

Samenvattingen

Bijlage

Theoretische analyse van de beschrijvende literatuur
**technische hulpmiddelen voor verbetering
gedecentraliseerd biologisch afval** van beroepsmensen

Dit document is een samenvatting van de studie in opdracht
van Bruxelles Environnement - IBGE / Leefmilieu Brussel - BIM:

*Analyse théorique de la littérature décrivant les outils **techniques de valorisation décentralisée de biodéchets** des professionnels, Rapport Final du 20.09.2016*

Projectmanagers:

Andrea Bortolotti

Simon De Muynck

Stephan Kampelmann



L O LABORATORY
U URBANISM
I S INFRASTRUCTURE
E ECOLOGY

ULB Faculté
d'Architecture
La Cambre Horta

INLEIDING

Het doel van deze studie is een theoretische analyse van de literatuur die de Technische hulpmiddelen voor decentrale verbetering van bioafval door beroepsmensen (TDVBB) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest beschrijft. Deze studie heeft de vorm van een reeks samenvattingen waarin uitsluitend de essentiële elementen van de analyse worden genoemd. Elke samenvatting is als volgt opgebouwd: 1) de naam van de techniek; 2) de tekening die het basisprincipe samenvat; 3) de definitie, de werking en varianten van de techniek; 4) het schema met de materiaalstroom en 5) de evaluatie van het milieu-impact en de operationele kosten.

MATRICE TECHNIQUES/PRODUCTEURS

Om de verschillende technieken te vergelijken, is de milieu-impact gekruist met de ondersteunde informatie over het soort en de hoeveelheid afval die de technieken aankunnen en met de verschillende verwerkingsmogelijkheden die zijn vastgesteld.

Technieken	Producten	Kleintjes			Horeca		Kantines	Markten	Tuinbouwbedrijven	Groten
		< 1.000 kg/pj	1.000 - 2.500 kg/pj	2.500 kg/a - 10.000 kg/pj	10.000 kg/pj- 100.000 kg/pj	> 100.000 kg/pj				
Composteren	Compostvat natuurlijk proces									
	Mechanisch compostvat									
Composteren met wormen	Model met stapelbare bakken									
	Monobak-model									
Droogtoiletten	Model In-Vessel									
	Composterings-droogtoilet Toilette sèche à collecte									
Droogtoiletten	Droogtoilet voor collectieve inzameling urine en ontlasting									
	Kippenhok met 1 of 2 kippen									
Dierlijke opwaardering	Varken									
	Entomo-raffinerij									
Biomethanisering	Commerciële Europese micro-vergister									
	Aziatische eenvoudige micro-vergister									
Dehydratie	Dehydrator									
	Eco-vergister									
Eco-vergisting	Bokashi									
	Vergisting in een hoop									
EM	Hakselaar + veelzijdige plantenmulchmachine									

Keukenafval

Groenafval

Uitwerpselen

Met DBP zijn professionele installaties nodig ter sterilisatie vooraf

Met DBP zijn professionele installaties nodig ter sterilisatie vooraf

Keukenafval
Groenafval
Uitwerpselen

KWALITATIEVE BEOORDELING VAN DE GEVOLGEN VOOR HET MILIEU

Technieken	Gevolgen voor het milieu	Operationele kosten* (€/kg)
Compostvat - natuurlijk proces	+++	0 - 2
Mechanisch compostvat	++	0 - 0,5
Model met stapelbare bakken	+++	2 - 6
Monobak-model	+++	0,5 - 2
Model In-Vessel	+++	n.b. **
Composterings-droogtoilet	++	0 - 0,5
Droogtoilet voor collectieve inzameling urine en ontlasting	+	0,5 - 2
Kippenhok met 1 of 2 kippen	+++	2 - 6
Varken	+++	n.b.
Entomo-raffinaderij	+	n.b.
Commerciële Europese micro-vergister	+	> 10
Aziatische eenvoudige micro-vergister	++	> 10
Dehydrator	-	0 - 0,5
Eco-vergister	-	0 - 0,5
Bokashi	+	> 10
Vergisting in een hoop	++	0,5 - 2
Mulching	+++	6 - 10

+++ Erg positief
++ Positief
+ Tamelijk positief
- Tamelijk negatief
-- Negatief
--- Erg négatif

**n.b. : niet beschikbaar

*Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materiaal, reparatie, enz.) - schatting

REGLEMENTAIR KADER

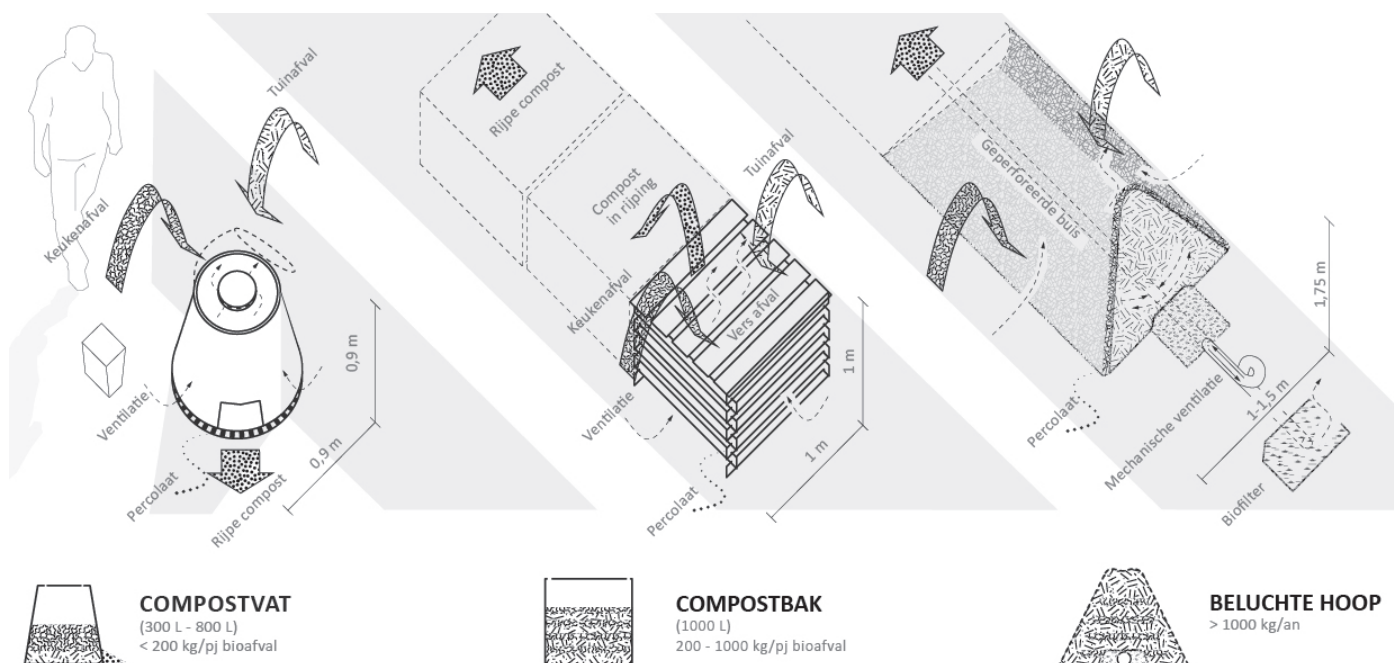
Voor al deze behandelingen is het noodzakelijk om inlichtingen in te winnen bij de afdeling vergunningen en partnerschappen en vast te stellen of er een milieuvergunning moet worden aangevraagd voor de activiteit.

Als dierlijke bijproducten (in het bijzonder keuken- en tafelafval) worden gebruikt, zijn sommige technieken niet toegestaan. Het is daarom belangrijk om uw project te specificeren bij de afdeling vergunningen en partnerschappen opdat de voorwaarden voor exploitatie kunnen worden bepaald.

De belangrijkste regels die gelden voor het gebruik van deze technieken zijn de volgende:

- 1) **Verordening inzake milieuvergunningen** - besluit van 5 juni 1997 betreffende de milieuvergunning (Verordening milieuvergunningen van 5 juni 1997).
- 2) **de DBP-verordening** - Verordening (EG) nr 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 21 oktober 2009 ter vaststelling van gezondheidsvoorschriften toepasbaar op dierlijke bijproducten (DBP) en afgeleide producten die niet bestemd zijn voor menselijke consumptie, ter vervanging van Verordening (EG) nr 1774/2002 (verordening inzake dierlijke bijproducten) - Verordening (EU) nr 142/2011 van de Commissie van 25 februari 2011 ter uitvoering van Verordening (EG) nr 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad, waarin de gezondheidsvoorschriften worden vastgesteld inzake dierlijke bijproducten en afgeleide producten die niet bestemd zijn voor menselijke consumptie en ter uitvoering van richtlijn 97/78 / EG.
- 3) **Verordening inzake afval** - besluit van 14 juni 2012 met betrekking tot afval

COMPOSTERING



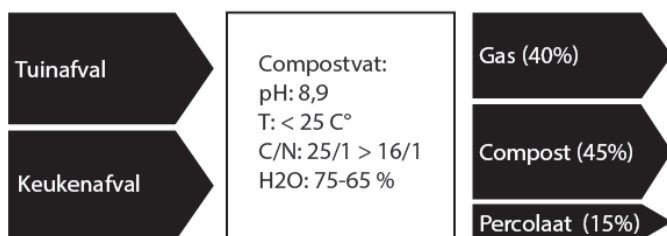
1.1. Definitie

Proces van biologische, aërobe afbraak van organisch materiaal (EI, Reg 142/2011) begonnen door de afbraak en stabilisatie van organische substraten onder gecontroleerde thermofiele aërobe omstandigheden (Colon et al., 2010). Het composteren kan op gang worden gebracht door natuurlijke of mechanische en gecontroleerde processen (temperatuur, luchtstroom en vochtigheid) in gesloten units. De compost ontstaat door het composteren van organisch materiaal (EU Vo 142/2011). De compost kan worden gebruikt als meststof, organische verbeteraar of bij het kweken, voor de verbetering van de fysische eigenschappen van de bodem, het verhogen van de waterretentie en het verstrekken van essentiële voedingsstoffen (Colon et al., 2010).

1.2. Werking

Optimale compostering wordt gegarandeerd onder omstandigheden die microbiële groei, de aanvoer van koolstof (C) (voor energie), stikstof (N) (voor eiwitten) en zuurstof (O₂) (voor ademhaling) bevorderen. Verschillende gemeenschappen van micro-organismen overheersen tijdens de verschillende fasen van compostering. Alle compostingsprocessen vereisen een zeker evenwicht in de beschikbaarheid van koolstofhoudend materiaal (C) en stikstof (N). Ze werken met tuin- (bladeren, kleingemaakte takken, gras, schors, stengels, takjes) en keukenafval (groenten en fruit-schillen, koffiedik, eierschalen, DBP), zodanig gemengd dat de C / N verhouding ongeveer 25/1 is en een pH-waarde van ongeveer 8,9 (Andersen et al., 2011). Uit de compostering ontstaat voornamelijk compost (40% - 75%), maar ook gas en percolaat. [Fig.1]

Fig.1



1.3. Varianten

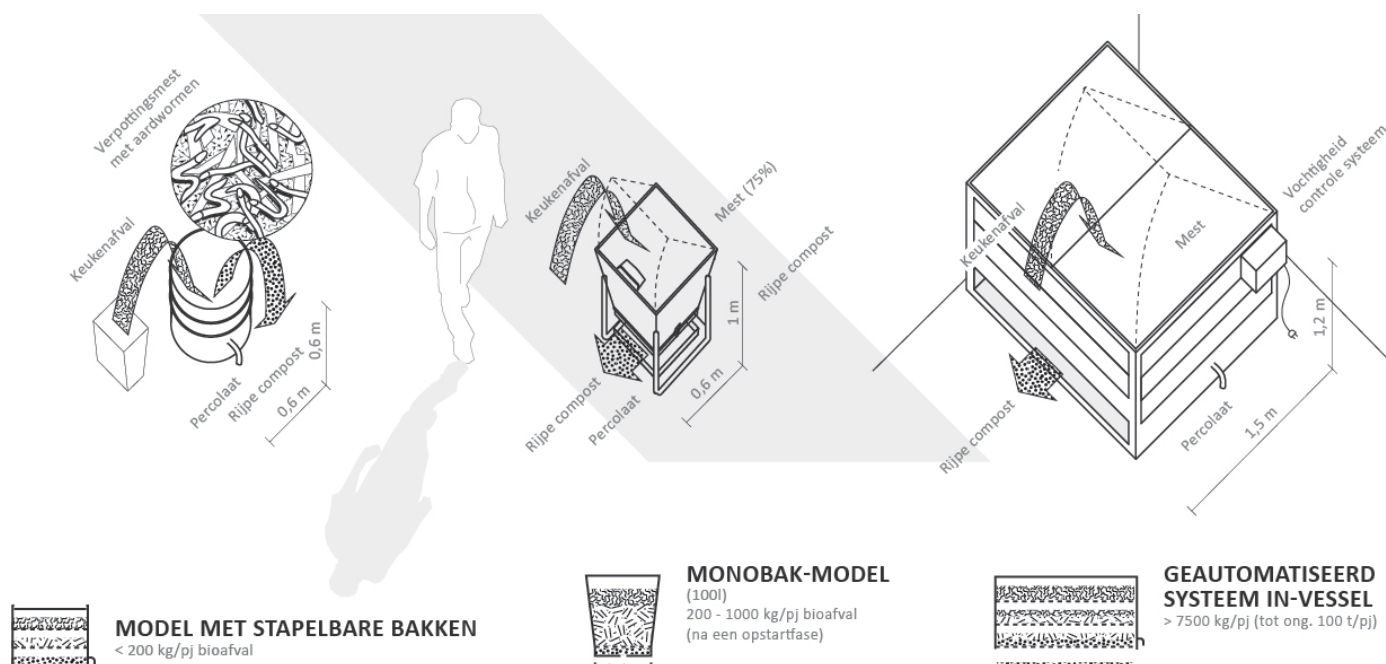
Zes technieken zijn opgenomen in deze studie: compostvaten met lade, houten compostbakken, roterende compostbakken, als statische hoop in de open lucht, de Earth tube en het Rocket-compostvat. De eerste drie zijn spontane composteringstechnieken, terwijl de laatste drie mechanische controle vereisen van de beluchting (de statische hoop), temperatuur en vochtigheid (Earth tube) evenals een continue vermalen en mengen van het organische materiaal (Rocket-compostvat) om het compostingsproces te versnellen en de benodigde ruimte en onderhoudstijd aan de installaties te minimaliseren.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + + + / + +

Operationele kosten* (€/kg) = 0 - 2

* Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

COMPOSTERING MET WORMEN



2.1. Definitie

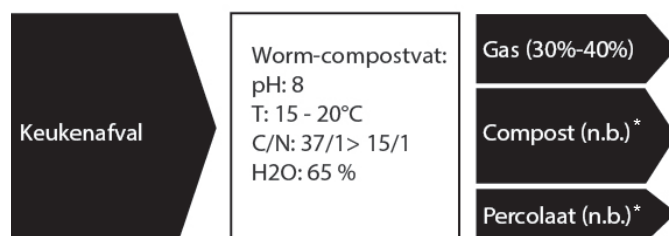
Proces van biologische afbraak en thermofiele aërobe stabilisatie van organisch materiaal door de gecombineerde activiteit van compostwormen (*Eisenia fetida* en *Eisenia andrei*) en mesofiele micro-organismen die gedijen bij temperaturen tussen 25 en 40 ° C (Millet, 2015). Compostering met wormen wordt door sommige auteurs als een «geavanceerde» composteringstechniek gezien (Hanc & Pliva, 2013). Volgens Suthar (2009), is de compost geproduceerd door compostering met wormen een beter product dan compost zonder wormen als het gaat om de aanwezigheid van voedingsstoffen. Dankzij de werking van slijm en enzymen in de darmen van de wormen is het totale percentage opneembaar stikstof (N) beschikbaar voor planten in grotere hoeveelheden aanwezig, evenals fosfor (P) en kalium (K).

2.2. Werking

Compostwormen fungeren als mechanische mixers: door het organische materiaal te vernalen veranderen zij de biologische, fysische en chemische toestand en geleidelijk de C/N-verhouding. Hierbij wordt het oppervlak dat wordt blootgesteld aan de werking van micro-organismen vergroot, wat erg gunstig is voor de microbiële activiteit en de compostering (Dominguez in Suthar, 2009: 915). Dankzij een spijsverteringsstelsel met een hoge microbiële activiteit eten ze tot een keer hun eigen gewicht per dag en verminderen ze de hoeveelheid organisch afval met 40% tot 60% (Millet, 2015). Aan het begin van het proces kan mest dienen als voedsel voor de wormen, tot het eerste afval voldoende verrot is om gegeten te worden. De verwerking, met een pH (8) en een verhouding C/N (25/1) vergelijkbaar met

die van compostbemesting, produceert hoofdzakelijk compost, maar ook uitspoelwater en gas.

Fig.2



2.3. Varianten

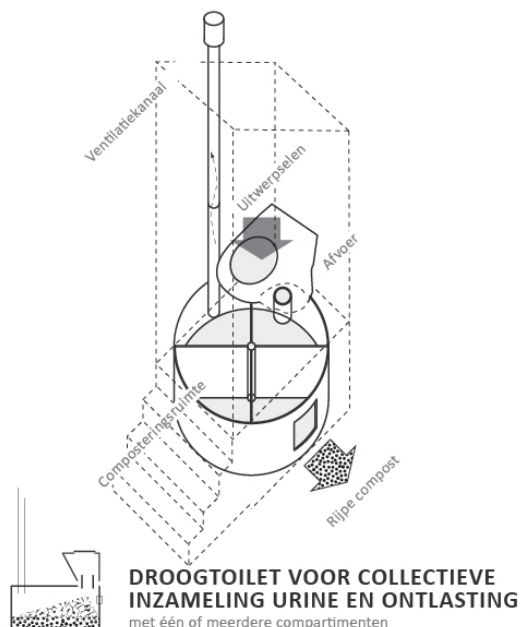
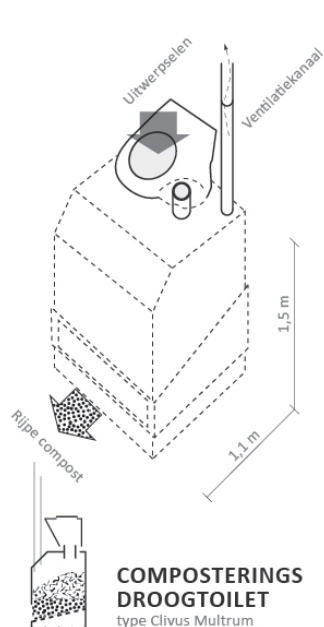
Drie modellen zijn gebruikt: een model met stapelbare bakken, een monobak-model, en het geautomatiseerde model «in-vessel». Het eerste model is gemaakt van kunststof of houten kisten, stapelbaar en met een geperforeerde bodem om het percolaat op te kunnen vangen in de onderste bak. De tweede is een enkele pre-fab-bak van plastic met een geperforeerde bodem en twee containers: één voor de opvang van het percolaat en de andere voor de opvang van de compost. Het laatste model is groter, afgesloten en voorzien van een deksel met twee kleppen, geïsoleerd, met een ventilator om de vochtigheid en het zuurstofgehalte te beheersen en een compartiment voor de opvang van de wormcompost.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + + +
Operationele kosten* (€/kg) = 0,5 – 6

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

DROOGTOILETTEN



3.1. Definitie

Het droogtoilet is een sanitair proces van biologische, aërobe of anaërobe afbraak (Anand & Apul, 2014) van feces (uitwerpselen) en menselijke urine die verzameld worden in een hermetisch afgesloten tank. Dit wordt leeggemaakt om vervolgens te worden opgewaardeerd tot meststof. De koolstof/stikstof-verhouding (C/N) van menselijke feces (8/1) is lager dan de C/N-verhouding (25-35 / 1) die als optimaal wordt beschouwd voor compost (Bishop en Godfrey, 1983; Bertoldi et al. 1983). Andere grondstoffen, zoals zaagsel, vers grasmaaisel, bladeren of ongebleekt wc-papier zonder inkt kunnen aan het urine-ontlastingsmengsel worden toegevoegd.

3.2. Werking

Na het vullen van de tank wordt deze min of meer regelmatig geleegd (na 24 uur tot 10 jaar, afhankelijk van het type) op een vloeistofdichte ondergrond, bedoeld om lekkage te voorkomen en te beschermen tegen weersinvloeden (art.17, decreet van 7 september 2009, Frankrijk). Er zijn veel modellen droogtoiletten: de autonome modellen met bio-gecontroleerde mest (BGM); met één of meerdere compartimenten; al dan niet met water en elektriciteit; al dan niet met scheiding van feces en urine; waarbij containers van 20 liter tot 4.200 liter gebruikt worden en al dan niet gebruik wordt gemaakt van compostwormen om de verwerking van het fecale materie te vergemakkelijken. De meeste droogtoiletten met compostering vereisen aanzienlijke arbeid, met name tijdens het legen van de tank. De talrijke modellen bieden een zeer grote combinatie van mogelijke varianten. [Fig.3]

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

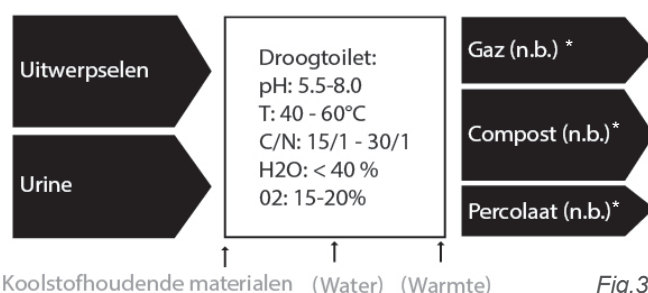


Fig.3

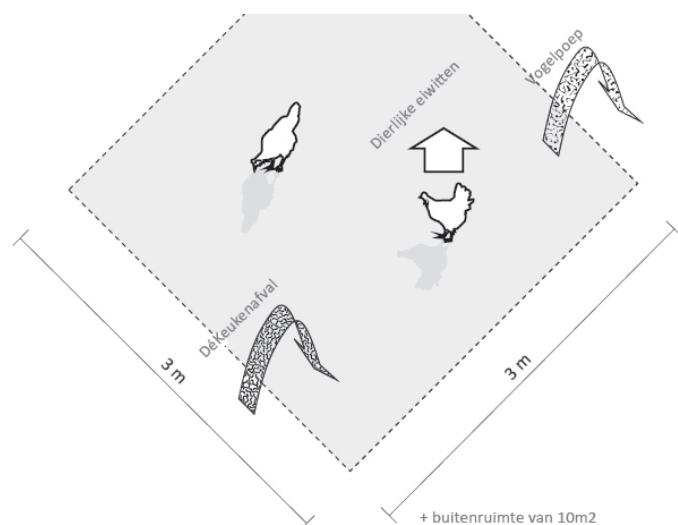
3.3 Variantes

Twee representatieve modellen zijn geselecteerd: een Clivus Multrum-systeem voor restaurants waarvan de opbrengst dient voor compostering of ter verspreiding in een moestuin en een systeem van droogtoiletten waarbij de urine en feces voor evenementen van 2.500 mensen (festivals, concerten enz.) collectief wordt ingezameld en waarvan de opbrengst wordt opgewaardeerd in een biogasinstallatie. Het model Clivus Multrum M300 is geschikt voor menselijke urine en ontlasting van restaurants met 30 tot 60 plaatsen. Dat komt neer op ongeveer 50 wc-bezoeken per dag, of ongeveer 18.000 mensen per jaar. De andere variant betreft een verhuursysteem met zeven droogtoiletten waarvan de urine en feces in een gezamenlijke tank worden ingezameld en gemengd met zaagsel tijdens specifieke evenementen (in dit geval een festival met 2.500 bezoekers per dag) .

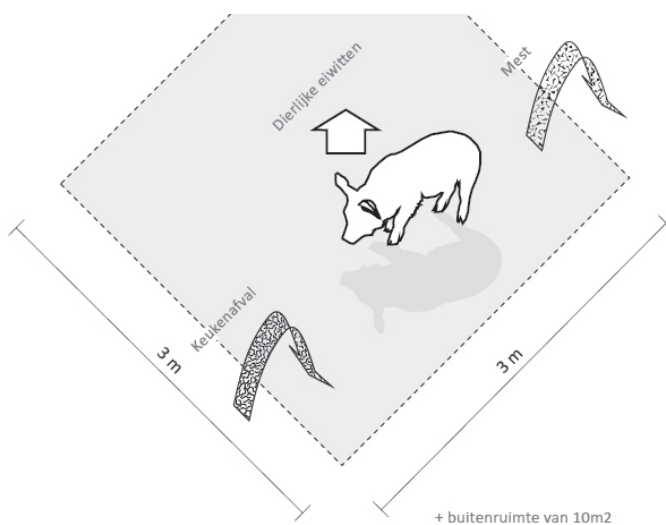
Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + + +

Operationele kosten* (€/kg) = 0,5 – 2

DIERLIJKE OPWAARDERING



**OPWAARDERING DOOR
VOEDING AAN KIPPEN**
< 200 kg/pj bioafval



**OPWAARDERING DOOR
VOEDING AAN VARKENS**
1000 - 7500 kg/pj bioafval

4.1. Definitie

Proces van opwaardering van voedselafval op natuurlijke wijze door dieren. Drie soorten dierlijke omzetting zijn geselecteerd: door kippen, varkens en huisvliegen. Deze opwaardering kan zijn in de vorm van dierlijke eiwitten: vlees (varkens, kippen), eieren (kippen), larven (vliegen) en uitwerpselen (varkens, kippen).

4.2. Werking

De kippen en het varken krijgen dagelijks granen, organisch afval zonder dierlijke bijproducten en groen tuinafval. Deze kippen en het varken beschikken over een hok met buitenruimte en uiteraard ook over drinkbakken met water. In ruil daarvoor leveren de kippen gemiddeld tussen de 150 en 200 gram vogelpoep per dag of ongeveer 65 kg vogelpoep per hen per jaar (Ciesielski 1978) en ongeveer 200 eieren van 60 gram per jaar (bijna 12 kg). Met betrekking tot de werking van de techniek met vliegen: de mest (bijvoorbeeld van varkens) wordt opgewaardeerd door vliegenlarven, die vervolgens worden verwerkt tot veekoek voor diervoeding of biodiesel. [Fig.4]

4.3. Varianten

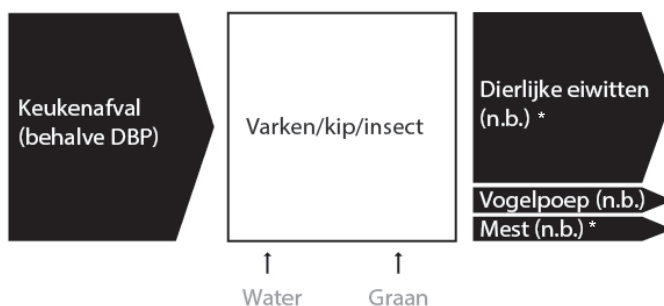
De kippen (2,5 kg van een Belgisch ras) en het varken (250 kg van een Belgisch ras, bijvoorbeeld de Piétrain) worden gehuisvest in een omheining van 9 m² met een buitenruimte van

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

10 m² voor de kippen respectievelijk 8 m² voor het varken - dat regelmatig moet worden voorzien van stro. Wat betreft de vliegen: de grootschalige bioconversie-installatie van de Guosheng-maatschappij (China) behandelt ongeveer 25 m³ verse varkensmest per dag. Het heeft een kweekplaats van 2100 m² voor de voortplanting en de ontwikkeling van de larven van de huisvlieg. Voor zover ons bekend, beheerst geen enkele Belgische onderneming deze techniek op dit moment.

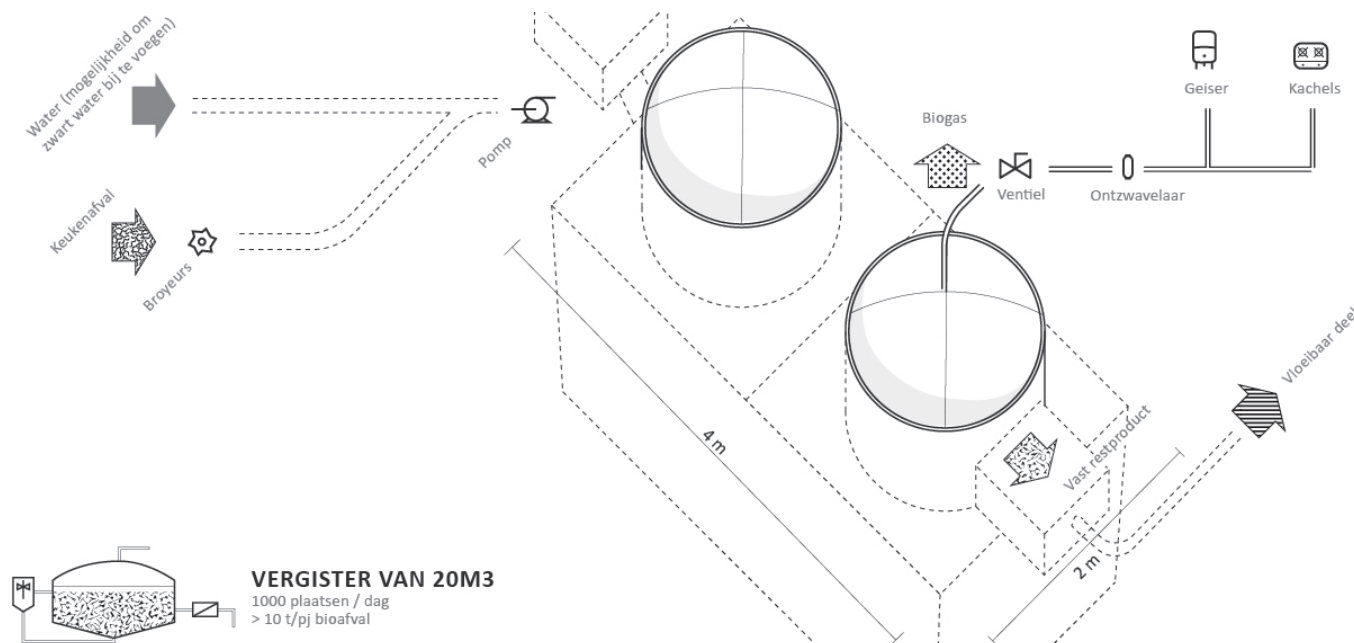
Fig.4



Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + + + / +

Operationele kosten* (€/kg) = 2 – 6

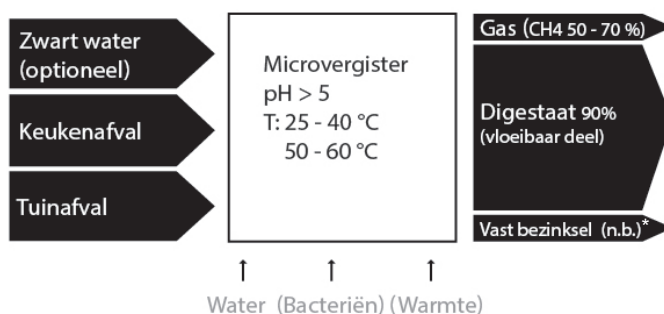
BIOMETHANISERING (OF ANAËROBE VERGISTING)



5.1. Definitie

Biologische, anaërobe afbraak van organisch materiaal (EU, Reg 142/2011). Het product van anaërobe vergisting is biogas, een mengsel dat voor 60% bestaat uit methaan (CH_4), voor 30% uit kooldioxide (CO_2) en andere gassen zoals waterstofsulfide (Mata-Alvarez et al., 2000). De anaërobe vergisting produceert ook een digestaat bestaande uit een vloeibaar (90%) en een vast deel (10%). De vorming van biogas via anaërobe vergisting komt tot stand door de tussenkomst van verschillende families van bacteriën in vier stappen: hydrolyse, acidogenese, acetogenese en methanogenese. Het potentieel van biomethanisering en het installatieontwerp zijn sterk afhankelijk van de samenstelling van het afval dat wordt gebruikt in het systeem (Rajendran et al., 2012).

Fig.5



5.2. Werking

Installaties voor anaërobe vergisting zijn te onderscheiden op basis van hun grootte (micro-, meso- en macrovergisters); het feit of de verschillende stappen worden uitgevoerd in afzonderlijke tanks of niet (vergisters met één, twee, drie of vier verdiepingen enz.); het proces plaatsvindt met een nat of droog substratum (droge vs vloeibare manier); of de bacteriën in de vergister mesofiel zijn (dat wil zeggen dat ze leven bij een temperatuur tussen 30-40 °C) of thermofiel (53-58 °C) (Holm-Nielsen et al, 2009). Er zijn ook variaties op het gebied van de plaatsing van de installaties (begraven of in de open lucht) of de materialen die zijn gebruikt voor de bouw (roestvrij staal, staal, beton, etc.) [Fig.5]

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

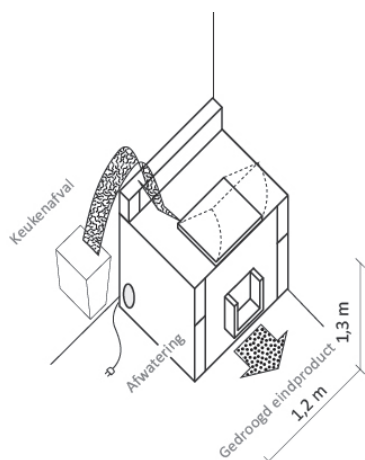
5.3. Varianten

De twee representatieve technieken in de brochure tonen een duidelijk verschil tussen enerzijds de in Europa in de landbouwsector verkochte commerciële modellen (met een capaciteit van ten minste 20 m³ en een thermofiel proces dat gebruik maakt van ten minste twee afzonderlijke tanks) en anderzijds de modellen die zeer wijdverspreid zijn in Aziatische huishoudens, met een capaciteit van 2 m³ en een enkele tank waarin alle vier fasen van de mesofiele anaërobe vergisting plaatsvinden.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + / + +

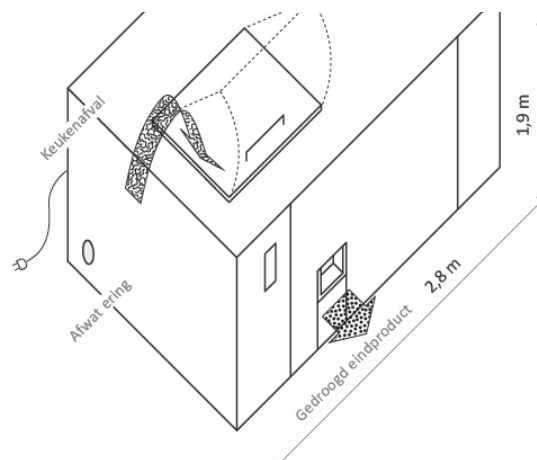
Operationele kosten* (€/kg) = > 10

DEHYDRATATIE



THERMISCHE DEHYDRATATIE VAN 100 KG/PD

Voor horeca en kantines
> 7500 kg/pj bioafval



THERMISCHE DEHYDRATATIE VAN 1000 KG/PD

Voor catering, supermarkten en kleine
voedingsverwerkingsbedrijven

6.1. Definitie

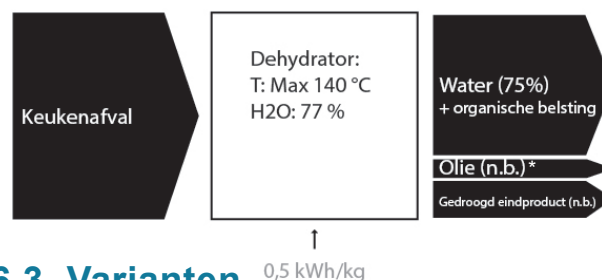
Thermische en aërobe behandeling van keukenafval (fruit en groenten en max 10-15% vlees op het totaal) op kleine schaal (Giadicianni et al., 2014). Het uitgangspunt is het organische materiaal te zuiveren en het volume te reduceren, zodat het tijdelijk kan worden opgeslagen zonder dat men last heeft van de ongemakken verbonden aan de verrotting van vochtige materie (Sotiropoulos et al., 2015). Het restproduct (het gedroogd eindproduct) wordt beschreven als een materiaal met een relatief fijne textuur en een lage pH-waarde, een geringe mineralisatie, een lage C/N verhouding. Het product heeft derhalve een beperkte afbraak en stabiliteit en is niet tot volle wasdom gekomen (Gesper, 2010). Andere studies tonen aan dat bij uitdroging een aantal eigenschappen langdurig bewaard blijven, zoals het glucosegehalte, die vervolgens kunnen worden gebruikt in omzettingsprocessen naar secundaire grondstoffen (bijvoorbeeld de productie van ethanol) (Sotiropoulos et al., 2015).

6.2. Werking

Een dehydrateringsmachine mengt en droogt het organische materiaal door middel van een fysisch-chemische proces, dat het vochtgehalte in 10 tot 24 uur elimineert. De meest gangbare behandelingen zijn een proces van droge (dry-heat) en vochtige hitte (moist-heat). Ze leveren een reductie op van 80-90% van de massa via uitdroging door middel van elektrische verwarming (op 80-140 °C) in een lucht- en waterdicht afgesloten container. De droogtijd hangt sterk af van de fysische eigenschappen van het ingebrachte materiaal. Tijdens een behandeling met vochtige hitte wordt een aanzienlijke hoeveelheid

water gebruikt om het mengproces te ondersteunen en een meer uniforme en fijne drab te krijgen (Giadicianni et al., 2014). Tijdens een droge hitte-behandeling wordt het water uitgestoten door het draineringssysteem, wat een hoge organische belasting geeft (hoge BOD 5, CZV, pH en zuur) (Gesper, 2010). Het gedroogd eindproduct [Fig.6]

Fig.6



6.3. Varianten

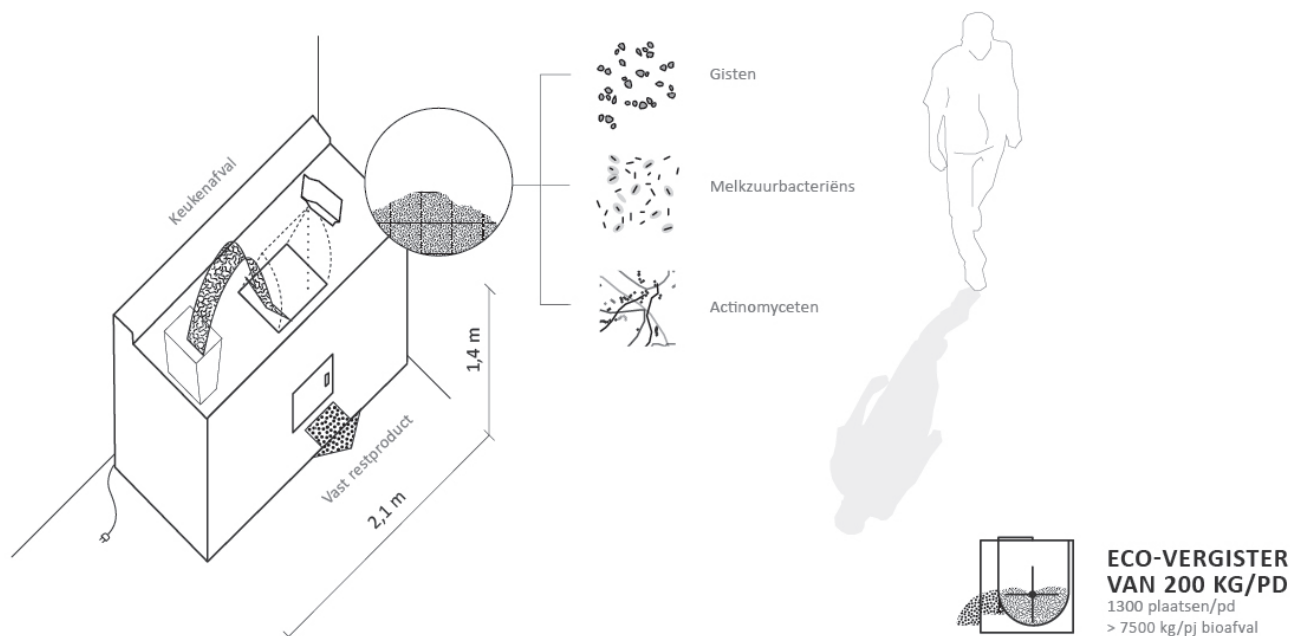
Het gekozen model is een zelfstandige machine die thermisch dehydrateert met droge hitte, te plaatsen in een gebouw, met een capaciteit van 36 t/pj tot 365 ton/pj, afhankelijk van de afmetingen van de tank (100 x 120 x 130 cm - 280 x 180 x 195 cm) en een stroomverbruik van ongeveer 0,5 kWh/kg afval. De machine is uitgerust met een mechanische roerstaaf, een geïsoleerde, dubbele wand met thermische olie, een installatie om de luchtstroom te controleren en geuren te neutraliseren, een elektrische aansluiting en een afvoerleiding voor condensaat.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: -
Operationele kosten* (€/kg) = 0 - 0,5

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

ECO-VERGISTING



7.1. Definitie

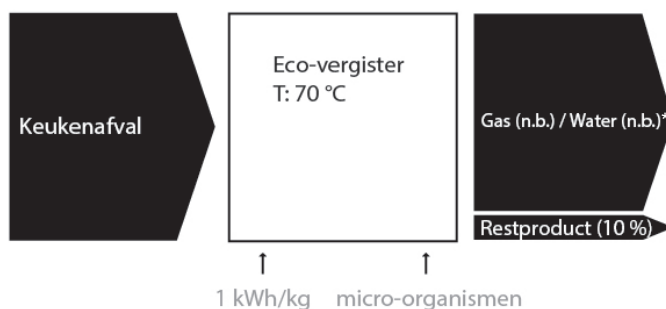
Thermische behandeling en aërobe fermentatie met behulp van thermofiele micro-organismen. Een proces van biologische afbraak waarbij bacteriën gedijen in een zuurstofrijke omgeving en keukenafval (etensresten, schillen van groenten en fruit, vlees en vis) afbreken en verteren. De gesloten en geventileerde container, met een gecontroleerde vochtigheid en temperatuur, is ongeveer 24 uur lang voortdurend in beweging om te mengen.

7.2. Werking

De behandeling voorziet in dehydratatie door middel van elektrische verwarming in combinatie met een fermentatie van organisch materiaal door micro-organismen. Het proces wordt geactiveerd door micro-organismen te inoculeren (met name melkzuurbacteriën, gisten en actinomyceten) in de vorm van poeder gemengd met een opstartproduct dat voor 90% bestaat uit rijstkaf. Luchttoevoer voorziet in zuurstof en een ozon-injectie neutraliseert geuren. Opdat de micro-organismen zich kunnen blijven voortplanten in de container moet bij elke leging ongeveer de helft van het materiaal in de machine achterblijven. De introductie van vers afval kan niet hoger zijn dan 50% van de dagelijkse capaciteit met intervallen van ten minste 4 tot 5 uur. De behandeling kan het volume van het organische materiaal tot 90% verminderen. Het apparaat stoot verder slechts gas uit (Gesper, 2010). De machine heeft echter de meeste energie nodig (ong. 1 kWh / kg) van alle in deze studie gekozen technieken. Het eindproduct vereist verdere behandeling om niet langer te worden beschouwd als afval. Om deze twee

redenen is de milieueffectbeoordeling van de machine erg negatief. Het ontbreken van ondersteunende wetenschappelijke literatuur over deze techniek belet een diepgaander evaluatie.

Fig.7



7.3. Varianten

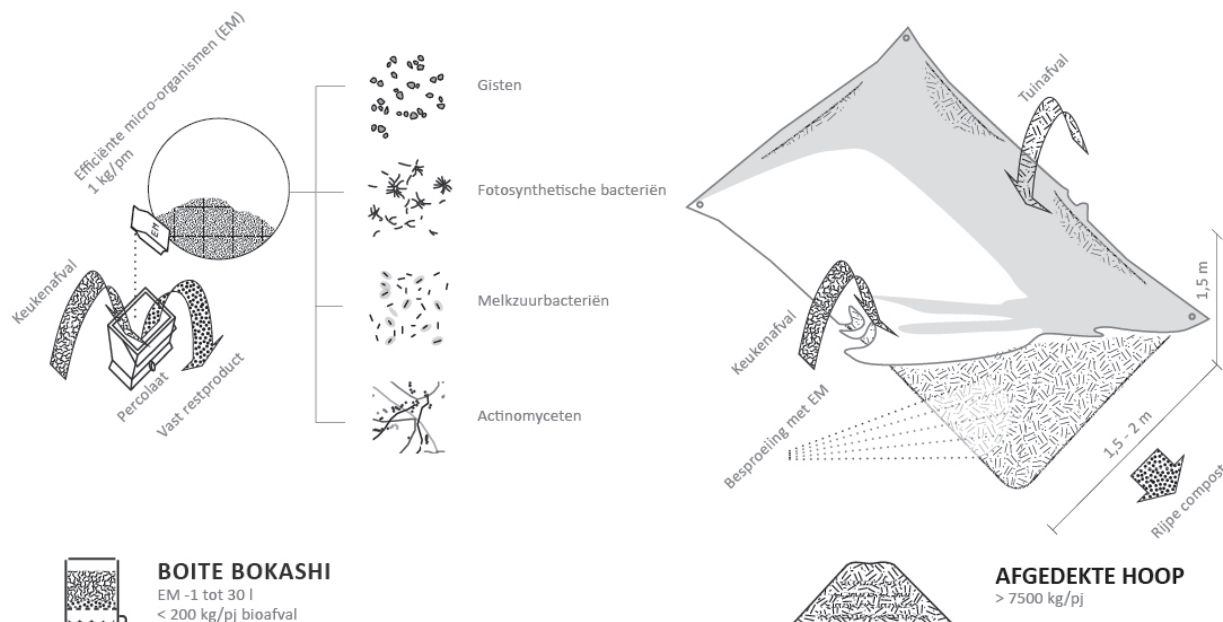
Het gebruikte model is een machine die dehydrateert door middel van aërobe vergisting, zelfstandig, verplaatsbaar, met een verwerkingscapaciteit van 73 ton/pj aan bioafval en een stroomverbruik van ongeveer 1 kWh/kg afval. Het is bedoeld voor gebruik binnenshuis in een goed geventileerde ruimte. De installatie moet niet worden blootgesteld aan temperaturen onder 0 ° C of aan regen. Tijdens het mengen stijgt de temperatuur tot boven de 75 ° C en vindt de luchtbehandeling plaats door middel van biologische filters met actieve kool.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: -
Operationele kosten* (€/kg) = 0 - 0,5

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

EFFICIËNTE MICRO-ORGANISMEN (OF MELKZUURGISTING)



8.1. Definitie

Anaërobe vergisting van organisch afval vereist de invoering van een externe microbiële inoculatie, bestaande uit verschillende populaties micro-organismen. Volgens Szymanski en Patterson (2003) bevatten deze micro-organismen melkzuurbacteriën (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*), fotosynthetische bacteriën (*palustris Rhodospseudomonas*, *Rhodobacter spaeroides*), gisten (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), actinomyceten (*Streptomyces albus*, *S. griseus*) en fermentatie-schimmels (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*). De term «efficiënte micro-organismen» is een ruwe vertaling van de Engelse term «effective microorganisms» (EM) dat op zijn beurt een variant is op «friendly micro-organisms», of «micro-organismes gentils», bedacht door de Japanse wetenschapper Teruo Higa, die algemeen wordt beschouwd als de uitvinder van dit type behandeling (Higa, 1993).

8.2. Werking

Binnenkomend organisch materiaal wordt verzameld in een container van variabele grootte met onderin een deel voor de drainage en inzameling van het percolaat. Het afval wordt in lagen neergelegd waarop telkens een kleine hoeveelheid van een substraat (graan, rijst of iets anders) wordt verspreid of een vloeistof met microbiële populaties (Freitag 2000). Onder invloed van anaërobe EM wordt het organische materiaal gefermenteerd (Yamada en Xu, 2001). Het vaste bezinksel van de fermentatie zit vol met micro-organismen en kan vermalen worden, en als meststof of verbeteraar verspreid op of begraven worden in landbouwgrond (Higa en Parr, 1994). Weten-

schappelijke experimenten van Pei-Sheng en Hui Lian (2002), Xu (2001) en Xu et al (2001) suggereren dat de verrijking met geïnoculeerd en gefermenteerd materiaal, resulterend uit een behandeling met efficiënte micro-organismen, nuttig kan zijn voor de landbouw. [Fig.8]

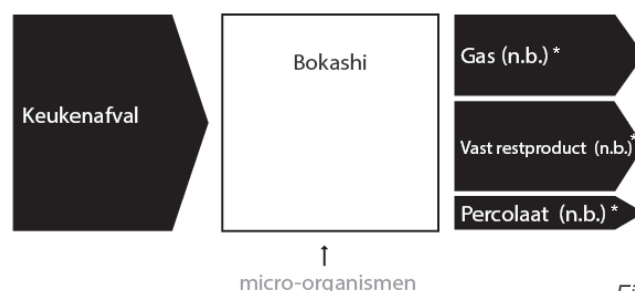


Fig.8

8.3. Varianten

Twee representatieve combinaties die deze beide zaken weer spiegelen zijn geselecteerd. De eerste is een Bokashi systeem met een plastic afvalbak van 30 liter voorzien van een zeef en een houder om het percolaat op te vangen. De tweede betreft een verwerking op grotere schaal, waarbij het organische materiaal wordt verzameld in stapels van circa twintig m³, afgedekt met landbouwplastic om luchtcirculatie te voorkomen.

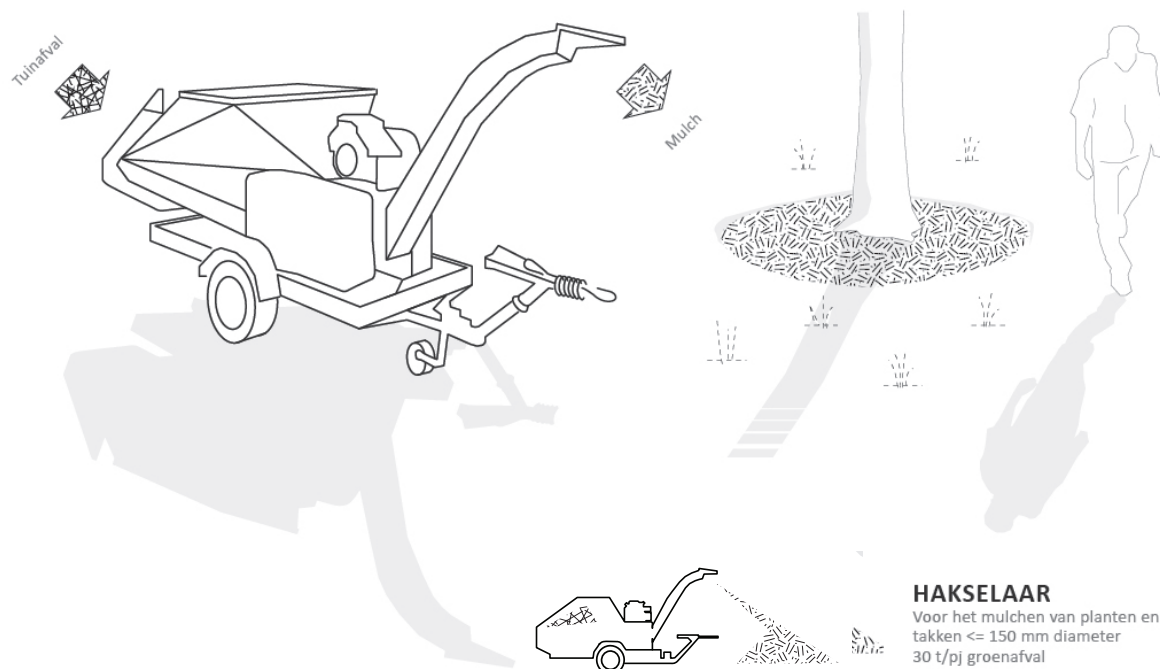
Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + / + +

Operationele kosten* (€/kg) = 0,5 - 2

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

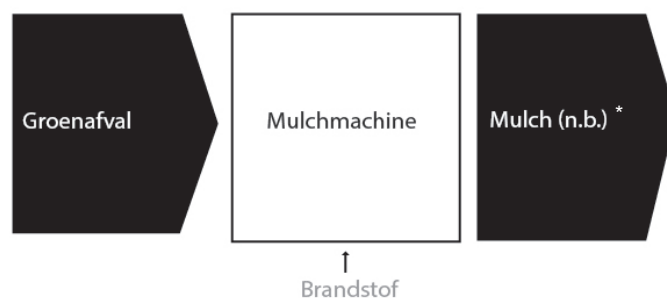
AFDEKKEN OF MULCHING



9.1. Definitie

Deze verbeteringstechniek bestaat uit het hakselen of versnipperen van groenafval tot een formaat van minder dan 1 cm en dit op de bodem te plaatsen in lagen (een afdeklaag of mulch in het Engels). De behandeling bestaande uit het verspreiden van het organische materiaal op de grond wordt afdekken of mulchen genoemd (Qin et al, 2015). Het groenafval wordt vaak versnipperd met een gemotoriseerd apparaat ontworpen om verschillende soorten biomassa te verwerken. Zo kan bijvoorbeeld de grootte van maaisel worden verminderd met behulp van maaimachines met speciale messen. Het meeste houtachtige groenafval (zoals dat afkomstig van het snoeien van bomen, struiken of bladeren) kan worden verwerkt met behulp van een hakselaar.

Fig.9



9.2. Werking

Mulch kan verspreid worden door uitstrooiing op het moment van hakselen (veel hakselaars hebben een uitblaaspijp die kan worden gericht). Het is ook gebruikelijk om het materiaal eerst te hakselen en het dan te transporteren naar een andere locatie, waar het handmatig wordt verspreid. Het voornaamste doel van mulchen is het reguleren van het microklimaat van de bodem en een opname van organisch materiaal te verzekeren (Luo et al 2015). Talrijke studies hebben aangetoond dat mulchen de hydratatie van de vegetatie en de bodemsamenstelling kan verbeteren (Mulumba 2008, Qin et al 2015, Chakraborty et al 2008) te verbeteren. [Fig.9]

* n.b. : niet beschikbaar

**Bedrag in € per kg input voor alle operationele kosten (onderhoud, personeel, materialen, reparatie, etc.) - schatting

9.3. Varianten

De geselecteerde varianten onderscheiden zich door de aard van het groenafval dat bewerkt wordt (maaisel, snoeisels van bomen, bladeren), maar ook door de apparatuur die hiervoor wordt gebruikt. Zo zijn er veel verschillende modellen grasmaaiers die ook ter plekke kunnen hakselen. Deze verschillen in kracht, capaciteit, prijs etc. Ook zijn er tuinhakselaars te koop met een beperkte capaciteit en krachtiger apparaten die tientallen kubieke meter per uur kunnen verwerken.

Kwalitatieve beoordeling van de gevolgen voor het milieu: + + +

Operationele kosten* (€/kg) = 6 - 10