via folders.
Vorbewerking	

Vervuilingen	Zie hierboven bij ongewenste materialen. Vervuilde partijen worden afgevoerd naar een verbrandingsinstallatie.
Verkleinen	Na inname van materiaal wordt dit ter plekke verkleind/versneden tot 100 mm. Hierna wordt het materiaal gezeefd. Zeefgoed (groter dan 100 mm) gaat naar de verbranding.
Ontwateren	Niet.
Hulpstof	Een deel van het gft wordt eerst anaeroob vergist. Aan deze fractie wordt ijzerslib toegevoegd om het sulfidegehalte (H ₂ S) in digestaat en biogas laag te houden.
Starter	Vergisting: vers ingangsmateriaal wordt gemengd met een kleine hoeveelheid digestaat. Compostering: digestaat en vers ingangsmateriaal worden gemengd met het product van de compostering.
Proces	
Werkingsprincipe	Grootschalige composteringsinstallatie. Een deel van het ingaand materiaal wordt na voorbehandeling anaeroob vergist in een thermofiele vergister (55°C). Daar wordt er in afwezigheid van zuurstof biogas uit gemaakt. De verblijftijd in de vergister is 2,5 weken. Daarna wordt het digestaat gemengd met product uit de compostering en vers ingangsmateriaal en gedurende 2,5 week aeroob gecomposteerd in een tunnelcompostering. Het product is dan nog niet volledig stabiel. Een groot gedeelte (70%) wordt daarom teruggevoerd naar het begin van de composteringsinstallatie. De cyclus wordt meerdere malen doorlopen, effectief gaat de gft 4-5 keer door de compostering voordat het product wordt geoogst.
Procescondities	Deze worden ingesteld. 55°C in vergister, de temperatuur in de compostering wordt continue gemonitord en beheerst. Hierop vindt jaarlijks een audit plaats.
Eisen aan het bedrijven van de installatie	Meerlanden wordt gecontroleerd door de NVWA. Regelmatig worden er procesvalidaties uitgevoerd op de vergisting en de compostering. De compost wordt gecontroleerd vanuit de compostwetgeving. Het bevoegd gezag controleert op de totaalvergunning (geur, geluid, afval dat wordt ingenomen). De geproduceerde compost heeft het Keurcompost-keurmerk.
Elektriciteitsverbruik	Ja. Er wordt veel energie verbruikt voor het verwijderen van verontreinigingen zoals plastic en glas uit de compost, bijvoorbeeld met windshiftern, en hardstof scheidern.
Overlast	Vanwege de grootschaligheid is er mogelijk iets meer kans op overlast vanwege o.a. geur en geluid.
Product	
Soort materiaal	Compost, onder de naam "MeerCompost". Groengas (aardgasvervanging) Citrusbrandstof (restproduct van biogasopwerking tot Groengas) Water Warmte CO ₂
Aandachtspunten	De kwaliteit van het ingenomen materiaal bepaalt de kwaliteit van het product.
Stabiliteit	Stabiel volgens de Oxitop-test op rijping (Keurcompost).

Gebruik	<p>MeerCompost: verkoop aan particulieren bij de milieustraten, overgrote deel gaat naar de land- en tuinbouw (bollenstreek);</p> <p>Groengas: 10% van productie voor voertuigen, 90% naar Liander;</p> <p>Citrusbrandstof: brandstof voor onkruidbestrijding en heetwatermachines</p> <p>Water: reiniging voertuigen en straten en om pekewater te maken ter bestrijding van gladheid;</p> <p>Warmte: eigen procesvoering en bij overschot naar kwekers in de omgeving;</p> <p>CO₂: toepassingsmogelijkheden worden nog onderzocht, waarschijnlijk richting glastuinbouw;</p>
Regelgeving en beleid	
LAP3	Voldoet aan de minimumstandaard voor verwerking.
VDBP/NVWA	Grootschalige vergisting en compostering voldoet aan de eisen voor de verwerking van dierlijke bijproducten. Meerlanden heeft erkenning door de NVWA en wordt regelmatig gecontroleerd.
Meststoffenwet	Het product voldoet aan de eisen die aan compost gesteld worden.
Maatschappij en Circulaire Economie	
Product	<p>Directe bijdrage aan de CE.</p> <p>De compost en de andere producten (biogas, water, warmte, citrusbrandstof) worden toegepast voor kringloopsluiting.</p>
Methode	<p>De grootschalige inzameling van gft van huishoudens houdt grote hoeveelheden organisch afval buiten het restafval. Voor laagbouw is dit een eenvoudig systeem, dat door veel mensen standaard gebruikt wordt. Voor hoogbouw is de centrale inzameling bewerkelijker en gevoeliger voor ongewenste materialen, en wordt dit niet altijd toegepast.</p> <p>Inzameling gebeurt vrijwel anoniem, en de verwerking vindt buiten beeld plaats. Daardoor is deze methode voor sommige burgers minder motiverend om hun afval (goed) te scheiden.</p>

Productie van compost op locatie Rijsenhout

In Rijsenhout verwerkt Meerlanden gft. Het ingezamelde materiaal wordt per vrachtwagen aangevoerd en bij binnenkomst wordt elke lading beoordeeld op de aanwezigheid van vervuilingen zoals plastic, glas, metaal, kadavers en pesticiden. Bij aanwezigheid van vervuiling wordt de partij afgekeurd en verbrand. Voorafgaand aan de verwerking wordt het invoermateriaal verkleind, en gezeefd tot 100 mm. Een deel wordt daarna vergist in een thermofiele (55°C) vergistingsinstallatie. Hierbij ontstaat digestaat en biogas. Het biogas wordt verder opgewerkt naar groengas. Het digestaat wordt gemengd met vers verkleind gft, waarna het mengsel wordt gecomposteerd. Met een composteringscyclus van 2,5 week is het product nog niet helemaal stabiel. Een groot gedeelte van de onrijpe compost (circa 70%) wordt daarom gemengd met het digestaat en verse gft en doorloopt nogmaals de compostering. Gemiddeld ondergaat het materiaal 4-5 van deze cycli. In de compostering wordt de temperatuur hoog genoeg om hygiënisering te garanderen. De compost wordt als Meercompost afgezet in de regio. Tijdens de verwerking ontstaan naast compost nog andere producten, voor eigen gebruik door Meerlanden of gebruik door derden:

- Groengas na opwerken van biogas uit de vergisting: 10% van productie wordt als brandstof gebruikt voor eigen voertuigen, 90% naar gasnet van Liander;

- Citrusbrandstof (uit biogas gewonnen terpenen, geproduceerd tijdens de opwerking van biogas naar Groengas): brandstof voor onkruidbestrijding met heetwatermachines
- Water, na condenseren van waterdamp uit de compostering: gebruik voor de reiniging van de eigen voertuigen en straten, en als grondstof voor pekewater ter bestrijding van gladheid;
- Warmte uit de compostering: gebruikt voor procesvoering en bij overschot naar kwekers in de omgeving.
- CO₂ uit opwerking van biogas naar groengas: toepassingsmogelijkheden worden nog onderzocht, waarschijnlijk richting glastuinbouw;

Product

Het product is een gestabiliseerde compost gecertificeerd als Keurcompost (zie hoofdstuk 2). Derhalve voldoet het product aan door de sector zelf opgelegde eisen met betrekking tot samenstelling, afwezigheid van onkruidzaden, pathogenen en bodemvreemde bestanddelen. Als Keurcompost moet het product ook regelmatig worden geanalyseerd.

Bediening en onderhoud

Alle betrokken werknemers zijn geschoolde professionals.

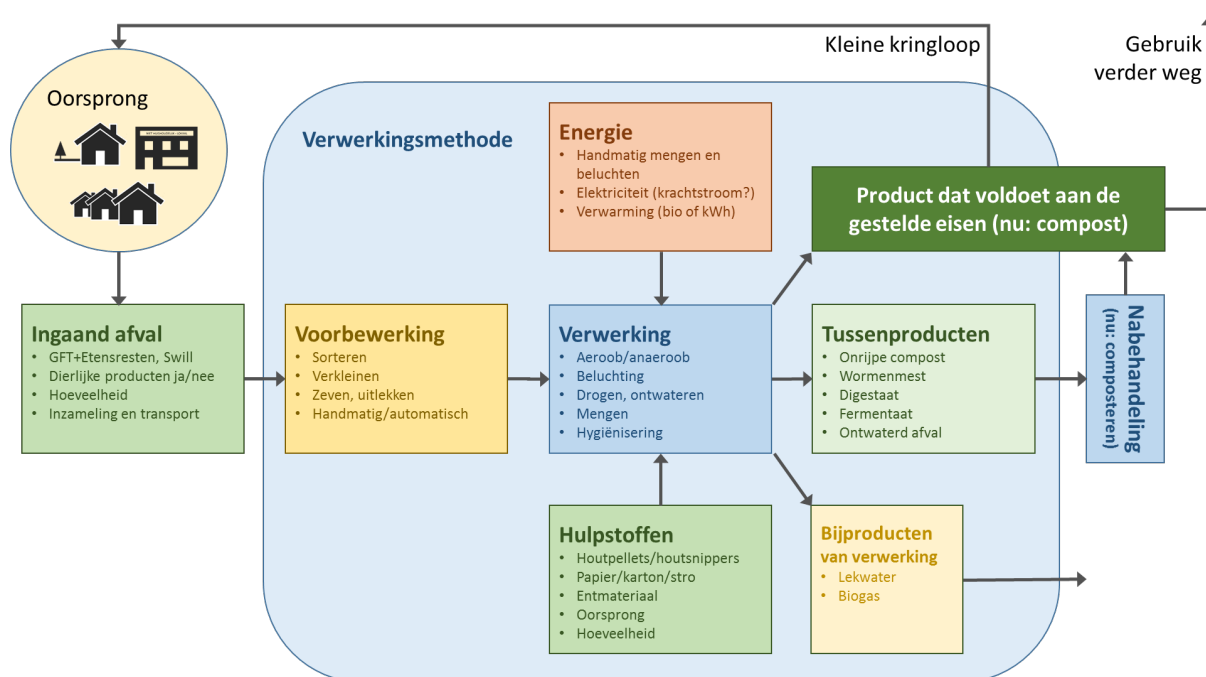
Circulaire economie en maatschappij

De grootschalige compostproductie bij Meerlanden draagt bij aan kringloopsluiting van organische stof, nutriënten, energie en water. De betrokkenheid van burgers bij de verwerking is laag, maar zij zijn wel bepalend voor de samenstelling van de ingezamelde gft. In die zin zijn de burgers wel betrokken en hebben zij invloed op de verwerking. Meerlanden betreft de burgers via educatie, rondleidingen, voorlichting voor scholen en “compostdagen”, wanneer de fabriek open is voor het publiek. Er wordt voorlichting gegeven via de website, een app, en filmclips waarin voor sommige gemeenten expliciet wordt aangegeven waar producten uit de verwerking (anders dan compost) worden ingezet (bijvoorbeeld Groengas in een Net-tankstation in Heemstede) [110]. Indirect is er ook betrokkenheid via gemeentelijke besturen in de regio waar Meerlanden actief is. De vergister is in het systeem geïmplementeerd op verzoek van wethouders, met als doel de totale verwerking van gft te verduurzamen.

6. Uitgangspunten voor toekomstig document

Zoals toegelicht in het Ten geleide (p. i) komt er een document voor lokale beleidsmakers en ambtenaren om te assisteren bij de evaluatie van initiatieven voor kleinschalige verwerking van gft en swill. De feitelijke informatie in dit rapport zal hiervoor als leidraad dienen.

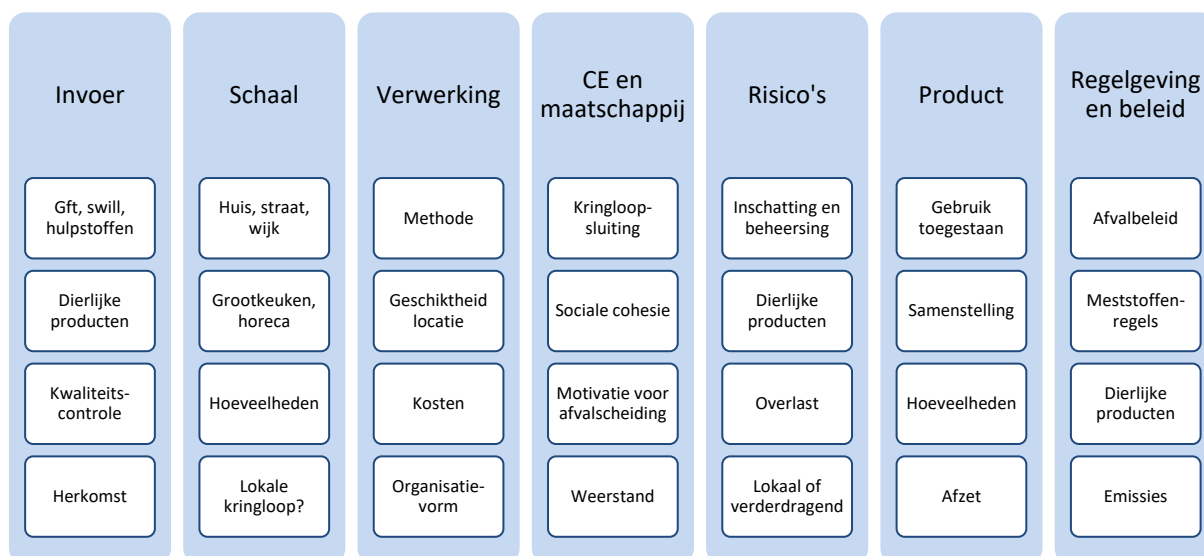
Hoofdstuk 5 bevat feitelijke informatie over de geselecteerde verwerkingsmethoden, inclusief hun werking en de gemaakte producten. Figuur 21 laat schematisch de plaats van verwerkingsmethoden zien in de kringloop voor organisch afval en meststoffen, en een aantal eigenschappen en aspecten die van belang zijn in de afweging voor het toepassen van de methoden. Dit schema staat nog los van de context waarin deze toegepast worden.



Figuur 21. Schematisch overzicht van de plaats van verwerkingsmethoden in de kringloop en een aantal aandachtspunten.

In de zorgvuldige afweging of een methode geschikt is in een bepaalde context, zal er gekeken moeten worden naar de combinatie van sociale-, economische en milieuaspecten die geassocieerd zijn aan een bepaalde verwerkingsmethode, voor de huidige situatie en met een doorkijk naar de toekomst. Een (niet uitputtend) overzicht van dit soort factoren wordt gegeven in Figuur 22.

Er zijn grofweg twee situaties te bedenken waarbij een vorm van afwegingskader gebruikt zou gaan worden: er is de wens om lokaal te gaan verwerken en er moet een geschikte methode worden gekozen, of er is de wens om een bepaalde methode te gaan gebruiken en er moet beoordeeld worden of deze wel geschikt is in die specifieke context. Idealiter wordt in dit soort afwegingen gebruik gemaakt van een multi-criteria analyse.



Figuur 22. Voorbeelden van factoren die meespelen in de beoordeling van initiatieven op het gebied van de verwerking van gft en swill.

6.1 Regelgeving en beleid

De bestaande wetgeving zal altijd leidend zijn in de beoordeling van initiatieven. Bij de verwerking van gft en keukenafval tot meststoffen moet zowel gekeken worden naar de regels rond afval, als naar de regels rond meststoffen. Hoofdstuk 2 geeft een beknopt overzicht van de meest in het oog springende aspecten. Dit rapport is echter geen juridisch document, en geeft geen compleet beeld. Zie daarvoor de bronteksten.

Een van de aspecten waar rekening mee moet worden gehouden is het algemene verbod om afvalstoffen te gebruiken als (component van) meststof. Compost is een uitzondering. Er zijn wettelijke eisen die aan compost gesteld worden, en wanneer er dierlijke bijproducten in de invoer aanwezig zijn komen er eisen aan de verwerking bij. Bij veel methoden is (na)compostering vereist voordat het product als meststof mag worden toegepast.

De Verordening dierlijke bijproducten, het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, de Uitvoeringsregeling meststoffenwet en het LAP beschrijven de praktische regels m.b.t. het mengen, verhandelen, vervoeren en gebruiken van meststoffen, de toe te passen laboratoriumanalyses en de administratieve verplichtingen. Wanneer er gehandeld wordt in meststoffen, zeker wanneer daar dierlijke bijproducten in aanwezig zijn, moet aan een groot aantal verplichtingen voldaan worden. Voor het op te stellen document (zie Ten geleide) is het dus van belang om vast te stellen wanneer er sprake is van het verhandelen van de producten.

Kijkend naar de begripsbepalingen over handelen uit de VDBP en de MW in Tabel 2, hoeft er geen geld in het spel te zijn. Het strikt volgen van de definities zou echter betekenen dat er ook sprake is van handel wanneer een particulier compost uit zijn eigen composthoop aan de buurman geeft. In de praktijk is het beoordelen van de gang van zaken bij alle composterende huishoudens niet werkbaar, wat verklaart dat particuliere composthopen geen erkenning van de NVWA nodig hebben. Het is echter de vraag vanaf welke schaalgrootte er wel van handel gesproken moet worden, en er dus eisen

gesteld en gehandhaafd moet gaan worden. In de wet- en regelgeving wordt dit niet expliciet aangegeven.

Tijdens discussies met de begeleidingscommissie bleek dat de belangrijke vraag hierbij gaat over de mogelijke milieu- en gezondheidsrisico's die met de toepassing van producten uit de verwerking van gft en swill samenhangen. De regelgeving m.b.t. de verwerking van invoermaterialen zoals gft tot meststoffen, de handel in en het vervoer van meststoffen is er volledig op gericht om risico's te minimaliseren.

De variatie in situaties is bij "kleinschalige verwerking" echter veel groter dan in de grootschalige verwerking. Ter illustratie drie willekeurige voorbeelden: een hofje waarvan de bewoners hun eigen gft composteren en de compost zelf gebruiken, compostering in een grotere straat met een restaurant waarbij de compost naar de schooltuin wordt gebracht, een flatgebouw waarvan de composterende bewoners het product naar hun volkstuinen aan de andere kant van de stad brengen. Het is de vraag hoe men in dit soort gevallen om moet gaan met beleid en regelgeving. In welke gevallen, en vanaf welke schaal, zijn de risico's dusdanig groot dat er streng gecontroleerd moet worden op de veiligheid van de verwerking en de producten? Wat zijn de voorwaarden die gesteld zouden moeten worden?

6.2 Kwaliteitsbewaking

Om de kwaliteit van de invoer te kunnen bewaken moet bij de uitvoerders goed bekend zijn waar het materiaal aan moet voldoen, en zij moeten er voor zorgen dat alle deelnemers er goed over worden geïnformeerd. Dit zal ook op locatie bij de verwerking gecontroleerd moeten worden, om eventuele corrigerende maatregelen uit te kunnen voeren. Het moet duidelijk zijn aan welke eisen de installatie en het verwerkingsproces moeten voldoen om tot een product te komen dat toegepast mag worden als meststof.

Het verwerken van organisch afval kan technisch en praktisch gezien op elke schaal en in elke context plaatsvinden. De schaal van een project heeft wel invloed op aspecten zoals de benodigde organisatiegraad, de fysieke inrichting van de voorziening en de betrokkenheid van de deelnemers. Wanneer een compostbak ook zonder toezicht toegankelijk is, is er een groter risico op ongewenste materialen. Het beperken van de toegang kan echter belemmerend werken.

6.3 Circulaire economie en duurzaamheid

Circulariteit en duurzaamheid zijn duidelijke drijfveren voor het verwerken van organisch afval tot meststoffen. Het beantwoorden van de vraag welke verwerkingsmethode het meest duurzaam is, valt echter buiten het bereik van deze studie. Een goede duurzaamheidsanalyse is een gedetailleerd onderzoek op zich, dat begint met het definiëren van hoe duurzaamheid in deze context het beste te meten is. Factoren die een rol spelen zijn o.a. de potentie tot kringloopsluiting voor organische stof en nutriënten ten opzichte van het gebruik van kunstmest, energieverbruik van de verwerking, transportbewegingen, bouwmaterialen, hulpstoffen, emissies, levensduur van de apparatuur, etc. Hierbij is het zeer belangrijk dat methoden eerlijk vergeleken worden. Naast duurzaamheid spelen ook de investerings- en operationele kosten een rol, en andere aspecten zoals het bevorderen van sociale cohesie, potentiële overlast (geur, geluid, ongedierte) en mogelijke weerstand van mensen tegen afvalverwerking in hun buurt.

7. Literatuurlijst

1. Ministerie van IenW, Deel F: Bijlagen / F.3 bijlage 3; Lijst van gebruikte termen, begrippen en definities, in Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029. 2017.
2. Ministerie van IenW, Deel A: Algemeen beleidskader / A.4.2 Afvalhiërarchie, in Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029. 2017.
3. EU, Verordening (EG) nr. 1069/2009 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1774/2002 (verordening dierlijke bijproducten). 2009.
4. EU, Verordening (EU) Nr. 142/2011 tot uitvoering van Verordening (EG) nr. 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten en tot uitvoering van Richtlijn 97/78/EG van de Raad wat betreft bepaalde monsters en producten die vrijgesteld zijn van veterinaire controles aan de grens krachtens die richtlijn. 2011.
5. EU, Verordening (EU) 2019/1009 van het Europees Parlement en de Raad van 5 juni 2019 tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van EU-bemestingsproducten en tot wijziging van de Verordeningen (EG) nr. 1069/2009 en (EG) nr. 1107/2009 en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 2003/2003 (Voor de EER relevante tekst). 2019.
6. Ministerie van IenW, Sectorplan 6 Gescheiden ingezameld groente-, fruit- en tuinafval van huishoudens, in Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029. 2017.
7. Ministerie van IenW, Sectorplan 7 Gescheiden ingezameld/afgegeven organisch bedrijfsafval, in Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029. 2017.
8. Eerste Kamer der Staten-Generaal, Technische informatie over de publicatie Ontwerpbesluit houdende wijziging van het Besluit gebruik meststoffen en het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet ter uitvoering van het zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn en enkele overige aanpassingen / Bijlage. 2018.
9. Eerste Kamer der Staten-Generaal, Technische informatie over de publicatie Ontwerpnota van toelichting bij het ontwerpbesluit houdende wijziging van het Besluit gebruik meststoffen en het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet ter uitvoering van het zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn en enkele overige aanpassingen / Bijlage. 2018.
10. Ministerie van IenW, Deel D: Vergunningverlening en toezicht / D.2 Minimumstandaard, in Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029. 2017.
11. Kamp, H.G.J., *Regeling Dierlijke Producten. Geldend van 07-07-2018 t/m heden.*, Ministerie van Economische Zaken, Editor. 2012.
12. Huijsmans, J. *E-mail correspondentie over de erkenning van composteringsinstallaties door de NVWA.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
13. Huijsmans, J. *Gesprek over de relatie tussen kleinschalige verwerking van GFT en swill, regelgeving en eventuele erkenning door de NVWA.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
14. *Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet.* 2005.
15. Keurcompost, *De gemiddelde samenstelling van Keurcompost in 2014.* 2016.
16. KCWJ. *Aanwijzingen voor de regelgeving. Hoofdstuk 4: Algemene bestanddelen van regelingen.* 2019; <https://www.kcwj.nl/archief/aanwijzingen-voor-de-regelgeving/hoofdstuk-4-algemene-bestanddelen-van-regelingen>.
17. LNV, *Wijziging Uitvoeringsregeling Meststoffenwet in Staatscourant.* 2007.
18. Veeken, A.H.M., et al., *OxiTop® measuring system for standardised determination of the respiration rate and N-mineralisation rate of organic matter in waste material, compost and soil.* 2003, Wageningen University & NMI.
19. Dimambro, M.E., et al., *Literature review: Compost stability - impact and assessment.* 2016, WRAP: Banbury, UK.
20. EMIS/VITO, *Stabiliteit met gesloten respirometer (CMA/2/IV/25) - Anorganische analysemethoden / Meststof-BVM*, in *Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet.* 2014, EMIS energie- en milieu-informatiesysteem voor het Vlaamse Gewest.

21. Vanhoof, C. and K. Tirez, *Influence of the incubation temperature on the biological activity of soil improvers using the respirometric method*. 2016, VITO.
22. Moolenaar, S.W., A. Veeken, and R. Postma, *Toetsen en normeren stabiliteit van bodemverbeters*. 2002, Nutriënten Management Instituut BV.
23. Commissie Deskundigen Meststoffenwet, *Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet. Versie 3.2*. 2016, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
24. Ministerie van IenW, *Deel B: Afvalbeheer en overbrenging / B.4 Inzamelen, vervoeren, handelen en bemiddelen*, in *Landelijk afvalbeheerplan 2017 – 2029*. 2017.
25. RVO. *Veelgestelde vragen Handel en vervoer van overige meststoffen / Wat zijn de regels voor mest van tweekleppigen/slakken/insecten en lagere diersoorten?* 2018; <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/mest-vervoeren-en-opslaan/overige-meststoffen/veelgestelde-vragen>.
26. Ministerie van IenW, *Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, van 4 oktober 2018, nr. IENW/BSK-2018/197458, tot wijziging van de Vrijstellingsregeling plantenresten.*, in *Staatscourant*. 2018.
27. *Activiteitenbesluit milieubeheer*. 2019.
28. Stb., *Besluit van 19 oktober 2007, houdende algemene regels voor inrichtingen (Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer)*. 2007.
29. BVOR, *BVOR-certificaat voor 'erkende verwerker invasieve exoten' – Achtergrond, voorwaarden en procedures*. 2018.
30. BVOR. *Certificaat 'erkende verwerker invasieve exoten'*. 2018; <https://bvor.nl/invasieve-exoten/>.
31. UN-FAO, *Soil organic carbon (SOC) loss*. <http://www.fao.org/3/a-i6472e.pdf>, 2016.
32. Gobin, A., et al., *Soil organic matter management across the EU – best practices, constraints and trade-offs*, in *Final Report for the European Commission's DG Environment*. September 2011.
33. Conijn, J.G. and J.P. Lesschen, *Soil organic matter in the Netherlands (PRI report 619, Alterra report 2663)*. 2015, WUR PRI/Alterra: Wageningen.
34. Levy Finch, E. *Commercial tube compost bin; a simple way to hold a compost pile neatly in one place. Gelicenseerd onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal licentie*. . Bestandsnaam: CompostBinTube_wb.jpg.2004. Wikimedia Commons.
35. Kerckx, B. *Green waste compost compost bin (bijgesneden). Afbeelding vrijgegeven in het publieke domein*. . Bestandsnaam: green-waste-513609_1920.jpg.2014. Pixabay Public Domain Images.
36. Goyojona. *AbonoOrganico (bijgesneden). Gelicenseerd onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal licentie*. . Bestandsnaam: C. .jpg.1980. Wikimedia Commons.
37. SuSanA Secretariat. *Biowaste and other waste farm produce used to make compost (bijgesneden). Gelicenseerd onder de Creative Commons-licentie Naamsvermelding 2.0 Unported*. Bestandsnaam: Compost_(5268651566).jpg.2010. Wikimedia Commons.
38. Snowmanradio. *Photo of a compost bin with a door at the bottom an English garden. Gelicenseerd onder de Creative Commons-licentie Naamsvermelding-Gelijk delen 3.0 Unported licentie*. Bestandsnaam: Compost bin 16l07.JPG.2007. Wikimedia Commons.
39. van Eekert, M. *Wormen in compostvat*. Bestandsnaam: Wormen in compostvat.jpg.2019.
40. Hamelin, P. *Couches de mâturation dans un composteur domestique. Gelicenseerd onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal licentie*. Bestandsnaam: Composteur domestique et couches de mâturation.jpg.2017. Wikimedia Commons.
41. Parker, S. *This is a bin full with composting material. Gelicenseerd onder de Creative Commons-licentie Naamsvermelding 2.0 Unported*. Bestandsnaam: 576px-Compost_bin_image.jpg.2010. Wikimedia Commons.
42. Herman. *Composteur dans un jardin toulousain (Haute-Garonne, France). Vrijgegeven in het publieke domein door de auteur, Herman*. Bestandsnaam: Compost_en_bac_ouvert.jpg.2005. Wikimedia Commons.
43. Joraform. *JK125 Composttrommel. Afbeelding verstrekt door EcoCycle*. Bestandsnaam: JK125 klein.jpg.2019.
44. USFS Region 5. *ComposTumblers. Afbeelding vrijgegeven in het publieke domein*. Bestandsnaam: 1024px-ComposTumblers_(5805241385).png.2011. Wikimedia Commons.

45. Beckers, D. *Uitsnede compostmolen. Compost tumbler and worm farm. Gelicenseerd onder Naamsvermelding-GelijkDelen 2.0 Unported licentie.* Bestandsnaam: 7361073932_52cb4afb0a_k.jpg.2012. Flickr.
46. WRAP, *Guidance for on-site treatment of organic waste from the public and hospitality sectors.* 2013, Waste & Resources Action Programme: Banbury, UK.
47. Joraform. *Joraform Composting.* 2019; <https://joraform.se/373-2/>.
48. Jora Composters, *The Joracomposter - An ecological revolution of your own.* 2018.
49. Metro Vancouver, *On-site composting technology review.* 2012. p. 50-57.
50. Vlaco, *De Jora-composter*, in *De Compostmeester.* 2011. p. 7-8.
51. Romans, M. *Compostwormen zojuist toegevoegd bij een verse hoop groenafval in zelfgemaakte wormenbak. Afbeelding vrijgegeven in het publieke domein.* . Bestandsnaam: Worms just added.jpg.2008. Wikimedia Commons.
52. Rieser, M.L. *Wurmkomposter (Ebenekomposter). Gelicenseerd onder de Creative Commons-licentie Naamsvermelding-Gelijk delen 3.0 Unported.* Bestandsnaam: Wurmkomposter.jpg.2009. Wikimedia Commons.
53. Beckers, D. *ReIn Can-O-Worms - all layers. Gelicenseerd onder Naamsvermelding-GelijkDelen 2.0 Unported licentie.* Bestandsnaam: 7175817987_6f5ba313db_k.jpg.2012. Flickr.
54. OVAM, *Composteren in een wormenbak.* 2002.
55. Vlaco, *Thuiscomposteren in de wormenbak.* 2017.
56. Angima, S., M. Noack, and S. Noack, *Composting with Worms.* 2011, Oregon State University, Extension Service.
57. The Composting Association, *Information sheet 23 - Vermicomposting.* 2003.
58. Green Calgary, *Vermi-Composting Guide.* 2015.
59. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management.* 1 ed. 2010: CRC Press, Taylor & Francis Group. 623.
60. Vlieland), T.C.L. *Correspondentie per e-mail over gebruikerservaringen met de Ecocreation op festivals.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
61. Kreher, S. *Telefoongesprekken en e-mail correspondentie over het functioneren van de Ecocreation composteermachine.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
62. Helmich, M. and (Compass Group Nederland). *Telefoongesprek over de ervaringen met de Ecocreation machine bij Eneco.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
63. Koch-Eurolab, *Compost analyse bemestende waarde en zware metalen / Lab Vlieland.* 2018.
64. LabVlieland, *Factsheet: Onderzoek Snelcomposteren op Vlieland.* 2017.
65. Groat, P., *In-House Composting Systems For Commercial and Institutional Use.* 2016, School of Environment and Sustainability, University of Saskatchewan.
66. Bruxelles Environnement / Leefmilieu Brussel, *Fiche 8, Göteborg (Zweden): Buurtcomposteringsprojecten, in Infofiches Afval.* 2007.
67. Kraaipeel, R. *Bedrijf Eco Cycle. Telefoongesprek en e-mailcorrespondentie over de JK5100.* Persoonlijk contact met I. Bisschops.
68. RidanComposting. *How the Ridan Composter works / Frequently Asked composting Questions.* 2018; <https://www.ridan.co.uk>.
69. RidanComposting, *Ridan Operating Instructions.* 2010.
70. Tidy Planet Ltd. *Tidy Planet website.* 2018; <https://www.tidyplanet.co.uk>.
71. Jimenez, L., et al., *16S rRNA Identification of Microorganisms and Direct Detection of Functional Genes in Waste Material Generated by an In-Vessel Rotating Compost System.* EC Microbiology, 2015. 1(3): p. 129-142.
72. Clarke, J., C. Chane, and E. Watts, *Exploring In-Vessel Food Waste Processing Units for use in Urban and Regional Settings Advantages, Disadvantages; Environmental and Community Impacts, in Cultivating Community Report.* 2016: Melbourne Australia.
73. Ecoversity, *Rocket Composter.* University of Bradford: Bradford. p. 3-4.
74. Litherland, S., *Composting in schools. growing HEAP, 2007(40):* p. 10-11.
75. Recycling works Massachusetts, *On-Site Systems for Managing Food Waste.* 2017: Massachusetts.
76. Webb, J., *Composting apparatus,* European Patent Office, Editor. 2004. p. 7.

77. Tidy Planet, *A700 Rocket Composter*. 2014: England.
78. Janmaat, L., *Verwerken van maaisel voor landbouwkundig gebruik - Waarde van compost, bokashi en bermgraskuil als meststof*. 2015, Louis Bolk Instituut: Driebergen.
79. Pfctdayelise. *Bokashi bin set. Gelicenceerd onder de Creative Commons-licentie Naamsvermelding-Gelijk delen 3.0 Unported*. Bestandsnaam: Bokashi bin set.JPG.2008. Wikimedia Commons.
80. Sikeri. *Bokashi compost: kinda disgusting, but it works. Gelicenceerd onder de Naamsvermelding 2.0 Unported licentie*. Bestandsnaam: 40103591831_22a6bfc754_k.jpg.2018. Flickr.
81. Permacultuur. *Bokashi en composteren creëren nul in de groenbak*. 2018; <http://www.permacultuur.nl/bokashi.html>.
82. Berg, G.v.d., *Effecten Japanse micro-organismen wisselen: bodemverbeteraars*. Vakblad voor de bloemisterij 57 (3): 38 - 39, 2002.
83. Pontin, G., M. Daly, and C. Duggan. *Disposal of organic kitchen food waste in the Canterbury/Christchurch region of New Zealand with an EM-Bokashi composting system*. in *Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming. Proceedings of the conference Asia Pacific Natural Agriculture Network (APNAN), Christchurch, New Zealand*. 2003.
84. Faunatuurlijk *Zelf aan de slag om Bokashi te maken!* 2011.
85. Merfield, C.N., *Treating food preparation 'waste' by Bokashi fermentation vs. composting for crop land application: A feasibility and scoping review*. Report commissioned by Gisborne District Council. Canterbury: Lincoln University: The BHU Future Farming Centre, 2012.
86. Agriton, *Bokashi uitgelegd - TIEN bokashi-feiten*. 2017, Agriton.
87. BVOR, *Bokashi: de hype ontrafeld, 10 vragen en antwoorden*. 2017, BVOR.
88. Landuyt, C., et al. *Composteren en fermenteren*. 2018.
89. Pérez-Díaz, I.M., et al., *Fermented and Acidified Vegetables*, in *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, Y. Salfinger and M.L. Tortorello, Editors. 2013, APHA Press.
90. Dubois-Brissonnet, F., *Adaptation of Salmonella to Antimicrobials in Food-Processing Environments*, in *Salmonella: distribution, adaptation, control measures and molecular technologies.*, B.A. Annous and J.B. Gurtler, Editors. 2012, Intech. p. pp.123-146.
91. Adams, M.R. and L. Nicolaidis, *Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation*. Food Control, 1997. **8**(5): p. 227-239.
92. Hitman, A., et al., *Fermentation versus composting*. 2013, Feed Innovation Services BV: Wageningen. p. 25.
93. van Bruggen, A.H.C., et al., *EM: effectieve microben of effectieve magie?: Een onderzoek naar de effectiviteit van Effectieve Micro-organismen (EM)*. 2008: Wetenschapswinkel, Wageningen UR.
94. Saldaña, M.I., et al., *The influence of organic fertilizers on the chemical properties of soil and the production of *Alpinia purpurata**. Ciencia e investigación agraria, 2014. **41**(2): p. 215-224.
95. Xu, H.-L., R. Wang, and M. Mridha, *Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants*. Journal of crop production, 2001. **3**(1): p. 173-182.
96. Mayer, J., et al., *How effective are 'Effective microorganisms®(EM)'? Results from a field study in temperate climate*. Applied soil ecology, 2010. **46**(2): p. 230-239.
97. Nair, J. and K. Okamitsu, *Microbial inoculants for small scale composting of putrescible kitchen wastes*. Waste management, 2010. **30**(6): p. 977-982.
98. Slabbekoorn, J.J. and P.H.M. Dekker, *Effect van toepassing effectieve micro-organismen in zomertarwe 2009*. 2009, PPO AGV.
99. RWS, *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2017*. 2018, Werkgroep Afvalregistratie, Rijkswaterstaat, Utrecht.
100. Stowa, *Nieuwe Sanitatie Noorderhoek, Sneek*. 2014.
101. WaterAlliance. *Nieuwe sanitatietechnologie werpt zijn vruchten af*. 2018; <https://wateralliance.nl/nieuwe-sanitatietechnologie-werpt-zijn-vruchten-af>.
102. Superlocal. *SUPERLOCAL Super Circular Estate 2019*; <https://www.superlocal.eu>.
103. Run4Life. *H2020 project Run4Life*. 2019; <http://run4life-project.eu>.
104. Stowa. *Saniwijzer projectenoverzicht*. 2019; <https://www.saniwijzer.nl>.
105. Holtkamp, P.C. *The Green Machine. E-mail correspondentie en telefoongesprek*. Persoonlijk contact met I. Bisschops.

106. Rendisk, *Afbeeldingen van de Rendisk Solus Eco en het ontwaterde product*. Ontvangen per e-mail. 2019.
107. *Rendisk Circular promotional video*.
108. Meenink, C. Metos. *E-mailcorrespondentie over de Rendisk-apparaten voor Swillontwatering*. Persoonlijk contact met I. Bisschops.
109. Meerlanden, *Jaarverslag 2017*. 2018.
110. Meerlanden. *Begin van iets moois*. 2018; <https://beginvanietsmoois.nl>.
111. Ecocreation. *Website Ecocreation*. 2018; <http://ecocreation.nl>.
112. Bloemendaal, N. *E-mail correspondentie over ervaringen met de Ridan van dierentehuis Stevenshage*. Persoonlijk contact met A. Hobo.
113. Doornbosch, A. *E-mailcorrespondentie en telefoongesprek over het "Schillenboerproject" in Hengelo*. Persoonlijk contact met A. Hobo.
114. Doornbosch, A., *Schillenboer 2016-2018*. 2018, Sector fysiek, Afdeling Stad & Regie.

Bijlage A Niet opgenomen verwerkingsmethoden

Tabel 6. Overzicht van tijdens de inventarisatie gevonden verwerkingsmethoden die niet in detail zijn uitgewerkt (zie §1.2).

Naam	Opmerking	Te vinden op bijvoorbeeld:
Aerobin	Aangepast compostvat. Heeft ingebouwde beluchtingspijp en een slangetje om overtollig vocht onderaan af te kunnen tappen.	http://aerobin200.com/aerobin400-NL/index.aspx https://tho-m.com
Aeroplus 6000	Aangepast compostvat met 3 kamers. Getest door de Vlaco: werkte niet als beloofd en hadden twijfels over de robuustheid [98].	http://www.juwel.com/komposter/aeroplus-6000 https://tho-m.com
Big Hanna	Niet op NL markt.	http://www.bighanna.com
Biomeiler	Alleen tuinafval, hout, etc.	https://biomeiler.nl
BioPod	Niet op NL markt.	http://vermitex.com/biopod.html
Biospeed	Niet op NL markt	https://biocotech.no
ChainCraft	Productie van vetzuren uit organisch afval als grondstof voor o.a. chemische industrie. Grootschalige toepassing.	http://www.chaincraft.nl
Compostio	Voorheen Naturemill. Niet op NL markt. "Composteermachine" voor in de keuken.	https://www.compostio.com
Compostbal	Niet op NL markt.	-
Earth tub	Niet op NL markt.	https://compostingtechnology.com
Green Cone	Via internet te koop, maar laatste review uit 2016 en geen van Nederlandse gebruikers.	https://www.primrose-nederland.nl/groene-kegel-afval-vergister-p-33328.html http://www.compostec.ca/the-green-cone.html
Oklin GG-02 en GreenGood	Niet op NL markt.	http://oklininternational.com
Greenpoint Solutions	Alleen inzameling, geen verwerking.	https://www.greenpointsolutions.nl
Groene Johanna	Geïsoleerd compostvat.	https://tho-m.com/product/groene-johanna-330l
Hotbin	Geïsoleerd compostvat. Niet op NL markt	https://www.hotbincomposting.com
Hotrot	Grootschalige verwerking.	www.hotrotsolutions.com
Insectenkweek	De nadruk ligt op het oogsten van de insecten en niet op het verwerken van afval. Ook is het niet toegestaan om insecten voor menselijke of dierlijke voeding te kweken op afval.	-
MAEKO	Niet op NL markt	http://www.maeko.com.my/products.php
Mechline Waste2.0	"Aerobe vergister", zet swill om in afvalwater voor lozing op riool. Niet op NL markt.	http://www.waste2-0.com
Orca	Niet op NL markt	https://www.feedtheorca.com
Power Knot	"Aerobe vergister", zet swill om in afvalwater voor lozing op riool. Niet op NL markt.	http://www.powerknot.com
Smart Cara	Niet op NL markt. "Composteermachine" voor in de keuken.	http://www.smartcaraeurope.com
Supercomp	Aangepast compostvat. Houdt onderin een lege ruimte waardoor de beluchting beter zou zijn.	https://komposter.com/english/ https://tho-m.com
Zera Food Recycler	Prototype. "Composteermachine" voor in de keuken.	https://wlabinnovations.com/pages/zera

Bijlage B Uitgebreid overzicht gft-afval (LAP)

Tabel 7. Resten die volgens het huidige LAP Sectorplan 6 wel en niet tot gft-afval behoren [6]. Deze lijst wordt in het voorjaar van 2020 geactualiseerd.

Behoort WEL tot gft-afval	Behoort NIET tot gft-afval
<ul style="list-style-type: none"> - Aardappelschillen - Bloemen en kamerplanten, inclusief aan planten aanhangende potgrond (kleine hoeveelheden) - Een stuk krant op de bodem of om vet, vlees- en visresten in te verpakken - Gekookte etensresten en kliekjes - Groente- en fruitafval - Kaaskorsten zonder plastic - Keukenpapier - Kerstbomen die klein zijn gemaakt en in de minicontainer passen - Klein snoeiafval, loof, gemaaid gras en bladeren - Koffiedik, koffiefilter, koffiepads, theebladeren en theezakjes - Kurken - Mest van kleine huisdieren zoals cavia's en konijnen. - Oud brood - Plantenpotten van organisch materiaal - Vis- en vleesresten, ook graten, schelpen, notendoppen en eierschalen - Voedsel dat Over- de- datum is - Zakken/verpakkingen met het kiemplantlogo, maar slechts voor zover het gaat om zakken gebruikt bij gft-inzameling. 	<ul style="list-style-type: none"> - As uit asbak, open haard, barbecue of houtkachel - Frituurvet - Glas - Haren van mens en dier - Hout en dikke takken - Hydrokorrels - Jus en vet (gestold) - Kattenbakkorrels - Kunstmest - Luiers en ander incontinentiemateriaal - Melk- en vruchtensappakken - Metalen - Papier - Plastic zoals folie, zakken en pedaalemmerzakken, ook wanneer voorzien van een kiemplantlogo (tenzij het zakken betreft die gebruikt zijn bij de gft-inzameling) - Uitwerpselen van dieren, waaronder ook poep van honden en katten, m.u.v. poep van kleine huisdieren zoals cavia's en konijnen - Potgrond met geëxpandeerde kleikorrels of zand - Sigarettenpeuken - Slachtafval / dode (huis)dieren - Steen en aardewerk - Stofzuigerzakken al en niet met inhoud - Theezakjes van kunststof - Vogelkooizand - Zand en grond

Bijlage C Maximale waarden voor organische microverontreinigingen

Tabel 8. Maximale waarden voor organische microverontreinigingen in meststoffen in mg per kilogram van het desbetreffende waardegevende bestanddeel (Tabel 4, Bijlage II, Uitvoeringsbesluit meststoffenwet)

	fosfaat	stikstof	kali	neutraliserende waarde	organische stof
Σ PCDD/PCDF	0,019	0,015	0,010	0,0038	0,00051
α-HCH	310	248	165	62	8,3
β-HCH	12	9,6	6,4	2,4	0,32
γ-HCH (lindaan)	1,2	0,96	0,64	0,24	0,032
HCB	31	31,2	20,8	7,8	1,0
Aldrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
Dieldrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
Σ aldrin/dieldrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
Endrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
Isodrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
S endrin/isodrin	7	5,6	3,7	1,4	0,2
S DDT + DDD + DDE	23	18,4	12,3	4,6	0,6
PCB-28	18,5	14,8	9,9	3,7	0,48
PCB-52	18,5	14,8	9,9	3,7	0,48
PCB-101	75	60	40	15	2
PCB-118	75	60	40	15	2
PCB-138	75	60	40	15	2
PCB-153	75	60	40	15	2
PCB-180	75	60	40	15	2
Σ 6-PCB (excl. PCB-118)	375	300	200	75	10
Naftaleen	600	480	320	120	16
Fenanthreen	750	600	400	150	20
Antraceen	600	480	320	120	16
Fluoranteen	185	148	98	37	4,9
Benzo(a)antraceen	230	184	123	46	6,1
Chryseen	230	184	123	46	6,1
Benzo(k)fluoranteen	270	216	144	54	7,2
Benzo(a)pyreen	290	232	155	58	7,7
Benzo(g,h,i)peryleen	210	168	112	42	5,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	235	188	125	47	6,3
Σ 10-PAK	11500	9200	6133	2300	307
Minerale olie	935000	748000	498668	187000	24933

Voor de toepassing van deze tabel zijn de maximale waarden van toepassing die behoren bij dat waarde gevende bestanddeel waarvan bij het toedienen van een toenemende hoeveelheid van de meststof, de hoeveelheden van 80 kilogram fosfaat, 100 kg stikstof, 150 kilogram kali, 400 kilogram neutraliserende waarde of 3000 kilogram organische stof het éérst wordt bereikt.

Bijlage D Lijst van productiedieren

Tabel 9. Aangewezen soorten en categorieën van in Nederland te houden dieren met het oog op de productie van van die dieren afkomstige producten, categorieën insecten en lagere dieren. (Bijlage II, Besluit Houders van Dieren)

Insecten	Lagere dieren
Blaberus craniifer (Doodskopkakerlak)	Lumbricus rubellus (Rode worm)
Blaptica dubia (Argentijnse boskakerlak)	Lumbricus terrestris (Dauwpier, Regenworm)
Periplaneta americana (Amerikaanse kakerlak)	Eisenia foetida (Mestpier)
Acheta domesticus (Huiskekel)	Arenicola marina (Zeepier)
Gryllus bimaculatus (Tweevlek kekel)	Dendrobeana veneta (Canadese bosworm)
Locusta migratoria (Treksprinkhaan)	Polychaetae (Borstelworm)
Schistocerca gregaria (Woestijn sprinkhaan)	Brachionus spec. (Raderdier)
Carusius morosus (Indische wandelende tak)	Arenicolides ecaudata
Medauroidea extradentata (Annam-wandelende tak)	
Pachnoda butana / P. aemula / P. marginata (Gouden tor)	
Alphitobius diaperinus (Buffalokever)	
Zophobas morio (Reuzenmeeltor)	
Sitophilus ganarius (Graanklander)	
Sitophilus oryzae (Rijstklander)	
Drosophila hydei / Drosophila melanogaster (Fruitvlieg)	
Musca dom. var. (Krulvleugelvlieg)	
Galleria mellonella (Grote wasmot)	
Achroia grisella (Kleine wasmot)	
Sitotroga cerealella (Graanmot)	
Plodia interpunctella (Zadenmot, Indische meelmot)	
Pyralis farinalis (Meelmot)	
Calliphoridae (Vleesvlieg)	
Apis mellifera (Honingbij)	
Tenebrio molitor (Meeltor)	
Chironomidae (Vedermug)	
Vespidiae (Wesp)	

Bijlage E Gebruikerservaringen in Nederland

In deze bijlage zijn een aantal gebruikerservaringen opgenomen die in de loop van het onderzoek zijn verzameld. Dit is anekdotische informatie, de ervaring van gebruikers zal van geval tot geval verschillen. Ook is niet voor alle methoden contact geweest met een gebruiker. De informatie in deze bijlage dient ter illustratie van hoe dit soort methoden ingezet kunnen worden.

Ecocreation - §5.5.1

De Ecocreation lijkt goed te worden ontvangen in Nederland. Inmiddels zijn er ongeveer 40 in Nederland in geïnstalleerd, bijvoorbeeld bij ziekenhuizen en andere zorginstellingen, restaurantketens (La Place, Kentucky Fried Chicken), grote bedrijven (Eneco, Philips) en provinciehuizen. De belangrijkste redenen om een Ecocreation aan te schaffen is kostenbesparing als gevolg van de grote volumereductie, hygiëne (geen swillcontainers meer, geen last van ratten) en de wens om duurzamer te worden. Op internet is te zien dat gebruikers openlijk adverteren met het gebruik van de machine en benadrukken dat zij door het gebruik van de machine geen afval meer produceren maar “hoogwaardige compost”. De Ecocreation komt in de meeste gevallen op de plaats waar eerder de swillcontainers stonden, maar het komt ook voor dat de machine een prominente plaats krijgt.

Zowel bij Eneco als bij Lab Vlieland zijn ze erg tevreden over de machine. Het afval van het bedrijfsrestaurant van Eneco wordt ter plekke verwerkt, de machine staat zelfs in het zicht. De machine wordt door het restaurantpersoneel bediend. Bij Eneco wordt een wekelijkse cyclus aangehouden. Het product wordt twee weken bewaard om te laten ‘narijpen’ en dan in emmers meegegeven aan het Eneco-personeel. Men wil het graag hebben. Er is een statiegeldsysteem met koffiestempels opgezet om de emmers weer terug te krijgen voor hergebruik.

Op de festivals van Lab Vlieland zijn de machines gebruikt om elke 24h product te kunnen oogsten. Er gingen ook veel afbreekbare disposables in. Het product werd steeds gezeefd om onregelmatigheden eruit te halen. Er werd steeds een boer of tuinder gezocht die het wilde afnemen, en de afnemers waren voor zover zij weten tevreden erover. De festivalbezoekers waren enthousiast over het “afvalloze” aspect van de festivals en gingen zelfs met het product op de foto.



Figuur 23. Ecocreation en product op een festival van Lab Vlieland [60]

Volgens beide gebruikers is de bediening niet moeilijk, maar de ervaring is dat de instructies wel goed gevolgd moeten worden.

Tabel 10. Ecocreation machines - Types en specificaties fabrikant [111]. Apparaten met grotere capaciteit worden op verzoek gebouwd (tot 4000 kg/d). Elektriciteitsverbruik is afhankelijk van het type materiaal en hoe het apparaat gebruikt wordt [61].

Type		EC-200	EC-100	EC-50	EC-30
Maximale capaciteit	(kg/jaar)	200.000	100.000	50.000	30.000
Max. dagelijkse capaciteit (berekend)	(kg/dag)	548	274	137	82
Volume ventilatielucht	(m ³ /h)	1600	800	400	300
Aansluitstekker Cee 5-polig 400V	-	32A	32A	16A	16A
Lengte	(m)	3,57	2,37	1,97	1,87
Breedte	(m)	2,02	1,53	0,95	0,85
Breedte inclusief losklep	(m)	2,10	1,59	1,03	0,93
Hoogte	(m)	1,56	1,29	1,29	1,12
Hoogte inclusief deksel	(m)	1,66	1,36	1,36	1,18
Aansluiting ventilatie kanaal	(m)	0,16	0,16	0,11	0,11
Gewicht lege machine	(kg)	2.000	1.200	725	650

Ridan - §5.5.3

[112]

In Nederland wordt de Ridan gebruikt door het dierenasiel in Leiden, dierentehuis Stevenshage [112]. Stevenshage produceert een grote hoeveelheid organisch afval, dat in het verleden met het restafval werd afgevoerd. Het asiel heeft in 2016 een groot model Ridan aangeschaft om zelf het organisch afval te kunnen verwerken. Op de locatie wordt geen gft ingezameld door de gemeente, en ook commerciële bedrijven zijn niet bereid om er te komen inzamelen. Zelf composteren was daarom een oplossing om minder organisch afval te hoeven afvoeren met het restafval.



Figuur 24. De Ridan bij het dierenasiel in Leiden [112].

Bij Stevenshage is men tevreden over de Ridan composteerder, het composteren wordt zelfs als een leuke activiteit ervaren. De composteerder staat onder een afdak, en afgezien van af en toe afstoffen is nog geen onderhoud nodig geweest.

De Ridan wordt elke dag gevoed, met afval dat zo nodig eerst is verkleind: houtzaagsel incl. uitwerpselen van de konijnen, strooisel en uitwerpselen van kippen, groene delen van onkruid, huishoudelijk groente- en fruitafval, kantineafval zoals koffiedik, ei- en fruitschillen. Geen vlees, vis e.d., wel af en toe een ei dat is vertrapt in het kippenstrooisel. Het afval wordt in een teil naast de Ridan verzameld, waarin het voorafgaand aan het voeden wordt gemengd. Ongewenste materialen worden er dan uit gehaald, ook koffiefilters en theezakjes. Het grootste deel van het afval bestaat uit zaagsel/hennepstrooisel, waardoor het niet nodig is om een aparte houtige hulpstof te gebruiken. Er is zelfs gebrek aan “groen” materiaal ten opzichte van “bruin” materiaal.

Het voeden is eenvoudig. De toevoer is vrij hoog, maar goed bereikbaar vanwege een opstapje aan de zijkant. Na het voeden moet de slinger een aantal malen gedraaid worden om het materiaal door de reactor heen te bewegen. Het bedienen van de Ridan vraagt niet heel veel tijd, zo'n 5-15 minuten per dag. De reactorinhoud wordt warm wanneer er echt dagelijks zorg wordt besteed aan de compostering, en het materiaal goed verkleind wordt. Ook moet de juiste verhouding bruin/groen materiaal worden gebruikt. De hoogst gemeten temperatuur is 60°C, gemiddeld wordt rond de 40°C gehaald. Er is geen lekwater, wel af en toe wat condens bij de afsluiter van het deksel maar dit verdampt vanzelf.

Het product valt tijdens het draaien van de slinger vanzelf in een teil. Het ziet er uit als compost en ruikt niet meer naar afval. Wel is meestal het zaagsel nog een beetje zichtbaar en zitten er soms stukjes onverteerde resten in. Dit laatste gebeurt wanneer de stukken te groot waren of als het mengsel niet warm genoeg is geworden. De leverancier raadt aan om het product te laten nacomposteren voordat het gebruikt wordt. Bij stevenshagen wordt een periode van drie maanden aangehouden. Ze hebben drie compostvaten, die elk in ongeveer een maand gevuld worden. Het oorspronkelijke plan was om compost weg te geven of te verkopen, maar alle gerijpte compost wordt op eigen terrein gebruikt. Het is een groot terrein, waar altijd wel plaats is om de compost op te brengen, o.a. in de asieltuin, het asielbos en in de tuin van de beheerderswoning. De samenstelling van de compost is nooit bepaald.

Op zich is er geen echte training nodig om de Ridan te kunnen bedienen, maar wel plezier in het composteren. Het is handig als de persoon die hem bedient enige basiskennis van het proces heeft, snapt hoe de compostering verloopt en hoe de verschillende stoffen op elkaar in werken. Je moet echt dagelijks zorg besteden aan de compostering, het is niet altijd schoon werk en het draaien van de slinger kan zwaar zijn. Het is niet zo eenvoudig om de taak te delen met anderen, dan is wel goede communicatie vereist.

Het afval moet zo klein mogelijk in de composteerder gedaan worden, omdat te grote stukken er onveranderd uit komen (bijv. een hele appel of aardappel). Onkruid móet echt versnipperd zijn, en hooi vormt vaak plakken en moet ontward worden omdat het anders beschimmelt. Het verkleinen van tuinafval kan zwaar werk zijn, vooral wanneer dit met de hand wordt gedaan. In de zomer komen er fruitvliegjes op het afval in de verzamelkuip, en als de temperatuur in de Ridan niet hoog genoeg is kunnen deze zich ook daarin vermenigvuldigen. Bij het openen van de deksel zwermen dan de vliegjes eruit. Wanneer het mengsel goed is wordt de reactorinhoud snel warm en krijgen de vliegjes geen kans. Onder de compostvaten waar de narijping plaatsvindt is gaas gelegd om ratten tegen te houden.

Hoewel dat wel het doel is, wordt nog niet al het afval gecomposteerd. De capaciteit van de Ridan is niet voldoende, en de hoeveelheid beschikbaar groen materiaal limiteert de hoeveelheid strooisel die

verwerkt kan worden. Als er te veel strooisel ingaat stopt het compostproces, waardoor niet al het strooisel verwerkt kan worden. Zaagsel van naaldhout composteert ook lastiger dan gedacht, moeilijker dan bijv. hennepstro. Het doel om groente-, fruit- en onkruidafval buiten het restafval te houden is wel gehaald.

Rocket - §5.5.4

[113, 114]

Sinds de zomer van 2016 worden Hengelo de etensresten van vier hoogbouwlocaties opgehaald en in de Groentuin verwerkt met behulp van twee Rocket composteermachines (type A700). In Hengelo zijn hoogbouwlocaties niet voorzien van groene containers, en komen etensresten dus grotendeels in het restafval terecht. Het ophalen en het transport naar de Groentuin gebeurt met de zogenaamde Voedsel-fiets. Het project, "Schillenboer 2.0", loopt nu drie jaar. De locaties die meedoen in het project (Thiemsland, Hengelose Es, Binnenstad en Klokstee) hebben verschillende socio-economische eigenschappen. In totaal doen er zo'n 500 huishoudens mee aan het project, dat wordt uitgevoerd door de gemeentelijke sociale werkplaats SWB.



De deelnemers hebben emmertjes gekregen waarin ze hun etensresten kunnen verzamelen, inclusief gekookt en ongekookt afval en vlees. Drie keer per week staan de Voedsel-fietsen op vaste tijden bij de inzamelpunten en is er gelegenheid voor de deelnemers om het emmertje zelf naar de bakfiets te brengen en hierin te legen. Alleen afval dat in het door het project verstrekte emmertje zit wordt geaccepteerd. Afval dat in een composteerbaar zakje zit wordt niet aangenomen, net als vervuild afval. Snijbloemen mogen wel in de emmer, maar grover afval van bijvoorbeeld balkonplanten zou naar de milieustraat gebracht moeten worden.

Doordat deelnemers zelf hun afval naar de voedsel-fiets brengen, is er minder anonimiteit en valt het mee met de vervuiling van het materiaal. Toch zit er wel eens wat ongewenst materiaal tussen het afval. Met bijvoorbeeld stukjes metaal gebeurt niets in de machine, en die worden naderhand uit het product gezeefd. Het ingezamelde afval wordt momenteel niet ontwaterd voor het aan de Rocket composteermachines wordt gevoed. Wel is het soms nodig om grote stukken te verkleinen, en wordt het gemengd met houtchips om de vochtigheid te reguleren.

Het voeden, legen en bedienen van de Rocket gaat gemakkelijk. De machine wordt gevoed door een emmer leeg te gooien bovenin de reactor, waarna de machine de rest van het werk doet. Er is geen

gekwalificeerd personeel nodig. Het ingaand en uitgaand materiaal wordt in afgesloten containers bewaard om ongedierte geen toegang te geven. Na drie weken narijpen wordt het product in de Groentuin gebruikt. Tijdens de verwerking komt lekwater vrij uit de Rocket, dat via een vet- en slibvanger wordt afgevoerd naar de riolering.

Er was veel animo om aan het project mee te doen. In de eerste week waren er meteen 300 aanmeldingen. Naast de huidige circa 500 deelnemers zijn er nog eens 300-400 mensen die aangegeven hebben ook mee te willen doen. De capaciteit van de twee composteermachines (1500 liter/week) is echter niet toereikend. Momenteel wordt bekeken of het project uitgebreid en verlengd kan worden. In de toekomst wil men het ingaande afval gaan vermalen om het materiaal te verkleinen (o.a. harde kippenbotjes). Tijdens het vermalen wordt dan ook een groot deel van het vocht onttrokken uit het afval. De hoop is dat het composteringsproces hiermee sneller gaat en het product homogener is. Ook wil men graag experimenteren met bokashi: door de Rocket technisch aan te passen zou er ook fermentatie in kunnen plaatsvinden. EM zou dan als hulpstof worden toegevoegd.

De keuze voor de Rocket was gebaseerd op ervaringen uit een eerdere pilot in Hengelo, “Waste Watchers”, waarbij composteren en bokashi als geschikte methoden werden gezien. Voor het Schillenboerproject is de keuze op composteren gevallen omdat er voor bokashi nog geen wetgeving is. De Rocket composteerder voldeed aan de eisen en gaf voor het verkrijgen van een vergunning de minste bureaucratie. Het gebruik van een machine is ingegeven door het feit dat de kringloop en het inzamelen centraal staat en niet de verwerkingstechniek.

Bokashi - §5.6

[113, 114]

Tijdens het project “Waste Watchers” is in Hengelo een pilot gedaan met bokashi-fermentatie voor de verwerking van etensresten door huishoudens. Er zijn toen 40 bokashi-emmers uitgedeeld. Als onderdeel van het Schillenboer-project wordt in Hengelo momenteel met een deel van het ingezamelde afval een proef gedaan met bokashi op grotere schaal, in 240-liter containers.

Uit de proef met huishoudens bleek dat men het voeden en legen van de emmer bewerkelijk vond, en liever een gewone emmer voor het groenafval zou willen gebruiken. Het gefermenteerde afval blijft soms ook plakken in de emmer, wat het legen bemoeilijkt. Omdat het product er bijna hetzelfde uit ziet als het ingaande materiaal vonden veel deelnemers het niet aantrekkelijk om het in hun tuin te verwerken. Degenen die dit wel deden zagen dat het daar verder afbrak.

Ook bij de verwerking op grotere schaal in de Groentuin is het vullen en legen bewerkelijk. Het fermentaat ziet er uit zoals verwacht. Zowel het vaste product als het lekwater worden in de tuin toegepast, waarbij het lekwater eerst verdund wordt. Bij toepassing van het product komt een karakteristieke geur vrij die na een paar dagen verdwijnt. Daar zijn geen klachten over geweest. Men is erg tevreden over het product.