

DEEL 2:

**Technische fiches mechanisch-biologische
voorbehandelingstechnieken voor huishoudelijk afval.**

1 INLEIDING

Mechanisch-biologische voorbehandeling van afval slaat op de voorbehandeling van huishoudelijk afval dat biologisch afbreekbare componenten bevat. De behandeling is een combinatie van mechanische en andere fysische processen en biologische processen. De mechanische voorbehandeling bestaat uit een combinatie van verschillende mechanisch-fysische processen zoals verkleining, afscheiding van metalen, uitsorteren van fracties op basis van hun verschillende eigenschappen (grootte, dichtheid, soortelijk gewicht) met behulp van zeven, windsortering, magneten, ... De biologische processen bestaan ofwel uit een aërobe afbraak ofwel uit een anaërobe afbraak van (een deel van) de organische fractie van het afval.

De oorspronkelijke doelstelling van dergelijke voorbehandeling is het verkleinen van de massa en het volume van het afval. Een andere oorspronkelijke doelstelling is om de milieu-impact van het te storten afval te minimaliseren. Hiermee wordt bedoeld dat de stortgasemissies gereduceerd worden, dat de vorming van percolaat zo laag mogelijk gehouden wordt en dat vermeden wordt dat het volume van het gestorte afval afneemt naarmate het verder biologisch afgebroken wordt. Samenvattend kan gesteld worden dat het mechanisch-biologisch voorbehandelen in de eerste plaats ontwikkeld is als voorbehandeling voor het storten

Mechanisch-biologische voorbehandeling streeft eveneens -meer en meer- naar de scheiding van hergebruikbare afvalcomponenten voor industrieel hergebruik (zoals metalen en plastics) en naar de productie van *Refuse Derived Fuel* (RDF)¹⁵.

Mechanisch-biologische voorbehandeling van afval wordt beschouwd als een alternatief voor integrale afvalverbranding in een roosteroven. De mechanisch-biologische voorbehandeling op zich kan niet beschouwd worden als een volwaardig alternatief voor integrale verbranding in een roosteroven. Om een volledig alternatief te kunnen bieden voor een integrale thermische verwerking van huishoudelijk afval, zoals beschreven in het gedeelte thermische technieken, moet een mechanisch-biologische voorbehandeling steeds gecombineerd worden met het storten van de biologisch gestabiliseerde fractie ofwel met een thermische verwerking van de RDF-fractie. In het laatste geval wordt een gedeelte van het huishoudelijk afval eveneens thermisch verwerkt. Indien er gezocht wordt naar een echt alternatieve niet thermische verwerking van huishoudelijk afval, is deze laatste kan deze combinatie niet

De bespreking van de *state of the art* technologie voor het storten van de gestabiliseerde residu's en van de thermische verwerkingsmethoden voor RDF is niet opgenomen in dit rapport. Het storten van de gestabiliseerde residu's is de minst gewenste eindverwerkingsoptie voor huishoudelijk afval binnen het Vlaams afvalbeleid en wordt daarom niet verder in overweging genomen. In de Vito-studie rond de verwerking van huishoudelijk afval werden verbranding in een wervelbedoven en vergassing als mogelijkheden voor de verwerking van de RDF-fractie naar voor geschoven.³ Ook bijstook in elektriciteitscentrales of in klinkerovens behoren tot de mogelijkheden.^{35, 16} In een volgende stap kunnen deze verwerkingsopties aangevuld worden in deze inventarisatie.

Bij de inventarisatie van de bestaande mechanisch-biologische voorbehandelingstechnieken is uitgegaan van de basisinventaris <<nieuwe technieken>>, opgesteld in het kader van het onderzoek naar de mogelijke toepassing van nieuwe afvalverwerkingstechnieken in de Provincie Antwerpen¹⁷. Deze inventaris dateert van februari 1999. Ook werd voortgegaan

op de Vito-studie met betrekking tot de verwerking van huishoudelijk afval³ en de Vito-studies waarin bijkomende voorbehandelingstechnieken op eenzelfde manier worden geëvalueerd^{5,35}. Een meer recente informatiebron is de website van *Juniper*¹⁸, waar een oplijsting wordt gemaakt van de belangrijke leveranciers van mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen voor huishoudelijk afval.

Voor elk van de geïnventariseerde systemen of leveranciers is gezocht naar een beschrijving van het voorbehandelingssysteem, en naar de meest recente stand van zaken.

Uit de inventarisatie blijkt dat een eerste belangrijk onderscheid bestaat tussen technieken die gebaseerd zijn op de productie en valorisatie van biogas en technieken die gebaseerd zijn op het biologisch drogen van het afval. Daarnaast zijn nog enkele andere systemen, die niet onder één van beide categorieën kunnen ondergebracht worden.

Bepaalde systemen blijken nog niet bewezen te zijn via een operationele *full scale* installatie in Europa. Deze worden apart besproken. Andere systemen blijken niet toepasbaar te zijn voor huishoudelijk afval of blijken geen volledige mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen te zijn (bijvoorbeeld alleen een biologische behandeling). Voor enkele systemen is geen informatie te vinden. Alle leveranciers/systemen die geïnventariseerd werden, zijn opgenomen in dit document, zodat deze allemaal in de juiste context geplaatst kunnen worden.

In Duitsland zijn de meeste *full scale* praktijkvoorbeelden te vinden van mechanisch-biologische voorbehandelingen. Een deel van deze voorbeelden komen terug in onderstaande beschrijvingen. In vele gevallen gaat het om een voorbehandeling voor storten. Andere installaties kunnen niet toegewezen worden aan de beschreven technologieën.¹⁹

Tenslotte zijn er een aantal voorbehandelingssystemen waarbij afval in verschillende fracties wordt gescheiden zonder biologische omvorming.

2 COMBINATIES VAN MECHANISCHE VOORBEHANDELING EN VERGISTING VAN DE ORGANISCHE FRACTIE

Een eerste reeks mechanisch-biologische voorbehandelingsystemen bestaan uit een mechanische voorbehandeling in combinatie met een vergisting van de organische fractie met vorming van biogas. Dit biogas wordt vervolgens energetisch gevaloriseerd.

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen droge en natte vergisting.

Droge vergisting kan plaatsvinden in een horizontale *propstroomreactor*, in een verticale reactor met conische uitgang of in een verticale cilindrische vergister waarin het substraat zich schroefvorming voortbeweegt.

Het voordeel van een droge vergisting zou erin bestaan dat geen equipment, mengers of schroeven in de reactor nodig zijn. Deze onderdelen kunnen dan ook niet aanleiding geven tot verstoppingen of versnelde slijtage. Verder zou droge vergisting evenmin problemen opleveren met betrekking tot sedimentatie. Dit laatste zou eveneens een probleem zijn waarmee natte vergistingsreactoren geassocieerd worden.

Natte vergisting kan rechtstreeks toegepast worden op het substraat of kan toegepast worden na een voorafgaande hydrolysestap waarin de oplosbare organische fractie in water wordt opgelost. Het is deze organisch beladen waterfractie die vervolgens vergist wordt.

Rechtstreekse natte vergisting kan uitgevoerd worden in een reactor die uitgerust is met roerwerken. Het gebruik van deze roerwerken kan problemen geven zoals slijtage of verstoppingen. Ook kunnen in dergelijke reactoren sedimentatieproblemen optreden. Een andere mogelijkheid is de toepassing van een deel van het geproduceerde biogas om het natte substraat constant in beweging te houden. Door toepassing van deze alternatieve techniek zouden de klassieke problemen rond natte vergisting kunnen vermeden worden.

2.1 Systemen bestaande uit een combinatie van mechanische voorbehandeling en droge vergisting van de organische fractie

2.1.1 OWS²⁰, 35

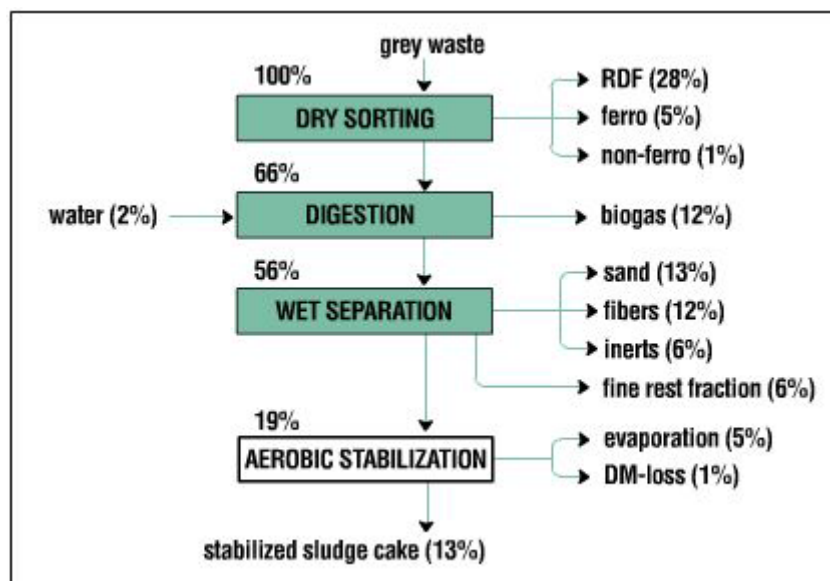
a) Procesbeschrijving

De voorbehandeling van huishoudelijk restafval volgens *OWS* is gebaseerd op de *DRANCO* vergistingsinstallatie voor organisch afval die werkt volgens het principe van de anaërobe vergisting.

Oorspronkelijk is dit type van voorbehandeling ontwikkeld voor de vermindering van het te storten volume afval. Dergelijke voorbehandelingsinstallatie werd in 1997 geïnstalleerd te *Bassum* (*Niedersachsen*, Duitsland). De doelstelling bestaat er niet in om maximaal materialen te recupereren, doch om het organisch materiaal te vergisten, aëroob te stabiliseren en te storten. De brandbare fracties worden verbrand. De brandbare fracties werden en worden nog steeds verwerkt in de nabijgelegen roosteroven.

Voor de procesbeschrijving van de *BASSUM* voorbehandelingsinstallatie: zie restafvalstudie³. Het betreft een droge vergisting, met toevoeging van 2% water. De vergisting vindt plaats in een verticale reactor met conische uitgang. De biogasproductie bedraagt, op basis van een afvalsamenstelling voor Vlaanderen, ca. 130 Nm³ per ton HHA. Het biogas bevat ca. 55% CH₄.

Nadien is door *OWS* een nieuw concept uitgewerkt met de naam *SORDISEP* (*SOR*ting, *DI*gestion and *SE*paration van huishoudelijk en industrieel afval) met als doelstelling de recuperatie van recycleerbare fracties en de productie van energie door middel van het *DRANCO* vergistingsproces. Een extra stap die hierbij wordt uitgevoerd is een natte scheiding na de vergisting. Dit uitgebreide voorbehandelingsysteem werd door de afdeling *PRODEM* van Vito uitgetest in een pilootinstallatie²¹. *Full scale* toepassingen zijn nog niet gerealiseerd. Dit systeem werd beschreven en geëvalueerd in de Vito-studie rond verwerking van huishoudelijk restafval.³



Figuur 16: Algemene voorstelling van het *SORDISEP* voorbehandelingsysteem

Op het schema wordt een procentuele verdeling van het afval over de verschillende fracties weergegeven. Ook in de eerder vermelde Vito-studie wordt een dergelijke massabalans weergegeven.³



Figuur 17: Outputs van het SORDISEP voorbehandelingssysteem

De toepasbaarheid van de natte nascheiding lijkt op dit moment onduidelijk. Het zou in de toekomst één van de sterke punten zijn van het voorbehandelingsconcept, omdat materiaalrecuperatie gemaximaliseerd wordt. Momenteel geeft de markt hieraan echter weinig prioriteit. Bovendien blijven twijfels rond de afzetbaarheid van restfracties bestaan zolang deze niet gedemonstreerd kan worden.

In deze context stelt OWS eerder een systeem voor waarbij de energierecuperatie wordt gemaximaliseerd door een alternatieve verwerking van het digestaat (de fracties die uit de vergistingsstap komen). Een mogelijk processchema dat in deze context werd voorgesteld, bestaat er in om het digestaat mechanisch te ontwateren om een DS-gehalte van 50% te bereiken en een calorische waarde van 6.5-8 MJ/kg en verder thermisch te drogen met de restwarmte van de biogasmotoren tot een hoogcalorisch RDF. Inerten worden afgescheiden, maar niet via een natte nascheiding³.

b) Stand van de techniek

Zoals reeds vermeld in de inleiding, zijn er enkel praktijkvoorbeelden waarbij de mechanisch-biologische voorbehandeling op basis van het *DRANCO* vergistingsproces wordt toegepast om het restafval voor te bereiden alvorens het gestort wordt. Van de *SORDISEP* technologie zijn momenteel geen voorbehandelingsinstallaties operationeel binnen Europa.

Een voorbeeld van een scheidings- en vergistingsinstallatie bevindt zich in het Duitse *Bassum* (*Niedersachsen*). Deze installatie verwerkt restafval (en slib) via een

gecombineerde anaërobe-aërobe behandeling. De installatie werd in juni 1997 opgestart. Scheiding van 60 000 ton restafval per jaar levert een RDF fractie, een < 80 mm fractie die verder aëroob wordt gestabiliseerd en een < 40 mm organische fractie van 11 000 ton per jaar die samen met slib (2 500 ton/jaar) wordt vergist. Deze verwerking heeft tot doel een maximale biologische verwerking en een minimaal storten. Verder is er een energierecuperatie op twee vlakken, enerzijds uit de organische fractie na vergisting en anderzijds uit de brandbare fractie die in een nabijgelegen thermische installatie wordt behandeld. Deze thermische installatie was in het verleden een roosteroven. Recente informatie is niet beschikbaar.

In Tabel 19 wordt een overzicht gegeven van alle bestaande scheidings- en vergistingsinstallaties in Europa voor de voorbehandeling van huishoudelijk of gelijkgesteld afval.

Tabel 19: Bestaande scheidings- en vergistingsinstallaties volgens OWS-technologie ter voorbehandeling van huishoudelijk afval in Europa

Locatie	Verwerkings-capaciteit (ton per jaar)	Type afval	Startjaar
Bassum, Duitsland	11 000	huishoudelijk restafval	1997
Kaiserslautern, Duitsland	20 000	huishoudelijk restafval	1999
Alicante, Spanje	30 000	gemengd afval	2002
Rome, Italië	40 000	gemengd afval	2003

Voor 2005 worden twee installaties gepland in Duitsland voor de verwerking van huishoudelijk restafval. Een installatie, in Hille, zal een mengeling van restafval en slib verwerken. De geplande capaciteit van de installatie is 38.000 ton/jaar. De tweede installatie, in Münster, heeft een geplande capaciteit van 24.000 ton/jaar voor de verwerking van 24.000 ton restafval²⁰.

Naast deze full scale installaties zijn er ook enkele demonstratie installaties voor de verwerking van huishoudelijk restafval of gemengd afval. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van deze demonstratie installaties²⁰.

Locatie	Type afval	Startjaar
Gent, België	gemengd afval/biologisch afval	1984
Florida, USA	gemengd afval	1989
Graz, Oostenrijk	gemengd afval	1990
Graincourt les Havrincourt, Frankrijk	huishoudelijk restafval	2004

2.1.2 Valorga International^{22, 23}

Valorga is oorspronkelijk opgericht in 1981. *VALORGA INTERNATIONAL SAS* is in december 2002 opgericht. Het bedrijf is ontstaan uit het voormalige *Steinmüller Valorga Sarl* als gevolg van de overname van de aandelen door de bedrijven *TECMED* en *HESE*. Deze verandering heeft geen gevolgen voor de activiteiten van de groep.

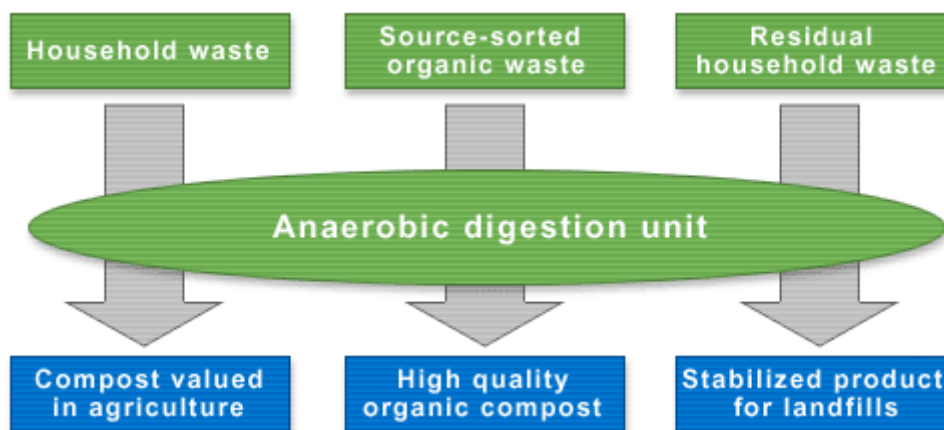
TECMED is één van de belangrijkste spelers op gebied van dienstverlening met betrekking tot de verwerking van huishoudelijk afval in Spanje.

HESE is een Duits bedrijf dat gespecialiseerd is in de productie van voorbehandelingsinstallaties voor afval en in de levering van voorbehandelingstechnologieën op basis van vergisting.

Het *Valorga* proces is oorspronkelijk ontwikkeld voor de behandeling van organisch afval. Het is nadien aangepast voor de behandeling van gemengd huishoudelijk afval, de selectief ingezamelde fractie organisch afval en huishoudelijk restafval (na selectieve inzameling).

In geval van gemengd huishoudelijk afval, wordt de organische fractie (makkelijk afbreekbaar materiaal, papier en karton) eerst afgescheiden van het niet vergistbare materiaal. Deze restfractie kan apart behandeld worden, bijvoorbeeld door verbranding.

In onderstaande figuur (Figuur 18) worden de verschillende mogelijkheden van het *Valorga* proces weergegeven.



Figuur 18: mogelijke voorbehandelingsopties van het Valorga voorbehandelingsstelsel

De eerste optie komt overeen met de situatie te *Amiens*. De situatie in Vlaanderen komt wellicht eerder overeen met de derde optie, maar de restfractie zou niet gestort kunnen worden. In *Tilburg* staat een vergistings- en composteringsinstallatie volgens het *Valorga* procédé, waarbij op basis van selectief ingezameld GFT-afval hoogwaardige compost wordt geproduceerd.

a) Voorgeschiedenis van het Valorga proces

- 1982: een eerste pilotinstallatie met een vergister van 5 m³ werd in Montpellier (Frankrijk) opgesteld voor de anaërobe vergisting van de organische fractie van huishoudelijk afval en een mengsel van substraten (vloeibare mest gemengd met huishoudelijk afval);
- 1986-1987: een pilotinstallatie met een vergister van 50 m³ werd uitgetest in Vannes (Frankrijk) voor de anaërobe vergisting van een mengsel van substraten (organische fractie van huishoudelijk afval, vloeibare mest, waterzuiveringsslib);

- 1984-1990: een pilootinstallatie met een vergister van 500 m³ werd uitgetest in *La Buisse* (nabij *Grenoble*, Frankrijk) voor de behandeling van 8 000 ton huishoudelijk afval;
- 1988: een pilootinstallatie met een vergister van 250 m³ werd uitgetest door de universiteit van Luik voor de anaërobe vergisting van een mengsel van gecomposteerde stro en vloeibare mest.

Vanaf 1987 werden de eerste *full scale* behandelingsinstallaties gebouwd. De eerste industriële referentie is de voorbehandelingsinstallatie te *Amiens* (Frankrijk), die instaat voor de behandeling van 55 000 ton huishoudelijk afval per jaar.

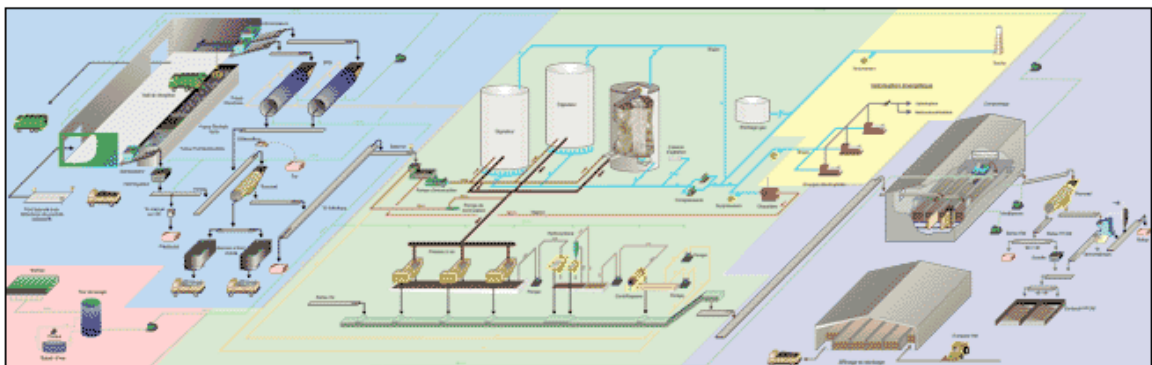
b) Algemene procesbeschrijving

Een algemeen overzicht van het *Valorga* concept is weergegeven in Figuur 19.

Het *Valorga* proces laat toe om ca. 60% van het organisch materiaal af te breken en er biogas mee te produceren met een methaangehalte van ca. 55%. Wanneer ruw huisvuil wordt behandeld, is het volgens de technologieleverancier mogelijk om een deel van het digestaat als bodemverbeteraar te gebruiken. Volgens OVAM²⁴ echter zal dit digestaat niet voldoen aan VLAREA. In geval van restafval (waarbij ook het GFT-afval selectief is ingezameld) wordt ervan uitgegaan dat een deel van het digestaat, na stabilisatie, gestort wordt.

Volgende units kunnen onderscheiden worden:

- Ontvangsthal en mechanische voorbehandeling van het afval
- Anaërobe vergistingsunit
- Valorisatie van het biogas
- Aërobe nabehandeling van het digestaat en (zuivering van de compost)
- Luchtzuiveringsinstallaties



Figuur 19: Voorstelling van het *Valorga* voorbehandelingsstelsel

c) Beschrijving van de deelprocessen

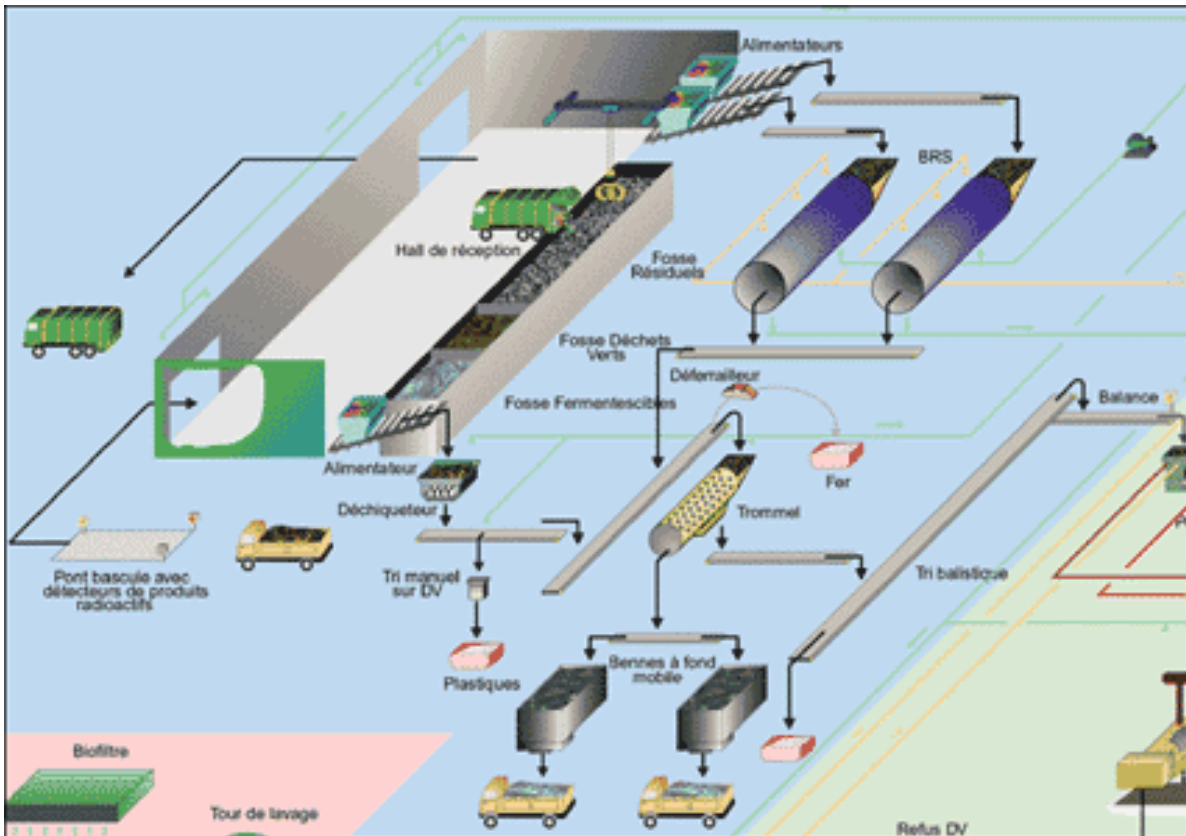
Ontvangst en mechanische voorbehandeling van het afval

Volgende elementen zijn terug te vinden ter hoogte van de ontvangsthal en de voorbereidingsunit:

- Een weegbrug om de afvalwagens bij aankomst te wegen;

- Een gesloten onder- of bovengrondse ontvangsthal, van waaruit de vervuilde lucht wordt afgezogen;
- Een voorbereidingsstelsel waarin het afval ondermeer op grootte gesorteerd wordt, waarbij de vuilniszakken geopend worden en waarbij het afval verkleind wordt;
- Transportsysteem om het gesorteerde product naar de vergistingsunit te brengen

In geval van ruw huishoudelijk afval of restafval wordt de mechanische voorbehandeling aangepast aan de samenstelling van het afval. Deze aanpassing gebeurt via een samenwerking met gespecialiseerde bedrijven.



Figuur 20: Weergave van de ontvangst en de mechanische voorbehandeling volgens het Valorga voorbehandelingsstelsel

Anaërobe vergistingsunit

In deze unit wordt de toegevoerde afvalfractie gemengd en gekneed tot een dikke brij met een hoog gehalte aan droge stof (20 tot 35% in functie van de soort van afval). De bedoeling is om het volume van het te vergisten materiaal te verkleinen. De nodige warmte wordt voorzien door stoominjectie. Het mengsel wordt in de vergisters gebracht met behulp van een zuigerpomp.

De vergisting zelf vindt plaats in vergisters onder anaërobe omstandigheden. De temperatuur waarbij de vergisting plaatsvindt, situeert zich ofwel in de mesofiele range (ca. 40°C) of in de thermofiele range (ca. 55°C).

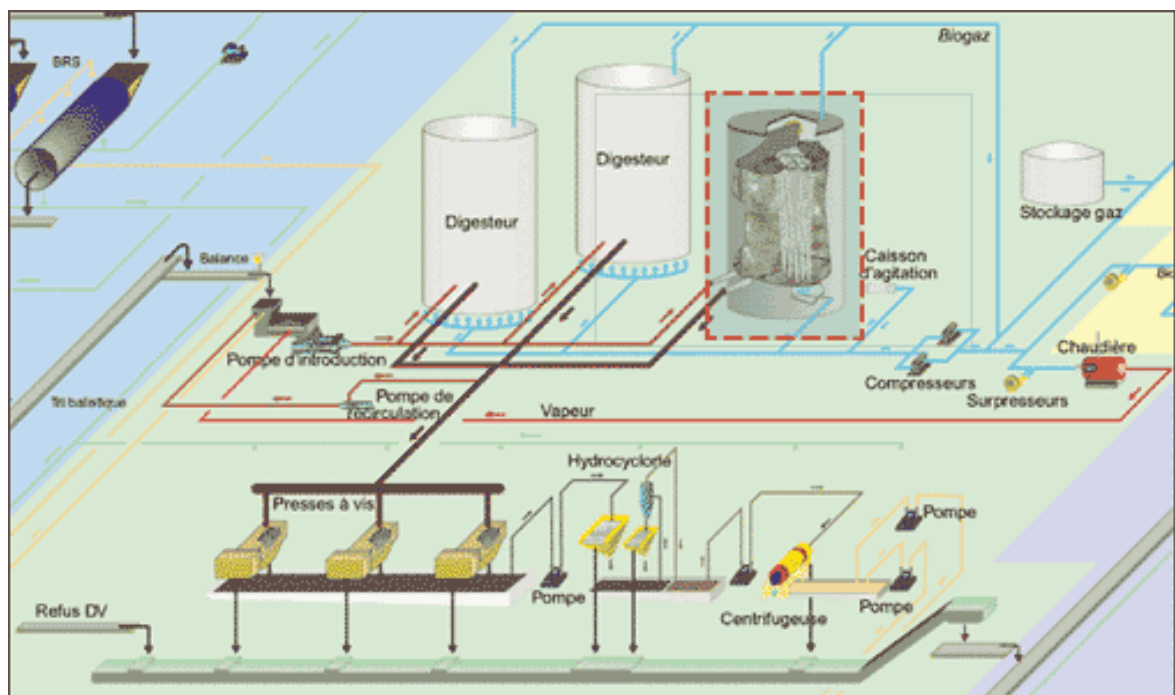
De Valorga vergister is een verticale cilindrische vergister en het materiaal beweegt zich erin voort via een schroefbeweging. De vergister heeft een verticale binnenmantel op ca. 2/3de van zijn diameter. De openingen waardoor het materiaal wordt aangevoerd of

afgevoerd zijn gesitueerd aan beide uiteinden van deze binnenmantel (tussen de buitenste en de binnenste wand). Door de aanwezigheid van de binnenste mantel, moet het materiaal cirkelvormige bewegingen maken rond de binnenste mantel en zal het pas aan de andere kant de uitgang bereiken nadat het de ganse oppervlakte van de binnenste mantel bedekt heeft. Door deze werkwijze zal het materiaal minstens 3 weken in de vergister doorbrengen. Dergelijk lange verblijftijd zou noodzakelijk zijn om een perfecte hygiëniserende compost te verkrijgen (in het geval dat er compost wordt geproduceerd).

Om een optimale vergisting te kunnen verkrijgen, moet het materiaal in de vergisters gehomogeniseerd worden. Eén van de eigenschappen van het te vergisten materiaal is dat het schurend werkt tengevolge van de aanwezigheid van fijn inert materiaal. Om het evenwel mechanisch mengsysteem zou sterke slijtage ondergaan. *Valorga International* heeft een gepatenteerd pneumatisch mengsysteem om deze problemen te kunnen vermijden: biogas wordt onder druk in de vergisters geïnjecteerd ter hoogte van de basis van de reactor. Een ander voordeel van dergelijk mengsysteem is dat het onderhoudsvrij is. De reactoren moeten niet stilgelegd worden voor reinigings- en onderhoudswerken.

Het biogas, gebruikt voor het homogeniseren van het materiaal, wordt in een gesloten circuit onder druk gehouden.

Het vergiste materiaal verlaat de vergister onder invloed van de zwaartekracht. Daarna wordt het via een persing gescheiden in een vaste en een vloeibare fractie. De vloeibare slibfase wordt behandeld om de opgeloste partikels te verwijderen. Een deel van het opgeklaarde proceswater wordt gebruikt om het te vergisten materiaal te verdunnen. De rest wordt geloosd naar het afvalwatercircuit voor verdere behandeling. De vaste fractie heeft een droge stofgehalte van ca. 55% en gaat naar de aërobe nabehandelingseenheid. Ook de vaste partikels die uit het proceswater werden verwijderd, worden naar deze nabehandelingseenheid gestuurd.

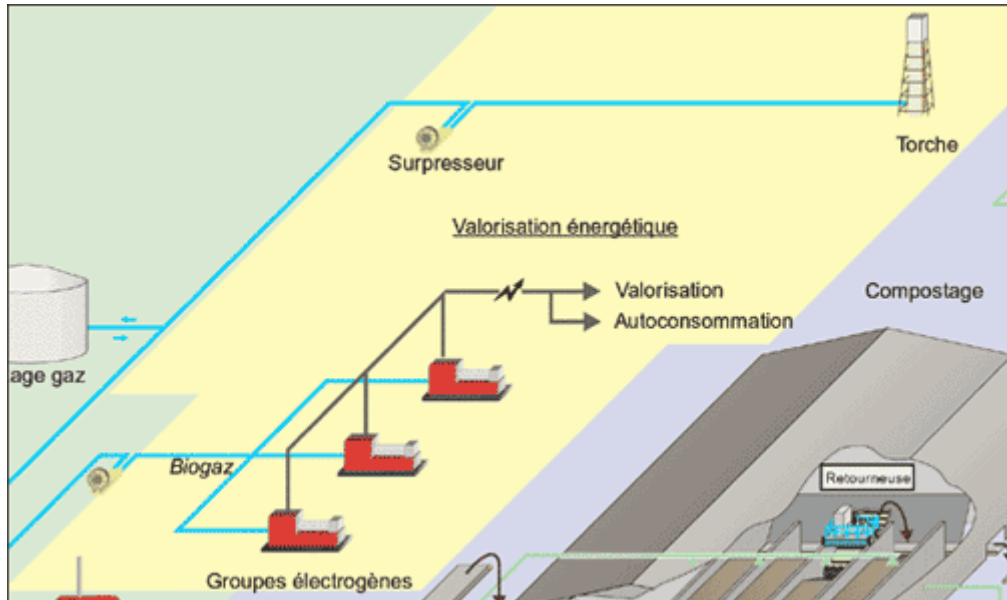


Figuur 21: Weergave van de anaërobe vergistingsstap volgens het Valorga voorbehandelingssysteem

Valorisatie van het biogas

Het geproduceerde biogas kan voor volgende toepassingen gebruikt worden:

- De productie van stoom;
- De productie van elektriciteit en warmte;
- Alle toepassingen van aardgas, op voorwaarde dat het biogas eerst gezuiverd wordt.



Figuur 22: Weergave van de valorisatie van het biogas volgens het Valorga voorbehandelingssysteem

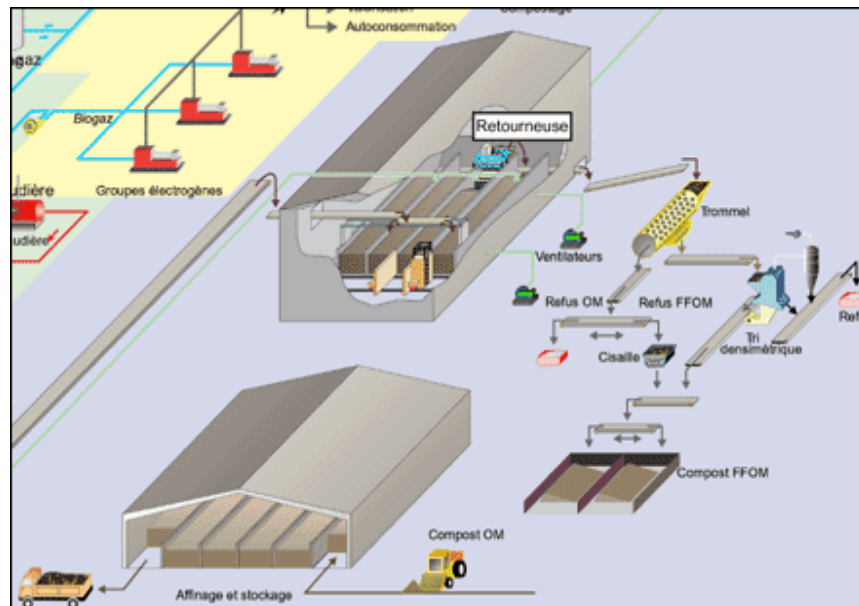
Aërobe nabehandeling van het digestaat en (zuivering van de compost) en luchtzuiveringsinstallatie

In een gesloten gebouw met luchtafzuiging wordt het digestaat enkele weken opgeslagen. Het product kan eventueel automatisch gemengd worden of kan onderworpen worden aan een geforceerde beluchting. De nabehandeling is afhankelijk van de eisen die aan het eindproduct worden gesteld (voorbeeld compost).

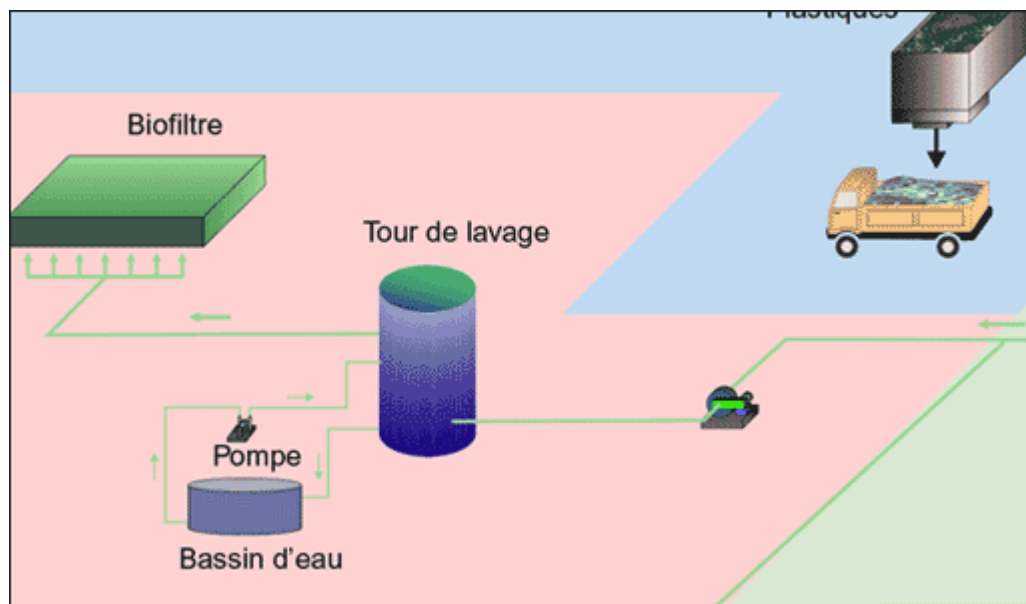
Het product kan een mechanische nascheiding (trommel en/of steenzeef) ondergaan om eventueel ongewenste componenten te verwijderen.

Wanneer het product als bodemverbeteraar wordt gecommmercialiseerd, wordt het gestockeerd en geconditioneerd.

In deze unit is een biofilter geïmplementeerd voor de behandeling van de afgezogen lucht van de unit zelf, maar ook van de ontvangsthal, de mechanische voorbehandeling en de vergistingseenheid.



Figuur 23: Weergave van de aërobe nabehandelingsstap van het digestaat volgens het Valorga voorbehandelingsstelsel



Figuur 24: Weergave van de luchtzuiveringsinstallatie van het Valorga voorbehandelingsstelsel

a) Stand van zaken

VALORGA beweert wereldwijd marktleider te zijn op het gebied van de behandeling van huishoudelijk afval (in de brede zin van het woord) via vergisting. In 2003 werd meer dan 2 000 kton huishoudelijk afval behandeld met het Valorga proces. Volgens de studie van RW Beck, 2004 is Valorga de nummer twee van de wereld wat betreft de hoeveelheid vaste organische fractie die wordt verwerkt. De totale hoeveelheid die jaarlijks wordt verwerkt in de 10 Valorga installaties is 833.250 ton²⁵.

In Tabel 20 worden enkel de referenties opgenomen waarbij ruw of geselecteerd huishoudelijk afval wordt behandeld. Installaties die enkel de selectief ingezamelde organische fractie van huishoudelijk afval of andere organische afvalstromen behandelen, worden niet beschreven. Dergelijke referenties zijn niet relevant in het kader van deze studie. Er zijn geen *full scale* installaties operationeel in omstandigheden die volledig vergelijkbaar zijn met Vlaanderen.

De eerste *full scale* installatie volgens het *Valorga*-systeem ging in 1987 in werking te *Amiens* (Frankrijk). Het gaat om de behandeling van de restfractie van selectief ingezameld afval, inclusief keukenafval (zie Figuur 25). Jaarlijks wordt 55 000 ton afval behandeld. Vanaf 1994 wordt het huishoudelijk afval van het naburige *Abbeville* eveneens behandeld, waardoor jaarlijks 70 000 ton huishoudelijk afval werd behandeld. In 1996 werd de installatie uitgebreid met een 4de vergister, waardoor de verwerkingscapaciteit toenam tot 85 000 ton per jaar.

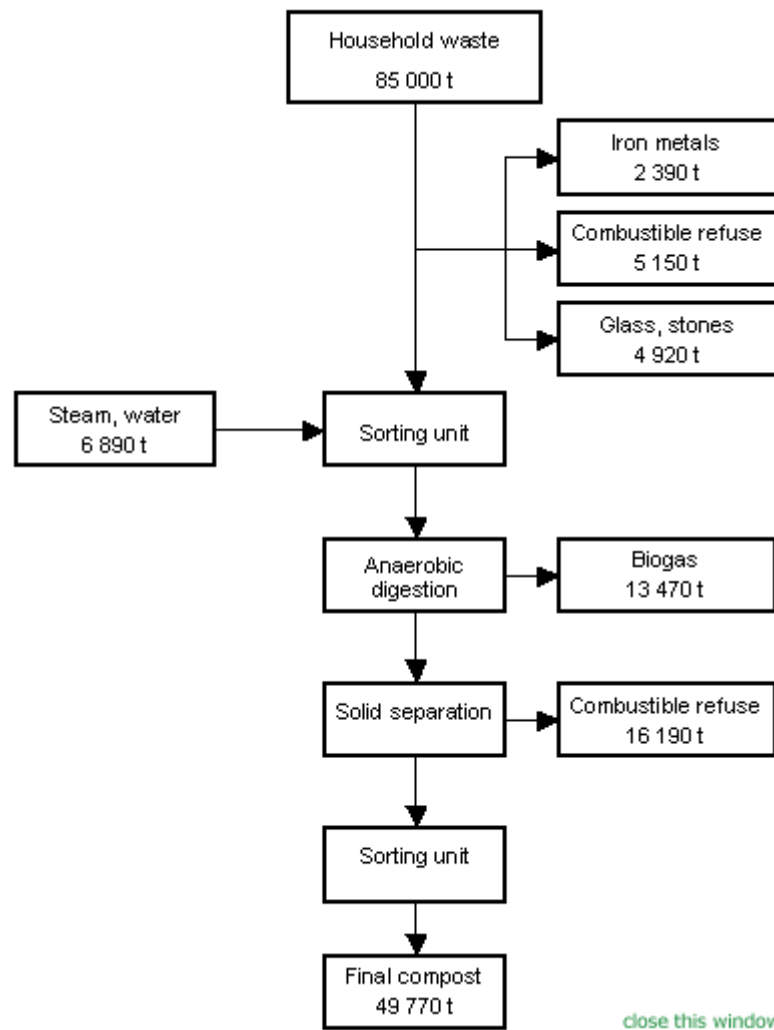
Amiens voorziet een selectieve inzameling van het huishoudelijk afval, maar niet van GFT-afval. In de containerparken wordt wel tuinafval aanvaardt, maar niet keukenafval. Hierdoor is de kans groot dat de afvalsamenstelling met betrekking tot de organische fractie afwijkt van deze in Vlaanderen;

Het huishoudelijk afval wordt mechanisch voorgesorteerd. Een ijzerfractie, een hoogcalorische fractie en een fractie inerten (glas en stenen) worden mechanisch afgescheiden vooraleer het afval naar de anaërobe vergisters gaat;

De verblijftijd in de vergister bedraagt 18-22 dagen. De biogasopbrengst bedraagt 140-160 Nm³/ton vergiste afvalfractie en 220-250 Nm³/ton TVS (*Total Volatile Solids*). Het geproduceerde biogas bevat 55% methaan. Het wordt gevaloriseerd via de productie van hoge druk stoom voor industrieel gebruik (5 500 kW).

Er staat eveneens een proefinstallatie voor de aërobe stabilisatie van het digestaat. Na deze stabilisatie wordt de brandbare fractie nog afgescheiden, zodat een ruwe compost overblijft. Na zuivering kan deze compost gebruikt worden als bodemverbeteraar in de landbouw.

De massabalans voor de installatie van *Amiens* is weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25: massabalans voor de Valorga voorbehandelingsinstallatie te Amiens (Frankrijk)

Voor de overige installaties is de beschikbare informatie minder uitgebreid. Alle beschikbare gegevens zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 20: Overzicht van de bestaande en geplande installatie binnen Europa volgens het Valorga voorbehandelingssysteem

	Startdatum	Verwerkingscapaciteit	Droge stofgehalte afval	Verblijfsduur vergisting	Biogas opbrengst	Toepassing biogas
		ton/jaar	%	Dagen	Nm ³ /ton ingebracht materiaal	
Amiens (Frankrijk)	1987 (extra vergister in 1996)	85 000 restafval, inclusief GF-fractie	60%	18-22	140-160	Hoge druk stoom voor industrieel gebruik
Bergen (België)	eind 2000	60 000 selectief ingezameld huishoudelijk afval (36 000 GFT)	onbekend	25 (minimum)	110-120	Electriciteits- en warmteproductie
La Curuña (Spanje)	eind 2001	185 000 ruw huishoudelijk afval (na mechanische behandeling nog 142 000)	onbekend	16-20	130-150	Elektriciteits- en warmteproductie
Cadiz (Spanje)	eind 2000 was de verwachte opstart nu nog steeds niet duidelijk wanneer de installatie wordt/werd op(ge)start 2003/4	210 000 ruw huishoudelijk afval (na mechanische behandeling nog 115 000)	onbekend	25	145	Elektriciteits- en warmteproductie
Varenes-Jarcy (Frankrijk)	eind 2002	100 000 ruw huishoudelijk afval (30 000 GFT)	onbekend	25 (minimum)	154	Elektriciteitsproductie
Bassano (Italië)	2004	44 200 ruw huishoudelijk afval, 8 200 GFT-afval en 3 000 zuiveringsslib	50.8%	33	129	Elektriciteitsproductie
Barcelona-Ecopark II (Spanje)	2003 (verwachte start)	300 000 ruw huishoudelijk afval (na mechanische scheiding nog 120 000)	42%	25	114	Elektriciteitsproductie

In La Curuña werd de mechanische voorbehandelingstechnologie voorzien door *Innovative Umwelttechnik*. Deze mechanische voorbehandeling bestaat uit een *BASEP-2000* (zie 5.2.2. BASEP 2000, pagina 133).

2.1.3 Linde-KCA-Dresden GmbH: droge vergisting²⁶

Linde-KCA-Dresden GmbH is een dochteronderneming van *Linde AG, Wiesbaden*. Deze onderneming heeft in het verleden de technologieën en de ervaring van *Austrian Energy & Environment* met betrekking tot mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen overgenomen. Ze noemen zichzelf een marktleider op dit gebied. Het bedrijf ontwikkelt en bouwt behandelingsinstallaties voor verschillende soorten afvalstromen. Hierbij is er keuze tussen verschillende vergistingsprocessen en composteringsprocessen.

Voor volgende soorten afval kan *Linde-KCA-Dresden* een voorbehandelingssysteem ontwikkelen en bouwen:

- Biowaste van selectieve inzameling
- Restafval
- Gemengd afval/huishoudelijk afval
- Met huishoudelijk afval gelijkgesteld industrieel afval
- Keukenafval
- Marktafval
- GFT-afval
- Dierlijke mest
- Afvalwaterzuiveringsslib

Op gebied van vergisting, kan er een onderscheid gemaakt worden tussen droge en natte vergisting.

a) Procesbeschrijving en stand van zaken voor de droge vergisting

Droge vergisting is een thermofiel of mesofiel proces waarbij gebruik gemaakt wordt van horizontale propstroomreactoren met rechthoekige doorsnee.

De vergister is normaal gezien voorzien van een aërobe voorbehandeling voor hydrolyse en een systematische aanzuring. De vergister is ontworpen voor de behandeling van afval met een totaal droge stofgehalte van 15-45% ter hoogte van het vergistingssubstraat. Met dit proces kunnen ook organische afvalstromen behandeld worden, zoals GFT-afval, maar het vooral zeer geschikt voor de behandeling van afvalstromen met een hoog gehalte aan droge stof, zoals huishoudelijk restafval of gemengd huishoudelijk afval. Voor deze techniek wordt enkel een voorbeeld gegeven van de verwerking van organische afvalstromen + industrieel afval in *Lemgo* (Duitsland). Er is geen praktijkvoorbeeld beschikbaar met betrekking tot de behandeling van huishoudelijk (rest)afval.

2.2 Systemen bestaande uit een combinatie van een mechanische voorbehandeling en een natte vergisting van de organische fractie

2.2.1 U-Plus Umweltservice AG^{27,28,29}

Deze voorbehandelingstechniek is gebaseerd op een natte vergisting die voorafgegaan wordt door een hydrolysestap.

a) Omkadering

U-Plus Umweltservice AG, kortweg de *U-Plus* groep, groepeert alle afvalgerelateerde activiteiten binnen *Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)*, dat eveneens het *Thermoselect* proces heeft ontwikkeld (waarvan de eerste commerciële installatie in *Karlsruhe* is opgestart).

De *U-Plus* groep biedt een volledig dienstenpakket aan voor lokale overheden die bevoegd zijn voor de afvalverwerking:

- Zoeken naar een geschikte locatie
- Vergunningsprocedure succesvol doorlopen
- Planning en financiering
- Bouw van de installaties
- Uitbaten van de installaties

Met betrekking tot de mechanisch-biologische voorbehandeling bieden ze het *ISKA*[®]-concept aan. De afkorting *ISKA* staat hier voor *Integrierte Stoff- und Kunden-orientierten Abfallwirtschafts-Konzept* ofte Geïntegreerd materiaal- en klantgericht afvalmanagementconcept.

Toepassing van het concept zorgt ervoor dat het volume van het huishoudelijk restafval tot ca. de helft teruggebracht wordt met behulp van een mechanisch biologische voorbehandeling die gebruik maakt van percolatie.

De volumereductie wordt bereikt door afscheiding van hergebruikbare componenten (metalen en inertes), door aërobe (percolatie) en anaërobe (vergisting) afbraakprocessen en door intensieve mechanische ontwatering.

Een belangrijk deel van het afval kan gerecupereerd worden als RDF.

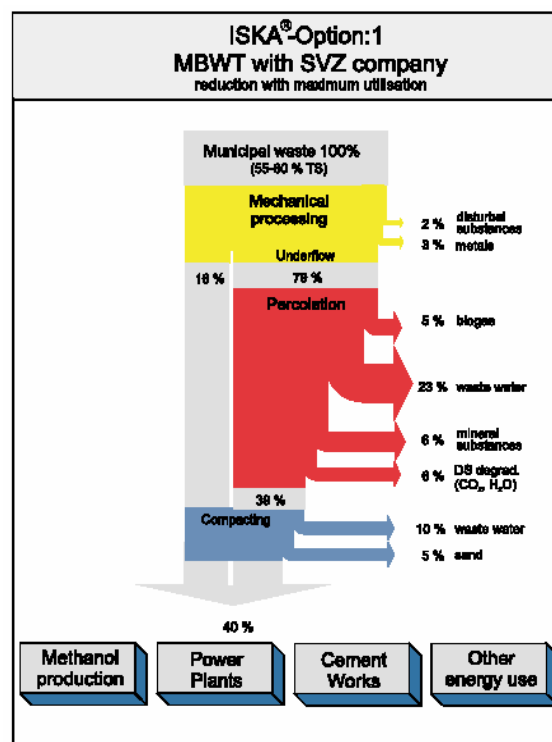
Wanneer een extra nabehandeling wordt uitgevoerd op de hoogcalorische fractie, kan het volume hiervan verder gereduceerd worden. Deze nabehandeling bestaat in het drogen en stabiliseren van de afgescheiden fracties voor RDF-productie.

Toepassing van het *ISKA*[®]-concept heeft volgens de *U-plus* groep een belangrijk voordeel omdat toepassing van het concept zeer weinig ruimte in beslag neemt. Het afval wordt immers gedurende een relatief korte periode voorbehandeld in vergelijking met andere mechanisch-biologische voorbehandelingstechnieken op basis van een biogasproductie via vergistingsprocessen. De biologische behandeling gebeurt daarenboven in zeer compacte installaties.

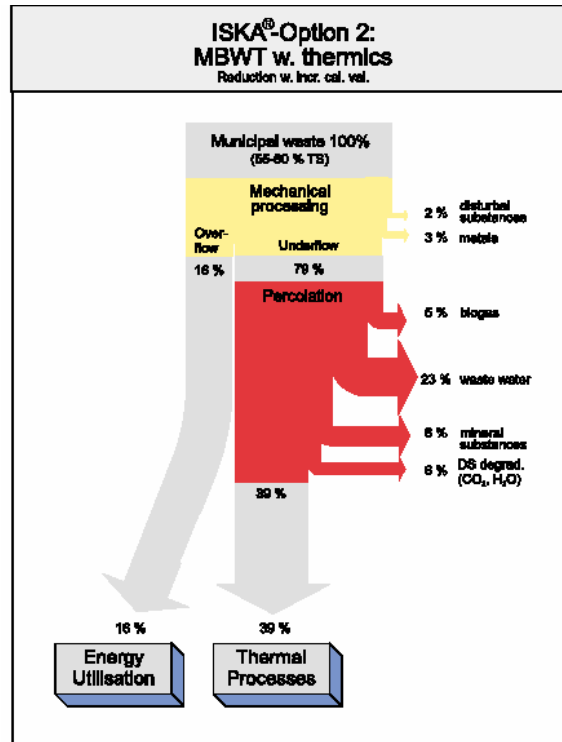
ISKA[®]-concept is uitgerust met een zeer innovatief luchtreinigingssysteem waardoor de luchtemissies zeer laag zijn.

Het ISKA[®]-concept bestaat in verschillende varianten. Er zijn 3 zogenaamde basisopties (zie Figuur 26 en Figuur 27):

- Optie 1: Maximalisatie van het hergebruik van het afval voor materiaal- of energierecuperatie
- Optie 2: Maximale reductie van het afval vóór verbranding in een afvalverbrandingsoven
- Optie 3: Maximale reductie + hygiënisatie van het afval vóór storten.



Figuur 26: optie 1 van het ISKA-concept: maximalisatie van het hergebruik van het afval voor materiaal- of energierecuperatie



Figuur 27: optie2 van het ISKA-concept: maximale reductie van het afval alvorens verwerking in een afvalverbrandingsoven

Enkel de eerste twee opties zijn relevant in het kader van het Vlaams Afvalstoffenbeleid.

In de eerste optie wordt ernaar gestreefd om een zo klein mogelijk deel van het afval te verwijderen via één van de conventionele wegen. Afvalverbranding wordt bij deze conventionele verwijderingstechnieken gerekend. Storten uiteraard ook. Hierbij worden beide hoofdstromen van de voorbehandeling verder behandeld tot *Refuse Derived Fuel* (RDF). De twee hoofdstromen zijn de hoogcalorische stroom die ter hoogte van de mechanische voorbehandeling wordt afgescheiden en de reststroom die uit het percolatieproces komt. De resulterende RDF kan in Duitsland ondermeer ingezet worden in *SVZ Schwarze Pumpe* waar het vergast wordt voor de productie van methanol. Andere toepassingsmogelijkheden zijn elektriciteitscentrales en klinkerovens. De nabehandeling van de twee hoofdstromen is afhankelijk van de toepassing van de RDF.

In de tweede optie wordt gestreefd naar een optimale benutting van het afval via thermische behandelingstechnieken. Streefdoelen zijn een massareductie en het homogeniseren van het restmateriaal zodat het geschikt is voor thermische verwerking. De hoogcalorische fractie die ter hoogte van de mechanische scheiding wordt afgescheiden, kan ingezet worden voor coverbranding ter hoogte van industriële processen of ter hoogte van elektriciteitscentrales. Deze voorbehandeling leidt tot lagere verwerkings/verwijderingskosten.

Het verschil tussen optie 1 en optie 2 bestaat erin dat de twee brandbare fracties binnen de eerste optie behandeld worden tot één homogene RDF fractie. Hierbij wordt voor een deel ontwaterd en wordt een zandfractie afgescheiden. In optie 2 worden beide brandbare fracties apart ingezet. De hoogcalorische fractie kan ingezet worden voor coverbranding, terwijl de restfractie van de percolatie enkel in verbrandingsovens kan verwerkt worden.

b) Voorgeschiedenis van het ISKA®-concept

Het voorbehandelingsconcept op basis van percolatie vindt zijn oorsprong in 1978 (Gosch) wanneer een behandelingsinstallatie ontwikkeld was die streefde naar een versnelde afbraak van organische stoffen in een *Reaktordeponie*. In een eerste stap werd het vaste afval aan een hydrolyse onderworpen. De ontstane oplosbare afvalproducten werden opgenomen in de toegevoegde waterfase, waaruit in een aansluitende anaërobe reactor biogas en bacteriemassa werd geproduceerd.

Dit concept werd in de jaren '80 door *Rijkens* (1981) en *Hofenk et al.* (1985) verder ontwikkeld en geoptimaliseerd voor de behandeling van organisch afval (GFT-afval, slachtafval, mest, ...). Het resultaat hiervan is de bouw van twee *full scale* installaties: de zogenaamde *ANM-installatie* in Genderkesee, Duitsland (3 000 ton biologische afval per jaar) en de *Prethane-Rudad-installatie* in Breda, waarin afval van groenten behandeld wordt.

Weilinger en *Suter* (1986) en *Widmer et al.* (1985) hebben verder onderzoek uitgevoerd naar de afbraak van organisch afval in 2 stappen en 2 fasen (vaste mest, markt- en slachtafval). Dit onderzoek heeft uitgewezen dat de extractie van vergistbare organische stoffen -en dus ook de biogasproductie- verbeterd kon worden door een beluchting van de percolatiereactor en door de implementatie van een roerwerk in de reactor.

In 1998 hebben *Weilinger* en *Widmer* via een laboratoriumopstelling en pilootinstallatie aangetoond dat het behandelingsconcept op basis van percolatie toepasbaar is op restafval. In 1997 werd een eerste mobiele pilootinstallatie geïnstalleerd te Ravensburg. Deze had een capaciteit van 500 ton/jaar. Tengevolge van de positieve ervaringen met deze pilootinstallatie werden in 2000 en 2001 demonstratieprojecten opgestart, respectievelijk in *Buchen* en *Ringsheim* (Duitsland). Beide installaties hebben een capaciteit van ca. 25 000 ton/jaar afval. In het geval van *Buchen* gaat het om de behandeling van *gesamtmüll*, van ruw huishoudelijk afval. In deze regio wordt niet aan selectieve inzameling van organisch afval gedaan. Nochtans wijkt de huisvuilsamenstelling weinig af van de gemiddelde samenstelling van restafval in Duitsland bij selectieve inzameling van de organische fractie. Daarom wordt ervan uitgegaan dat de resultaten van deze demonstratie-installatie in grote lijnen representatief zijn voor de verwerking van restafval in Duitsland.

c) Algemene beschrijving van het proces

Over de twee relevante opties heen zijn volgende processtappen te onderscheiden:

- Mechanische voorbehandeling;
- Biologische voorbehandeling:
 - Percolatie = aërobe behandeling;
 - Ontwatering van de vaste fase;
 - Vergisting van de vloeibare fase = anaërobe behandeling;
 - Behandeling van het proceswater;
- Afvalwaterzuivering;
- Luchtreinigingssysteem;
- Omzetting van het biogas;
- Nabehandeling van de brandbare fracties:
 - Conditionering/compressie;

Biologische behandeling

- Percolatie:

De percolatiestap van de biologische voorbehandeling bestaat in een aërobe behandeling van de fractie rijk aan organisch materiaal. Door een combinatie van aërobe afbraakprocessen en fysische afbraakprocessen wordt het vergistingspotentieel van de organische fractie verhoogd.

De percolator is een horizontale, cilindrische reactor met een hydraulisch aangedreven centrale as en een hydraulisch aangedreven schraper die over een rooster is aangebracht. Oplosbare stoffen worden in de vloeibare fase opgenomen binnen de twee dagen. Dit wordt bewerkstelligd door toevoeging van circulerend proceswater en continu mechanisch schudden. De input van perslucht en de bacteriële afbraakprocessen zorgen voor een hydrolyse van het afbreekbare organisch materiaal. Dit zorgt ervoor dat meer en meer organisch materiaal in oplossing wordt gebracht.

Het proceswater met een hoog gehalte aan organisch materiaal verlaat de percolator via een rooster. De vaste materialen worden aan een schroefpers gevoed die instaat voor de ontwatering van deze fractie.

- Ontwatering van de vaste fase

De schroefpers brengt het vaste stofgehalte van de vaste fase op zo'n 60%. Het gerecupereerde water wordt toegevoegd aan het proceswater van de percolator. De ontwaterde vaste fractie kan rechtstreeks verbrand worden in een klassieke verbrandingsinstallatie of kan -samen met de bovenste hoogcalorische stroom- verder verwerkt worden tot de secundaire brandstof *C-Plus*[®].

- Vergisting van de vloeibare fase

Voordat de vloeibare fase wordt vergist, worden minerale componenten (zand, grint, glas) en vezels verwijderd uit het proceswater met behulp van sedimentatie en een vezelzeef. De minerale fracties worden gewassen en uit het proces genomen en de vezels worden opnieuw in de percolator gebracht voor verdere afbraak. Het proceswater wordt anaëroob vergist in een hoge snelheid vergister. Deze bestaat uit een combinatie van een vast bed reactor en een wervelreactor. Het vergistingsproces vormt ca. 40-50 Nm³ biogas per ton huishoudelijk restafval. Omdat het biogas een hoog methaangehalte heeft, kan het rechtstreeks gebruikt worden in een gasmotor voor de productie van elektriciteit en warmte. Het vergiste proceswater wordt terug naar de percolator gebracht als proceswater.

De *Technische Universität Braunschweig* heeft meegewerkt aan de ontwikkeling van het *ISKA*[®]-concept. Ze hebben ondermeer onderzoek gedaan naar de optimalisatie van de vergistingsstap van het proceswater. Deze optimalisatie wordt aan de ene kant bepaald door het vergistingspotentieel van de organische fractie van het huishoudelijk afval en aan de andere kant door het energieverbruik van de ganse installatie. Een hogere vergistbare fractie zou bijvoorbeeld kunnen behaald worden door verder doorgedreven voorbehandeling van de onderste stroom uit de mechanische voorbehandeling. De beschikbare technieken om deze stroom verder te verkleinen en verder te scheiden vragen echter een belangrijke energie-input.

Behandeling van proceswater

Een deel van het proceswater, dat circuleert in het ganse systeem, wordt afgeleid naar een biologische waterzuiveringsunit (nitrificatie en denitrificatie). Dit is nodig om het stikstofgehalte in het proceswater binnen de juiste range te kunnen houden. Het actief slib, dat door deze biologische zuivering wordt geproduceerd, wordt gedeeltelijk hergebruikt en wordt uiteindelijk afgebroken in de vergistingsinstallatie.

Afvalwaterzuivering

Na initiatie is het ganse percolatieproces praktisch volledig zelfvoorzienend in water. Het water van de ontwatering van de vaste fase en de condensatie van water uit de afvallucht zijn voldoende om de percolator te kunnen voeden. Surplus water wordt geloosd na nitrificatie en denitrificatie. Vooraleer het geloosd wordt, wordt het ontdaan van vaste partikels en organische pollutanten door toepassing van ultrafiltratie en actief koolfilters.

Luchtzuivering

De gebouwen zijn gesloten en er heerst een onderdruk. Alle procesdelen met een belangrijke geuroverlast worden gesloten gehouden en zijn uitgerust met een luchtafzuiging ter hoogte van de geurbron. Tengevolge van de compactheid van de installaties en omdat de ganse biologische behandeling in gesloten omstandigheden functioneert, moet slechts een zeer beperkt debiet afvallucht behandeld worden. Daarenboven wordt een selectieve luchtzuivering toegepast. Dit is mogelijk omdat de afgassen met een lage geurbelasting gescheiden zijn van de afgassen met een hoge geurbelasting.

- Afgassen met een lage geurbelasting kunnen gezuiverd worden in een zure natte wasser en hierop aangesloten een biofilter met hoge efficiëntie.
- Afgassen met een hoge geurbelasting kunnen gezuiverd worden in een zure natte wasser en hierop aangesloten een thermische behandelingsinstallatie in overeenstemming met de lokale emissiegrenswaarden.

Nabehandeling van de brandbare fracties

De bovenste hoogcalorische fractie van de mechanische voorbehandeling kan samen met de ontwaterde vaste stroom van de percolatie geconditioneerd en samengeperst worden tot de secundaire brandstof *C-Plus*[®], om te kunnen gebruikt worden voor welbepaalde toepassingen. Deze nabehandeling bestaat voornamelijk uit *shredding*, drogen, sorteren en comprimeren.

e) Bespreking van de procesoutputs

De hoogcalorische fractie uit de mechanische voorscheiding en de ontwaterde vaste fractie uit de percolatie

C-Plus[®] is een beschermde merknaam voor het RDF dat geproduceerd wordt via het *ISKA*[®]-proces volgens optie 1. Hierbij worden beide brandbare stromen nabehandeld. De chemische en fysische eigenschappen van het RDF kunnen tot op zekere hoogte aangepast

worden aan de verschillende kwaliteitseisen die gesteld worden aan de toepassing van secundaire brandstoffen voor industriële coverbranding. Dankzij de compressie van het RDF kan *C-Plus*[®] gebruikt worden in vergassingsinstallaties zoals *SVZ Schwarze Pumpe* voor de productie van methanol.

Zonder de nabehandeling kan de RDF-fractie in verbrandingsovens verwerkt worden.

Inerten

De inerte materialen (zand, stenen, glas en dergelijke) worden afgescheiden uit het proceswater na percolatie en worden vervolgens gewassen. De eigenschappen van deze inerten voldoen aan de grenswaarden voorgeschreven door het Duitse Z2 criterium van de Duitse *LAGA* voorschriften. Dit betekent dat ze in Duitsland gebruikt kunnen worden in de wegenbouw of gestort kunnen worden op een stortplaats voor bouwafval.

Biogas

Het geproduceerde biogas is van zeer goede kwaliteit en heeft een hoog methaangehalte (>65%) en kan ingezet worden in een biogasmotor zonder voorgaande zuivering.

Metalen

De ferro-metalen die gerecupereerd worden tijdens de mechanische voorbehandeling, zijn in zeker mate vervuild. Normaal gezien wordt deze fractie aanvaard als schroot voor recyclage.

De metalen die gerecupereerd worden tijdens de nabehandeling van de brandbare fracties zijn niet vervuild en zijn geschikt voor recyclage.

f) Emissies

Lucht

De toegepaste luchtzuiveringstechnieken zijn aangehaald ter hoogte van de procesbeschrijving. Hierdoor kan aan alle voorschriften van de Duitse *30.BimSchV* voldaan worden.

Geluidsoverlast

De geluidsemissies liggen een stuk onder de grenswaarden van de Duitse *TA Lärm* voorschriften. Alle eenheden die voor geluidsoverlast kunnen zorgen, zijn geïnstalleerd in gesloten cabines. De geluidsniveaus liggen eveneens binnen de Duitse *MAK* grenswaarden.

Afvalwater

De besproken afvalwaterzuivering (ultrafiltratie, actief kooladsorptie) is noodzakelijk om aan de Duitse lozingsgrenswaarden te kunnen voldoen.

g) Energiebalans

Er zijn geen gegevens beschikbaar met betrekking tot de energiebalans van het ganse voorbehandelingsconcept. Er wordt wel aangehaald dat de optimalisatie van de vergisting en dus de biogasproductie niet alleen rekening houdt met het vergistingspotentieel van het te behandelen afval, maar ook met de energie-input nodig om een hogere biogasproductie te kunnen bekomen.

h) Kosten

Er is geen informatie beschikbaar met betrekking tot de kosten van deze voorbehandelingstechniek. Er wordt enkel kort aangehaald dat het gaat om een competitieve kostprijs voor een voorbehandelingstechniek.

i) Stand van zaken

In 2000 is een pilootinstallatie te Buchen (Baden-Württemberg) van start gegaan. De daaropvolgende jaren werd deze installatie verder verfijnd. Vanaf 2003 wordt de technologie commercieel aangeboden.

In februari 2003 heeft de *U-Plus gruppe* een contract gesloten met de Duitse districten *Ludwigsburg*, *Enzkreis* en *Rottweil* voor een periode van 15 jaar. De bestaande pilootinstallatie te *Buchen* wordt uitgebreid tot een capaciteit van 150 000 ton/jaar. Het gaat om een totale investering van 200 mio € en er worden hierbij 20 jobs gecreëerd.

2.2.2 Vagron^{30, 31}

In 1987 is in Nederland besloten dat onbehandeld afval niet langer provinciegrenzen mag overschrijden. Omdat deze beslissing verschillende gemeenten in Groningen in de problemen bracht, werd een samenwerkingsverband opgericht tussen 8 gemeenten in centraal Groningen om voor dit probleem een oplossing te zoeken. Het samenwerkingsverband draagt de naam *Afvalverwijdering Regio Centraal Groningen* (ARCG) en één van de doelstellingen die voor ogen werd gehouden bij het zoeken naar een oplossing was het maximaliseren van het hergebruik van de verschillende deelstromen van het afval.

In het kader van deze problematiek werd in 1987 een contract afgesloten met *VAGRON-INDUSTRIAL*. *VAGRON* is de gezamenlijke dochteronderneming van *nv VAM* (nu deel van *Essent Milieu BV*) en *Grontmij nv*. In het kader van het contract tussen *ACRG* en *VAGRON-INDUSTRIAL* werd het *VAGRON* vergistingsprocédé ontwikkeld en werd de *VAGRON* voorbehandelingsinstallatie gebouwd.

In 1996 werden contracten gelegd met gelijkaardige samenwerkingsverbanden van Zuid-Oost Groningen en Noord-Oost Groningen. Ook het afval van deze gemeenten wordt ondertussen behandeld in de *VAGRON* installatie.

In de beginfase van de exploitatie kende de *VAGRON* installatie verschillende technische problemen. De installatie heeft tijdelijk stilgelegen en aan een lagere capaciteit gewerkt tengevolge van deze problemen en de daaropvolgende aanpassingen die gemaakt zijn aan de installatie. Ondertussen zouden de kinderziekten verleden tijd zijn en zou de voorbehandelingsinstallatie opnieuw op volle capaciteit werken.

Dor deze technische problemen kreeg *VAGRON* eveneens te maken met financiële problemen. Hierdoor bleek het nodig om tariefsverhogingen door te voeren en leningen aan te gaan. Daarenboven bleek in 2003 dat één van de moedermaatschappijen, *Essent Milieu BV*, gesaneerd moet worden. *Essent* zou te kampen hebben met een onderbezetting van de afvalverwerkingsinstallaties tengevolge van de export van afval naar Duitsland omdat daar geen heffingen bestaan op het storten van afval. *Essent* zou zich in de toekomst vooral richten op de verbranding van afval, omdat daarbij elektriciteit wordt opgewekt. Een beslissing over de verdere deelname van *Essent* in *Vagron* te Groningen zou tegen 1 januari 2004 genomen worden. Voorlopig ziet het ernaar uit dat de *Vagron*-installaties in de toekomst operationeel zal blijven.

a) Procesbeschrijving

Droge mechanische voorscheiding

De basis van de scheidingsinstallatie wordt gevormd door twee in serie opgestelde trommelzeven, waarbij de eerst zeef grotere gaten heeft dan de tweede trommelzeef. Met de scheidingsinstallatie worden uit het bij *VAGRON* aangeboden huisvuil (grijs afval) en daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval, grotendeels kantoor-, winkel- en dienstenafval (KWD-afval), de volgende deelstromen geproduceerd:

- Een relatief hoogcalorische RDF-stroom (*Refuse Derived Fuel*)
- een relatief laagcalorische organische natte fractie (ONF)
- een drietal ferro-fracties (grof ijzer, blik en fijn ijzer)
- een non-ferro fractie

- een papier/kunststof fractie.

In de overloopfractie van de trommelzeven is nog een groot aandeel goed brandbare componenten, zoals papier, karton, hout en kunststof aanwezig. Deze fractie heeft een te hoge verbrandingswaarde voor de bestaande afvalverbrandingsinstallaties (AVI). Daarom moet deze fractie eerst nog bewerkt worden. Er is gekozen voor het afscheiden van het papier/kunststof dat aanwezig is in de fractie. Door dit te verwijderen daalt de verbrandingswaarde. Hierdoor kan het restant (RDF) wel worden verbrand in een AVI. Het papier en kunststof wordt afgescheiden met behulp van windzifters.

Voor de verwerking van dit mengsel zijn in hoofdlijnen twee opties: opwerking tot secundaire grondstoffen in de vorm van papierpulp en kunststofgranulaat of hergebruik als secundaire brandstof.

Op dit moment wordt het papier kunststofmengsel afgezet als secundaire brandstof. De voorbereidingen voor het opwerken van het mengsel tot papierpulp en kunststofgranulaat zijn in volle gang. Zodra de opwerkingsfaciliteit aanwezig is, zal het mengsel niet meer worden afgezet als brandstof, maar worden opgewerkt tot de twee secundaire grondstoffen.

De doorval van de tweede trommelzeef is de ONF-fractie. Deze fractie bestaat voornamelijk uit organisch materiaal, verontreinigd met inerte componenten zoals zand, steen, glas en kunststof. Door het hoge gehalte aan organisch materiaal is de ONF-fractie goed te vergisten. Om verstoppingen en slijtage zoveel mogelijk te beperken moet eerst het inerte materiaal en het slecht vergistbare materiaal worden verwijderd. Dit gebeurt in de wasinstallatie.

Alternatieve verwerking van het papier en kunststofmengsel

In het Nederlandse Convenant Verpakkingen II heeft de drankenkartonketen een inspanningsverplichting op zich genomen van 15% hergebruik van drankenkartons. *Grontmij Water & Reststoffen* heeft in opdracht van de belangenorganisaties van de drankenkartonketen (drankenkartonproducenten en producenten/importeurs/retailers van producten in drankverpakkingen) en *VAGRON* een drankenkartonscheidingsinstallatie ontworpen en de bouw en inbedrijfstelling begeleid.

De installatie is operationeel sinds augustus 2002. De installatie is geïntegreerd in de bestaande huisvuilscheidingsinstallatie van *VAGRON* in Groningen. De drankenkarton installatie gebruikt de zogenaamde *autosort* methode, waarbij drankenkartons via infraroodstraling worden gedetecteerd en vervolgens met behulp van luchtstoten uit de afvalstroom worden geblazen. Uit 200 000 ton huishoudelijk afval wordt op deze wijze circa 2 000 ton drankenkartons afgescheiden.

In Finland worden de drankenkartons verder gescheiden, waarbij het papier en de folie als materiaal worden hergebruikt en het plastic als secundaire brandstof wordt ingezet.

De *autosort* technologie is in Scandinavië en Duitsland voor diverse reststromen op *full scale* operationeel. Voor de afscheiding van drankenkartons uit gemengd huishoudelijk afval is de *VAGRON* installatie de eerste in de wereld.

Natte scheiding/wasinstallatie

De wasinstallatie bestaat uit diverse was/trommelzeven, opstroomscheiders, een hydrocycloon en een ontwateringstafel voor ontwatering van de afgescheiden slibstroom. Onder toevoeging van water wordt de ONF in een aantal stappen gescheiden in vier deelstromen:

- zand
- grof inert materiaal (zoals stenen, keramiek en glasscherven)
- stoofstoffen (zoals kunststof, textiel, e.d.)
- het gewassen ONF

Het proceswater wordt op een fysisch/chemische wijze behandeld waardoor de zwevende stof wordt afgescheiden verwijderd. Hierna wordt het voor het grootste gedeelte hergebruikt binnen de wasinstallatie. Slechts een klein gedeelte van het proceswater wordt gespuid. Dit water wordt gemengd met het afvalwater uit de vergistingsinstallatie. In een afvalwaterzuiveringsinstallatie wordt dit afvalwater gezuiverd. Het effluent wordt geloosd op de riolering.

De gewassen ONF wordt vergist in de vergistingsinstallatie.

De vergisting

Het gewassen ONF wordt naar één van de vier mengtanks verpompt. Hier wordt het gehomogeniseerd en op de juiste temperatuur en droge stofgehalte gebracht. Dit wordt gedaan door het injecteren van stoom en het toevoegen van proceswater. Dit proceswater is afkomstig van het ontwateren van het digestaat'.

Zodra het vergiste materiaal aan de juiste eisen voldoet wordt het naar één van de 4 vergistingstanks gepompt. Deze vergistingstanks hebben elk een volume van 2 750 m³. In deze reactoren treedt het eigenlijke vergistingsproces op.

Bij VAGRON is de temperatuur in de vergistingstanks circa 55 °C, dit wordt thermofiele vergisting genoemd. De gewassen ONF blijft circa 18 dagen in de tank. Gedurende deze periode wordt ongeveer 60 % van het organische materiaal omgezet tot biogas. In totaal wordt ongeveer 1 000 m³ gas per uur geproduceerd. Dit gas wordt ontwaterd door het te koelen voordat het terecht komt in een gasopslag. Het volume van deze gasopslag is 2 100 m³, deze is geplaatst tussen de vergistinginstallatie en de warmtekrachtkoppeling. Dit volume is slechts voldoende om te bufferen, niet om het biogas voor langere tijd op te slaan.

Na ongeveer 18 dagen wordt het vergiste materiaal (digestaat) uit de reactoren gepompt en mechanisch ontwaterd. De waterstroom die bij de ontwatering van het digestaat vrijkomt wordt voor een groot gedeelte hergebruikt in de was- en vergistingsinstallatie.

Valorisatie van biogas

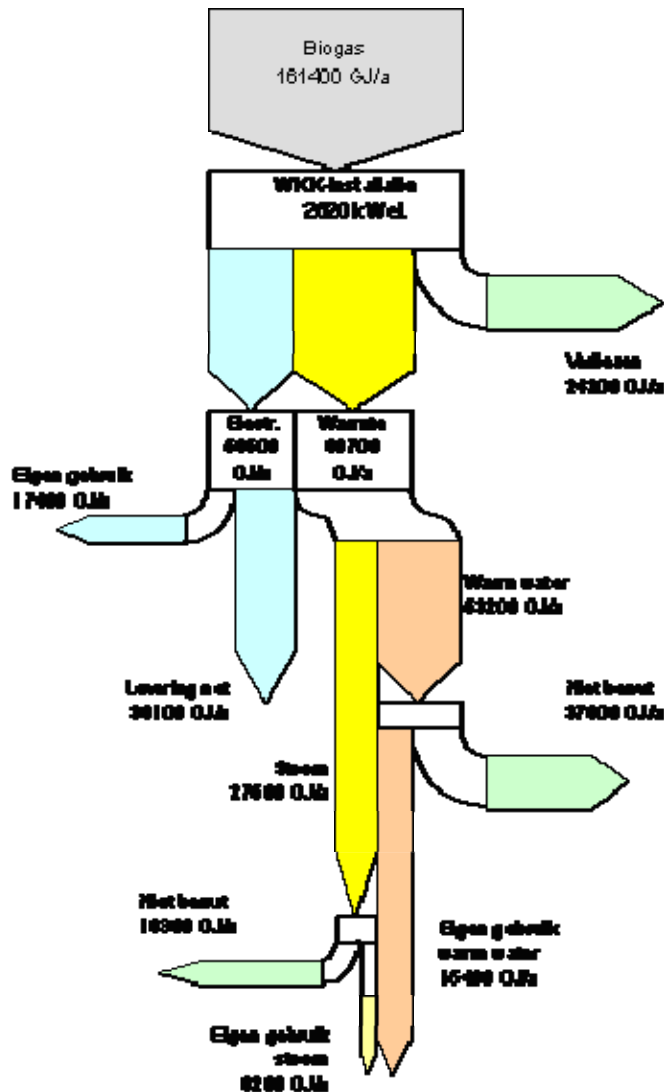
Het biogas wordt na behandeling verbrand in een gasmotor van de warmtekrachtkoppeling. Dit verbranden levert zowel thermische energie (warmte) als elektriciteit op.

Toepassing van het digestaat van de vergisting

Momenteel wordt het digestaat van de vergisting te Groningen en te Friesland gestort. Dit is echter niet gewenst in het kader van het afvalbeleid. Daarom wordt gewerkt aan nieuwe behandelingsmethode, waarmee het digestaat kan verwerkt worden tot een bouwstof die geschikt is om stortplaatsen mee af te dichten. In 2003 waren reeds proeven lopende.

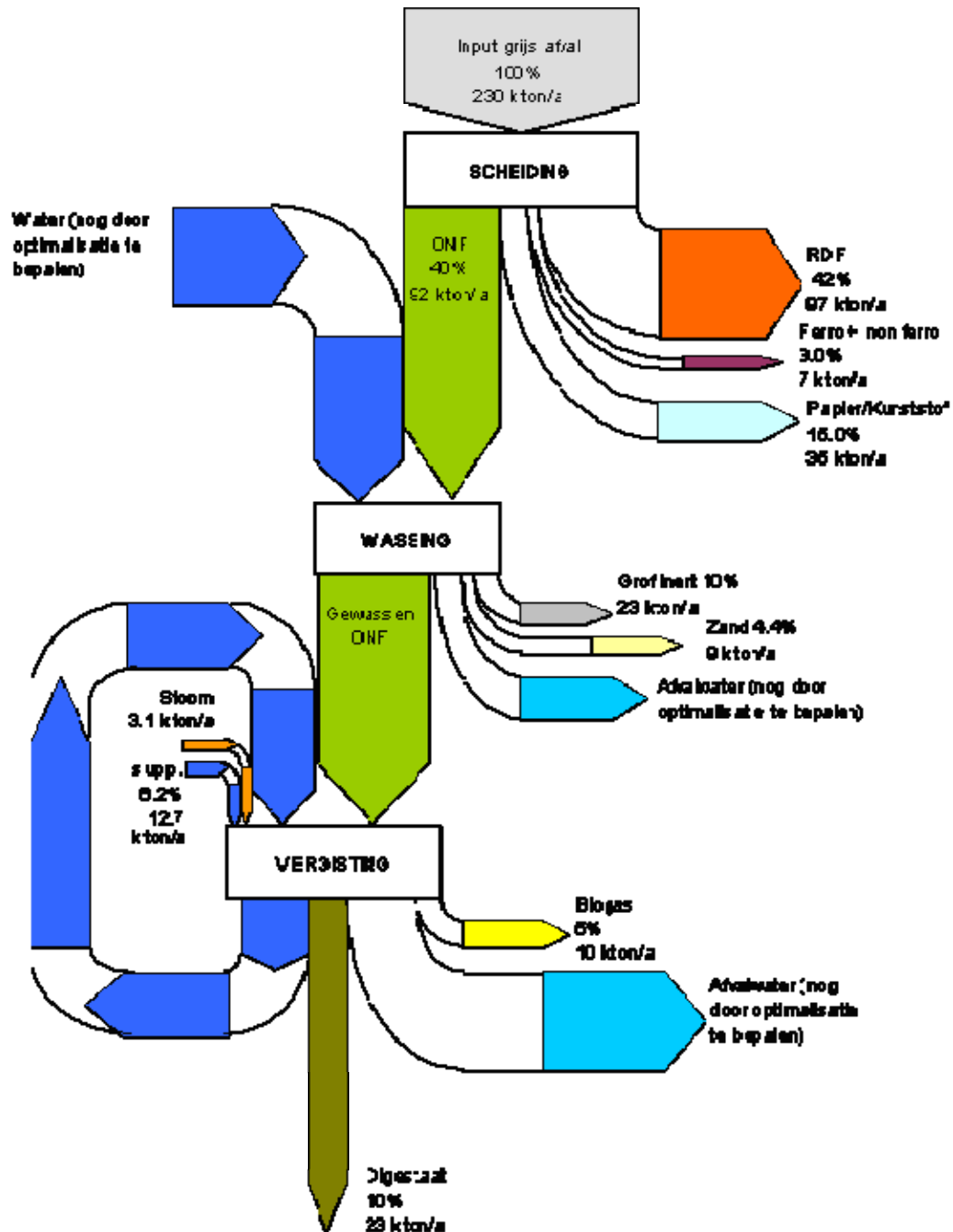
b) Energie- en massabalans

In totaal wordt er 2,5 MWe aan elektrische energie opgewekt. Hiervan wordt ongeveer één derde voor eigen gebruik aangewend. De resterende hoeveelheid wordt aan het openbare elektriciteitsnet geleverd. Aan thermische energie wordt ongeveer 3,6 MWth geproduceerd. Dit wordt gebruikt voor het verwarmen van het proceswater en het opwekken van stoom. De omzetting van het biogas naar energie (elektriciteit + warmte) gebeurt met een energetisch rendement van 85%. Een belangrijk deel van de geproduceerde stoom en warm water wordt echter niet benut.



Figuur 29: Energiebalans voor de Vagron installatie te Groningen

Het scheiden van afval resulteert in hergebruik van meer dan 50 % van de ingaande stroom afval. Slechts circa 42 % van het afval wordt verbrand.



Figuur 30: Massabalans voor de Vagron installatie te Groningen

c) Technische problemen te Groningen ³²

De eerste *full scale* installatie volgens het *Vagron* procédé werd in 2000 in Groningen opgestart. Tot nu toe zijn er bijna continu technische problemen geweest, waardoor de installatie op regelmatige basis moest stilgelegd worden. Er wordt gehoopt dat in 2003, na doorvoering van een laatste reeks aanpassingen de opstartproblemen definitief opgelost zijn. De technische problemen volgen uit het feit dat de organische fractie, die naar de wasinstallatie en naar de vergistingsinstallatie gaat, niet zuiver genoeg is. Het opschalen van een pilotinstallatie naar *full scale* installatie heeft niet de voorspelde resultaten opgeleverd.

De problemen traden op ter hoogte van de wasinstallatie en de vergistingsreactoren. Een duidelijke beschrijving van de technische problemen is niet voorhanden. Het resultaat van deze problemen wordt als volgt beschreven: blokkeren van apparatuur, verstoppingen, lekkages, enorme watervervuiling en het afbreken van de roerwerken in de reactorvaten. Eén informatiebron vermeldt dat deze problemen veroorzaakt worden doordat bepaalde stukken afval (bijvoorbeeld panty's, touwtjes, uiennetjes en kabels) niet uit de organische fractie worden afgescheiden ter hoogte van de *full scale* installatie. Ter hoogte van de wasinstallatie zouden de problemen te maken hebben met de water- en energiebalans die nog verder moest afgesteld worden. Ter hoogte van de vergistingsreactoren konden de roerwerken de te verwerken hoeveelheden materiaal niet aan. Het vervangen van één roerwerk zou drie maanden in beslag hebben genomen. Eerst moest de tank leeggemaakt worden, dan volgde de aanpassing van het roerwerk en tenslotte moest het biologisch proces opnieuw langzaam op gang gebracht worden. In 2003 werden de vier reactoren één voor één aangepast.

Daarnaast werd onder meer door de *Technische Universiteit Delft* onderzoek uitgevoerd naar mogelijke verbeteringen van de installatie. De resultaten van dit onderzoek zullen eveneens op korte termijn geïmplementeerd worden. Meer informatie hieromtrent is niet beschikbaar. Er wordt van uitgegaan dat de installatie goed zal functioneren nadat alle aanpassingen uitgevoerd zullen zijn.

Een bijkomend probleem is dat een groot deel van de organische fractie tijdens de periode van aanpassingen niet kan verwerkt worden in de vergistingsinstallatie, maar gestort moet worden. Hiervoor moeten dan aanzienlijke heffingen betaald worden, hetgeen zorgt voor bijkomende financiële druk.

d) Stand van zaken

Naast de *full scale* installatie van Groningen, die in 2000 werd opgestart, is in juli 2003 een gelijkaardige installatie opgestart in het *Ecopark De Wierde* (Oudehakse, Friesland). Deze installatie wordt uitgebaut door *SBI Friesland* (Scheidings- en Bewerkingsinstallatie Friesland). *Afvalsturing Friesland* koos in 1997 voor het voorbehandelingsconcept scheiden, wassen en vergisten. De reden waarom het Vagron-systeem gekozen werd, is dat deze techniek reeds een heel leertraject had doorgemaakt. De oplossingen die doorgevoerd werden als antwoord op de opstartproblemen te Groningen, werden reeds verwerkt in de plannen voor Friesland. Ondertussen is het ook hier nodig gebleken om aanpassingen door te voeren tengevolge van opstartproblemen. Het betreft echter eerder het fijn-tunen van de installatie en niet het vervangen van grote onderdelen.

2.3 Het BTA-Proces³³

Het BTA-proces is ontwikkeld om *biowaste* (*OFMSW Organic Fraction of Municipal Solid Waste*) van huishoudens, handel- en diensten en van landbouwactiviteiten om te vormen tot biogas met een hoog methaangehalte en compost.

Volgende inputs kunnen via het BTA-proces verwerkt worden:

- Ruw huishoudelijk afval
- GFT-afval
- Biologisch afval van restaurants, markten, ...
- Afval van de voedingsindustrie
- Afval van slachterijen
- Afval van landbouwactiviteiten (bvb dierlijke mest)
- Waterzuiveringsslib en dergelijke
- Restafval: in dit geval kan het proces gebruikt worden om de organische fractie van het afval te reduceren, zodat na storten geen chemische of biologische reacties meer plaatsvinden.

2.3.1 Procesbeschrijving

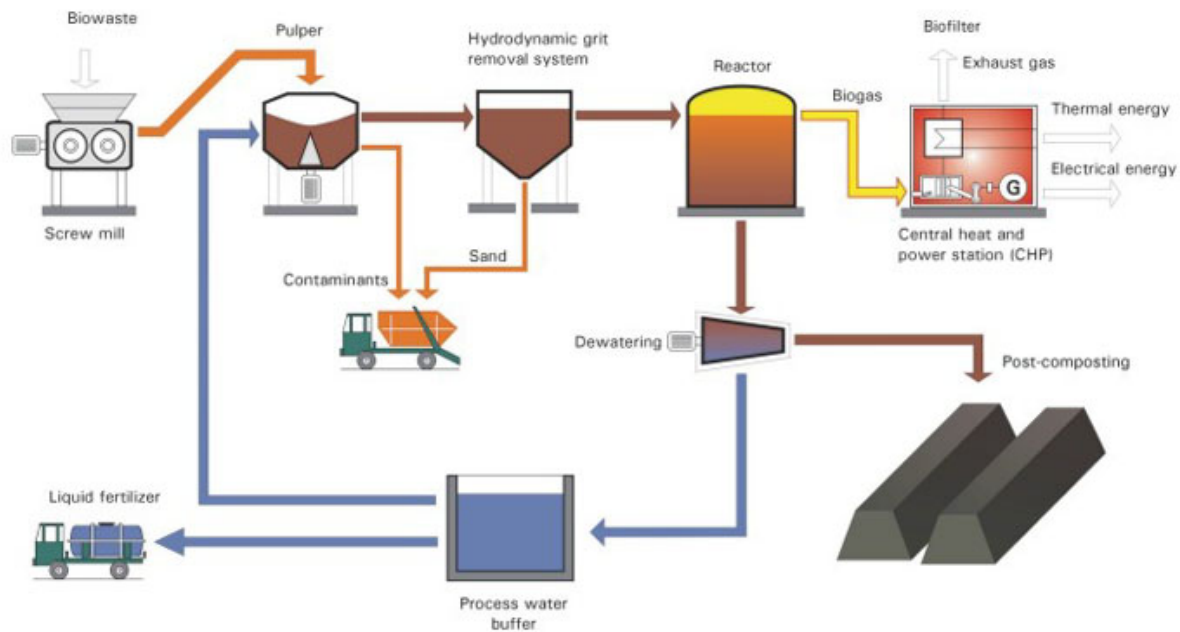
Het proces kan opgedeeld worden in een mechanische voorbehandeling en een biologisch proces.

Het afval wordt eerst vermengd met proceswater dat recirculeert. Storende fracties zoals plastics, textiel, stenen and metalen worden afgescheiden zonder manuele tussenkomst. Uit de organische fracties wordt een dikke suspensie (pulp) geproduceerd die in een volgende stap vergist wordt.

Optioneel kunnen fijnere fracties zoals zand, kleine stenen en glassplinters verwijderd worden door middel van een hydrocycloon. Deze bijkomende stap beschermt de installatie tegen slijtage tengevolge van afschuring.

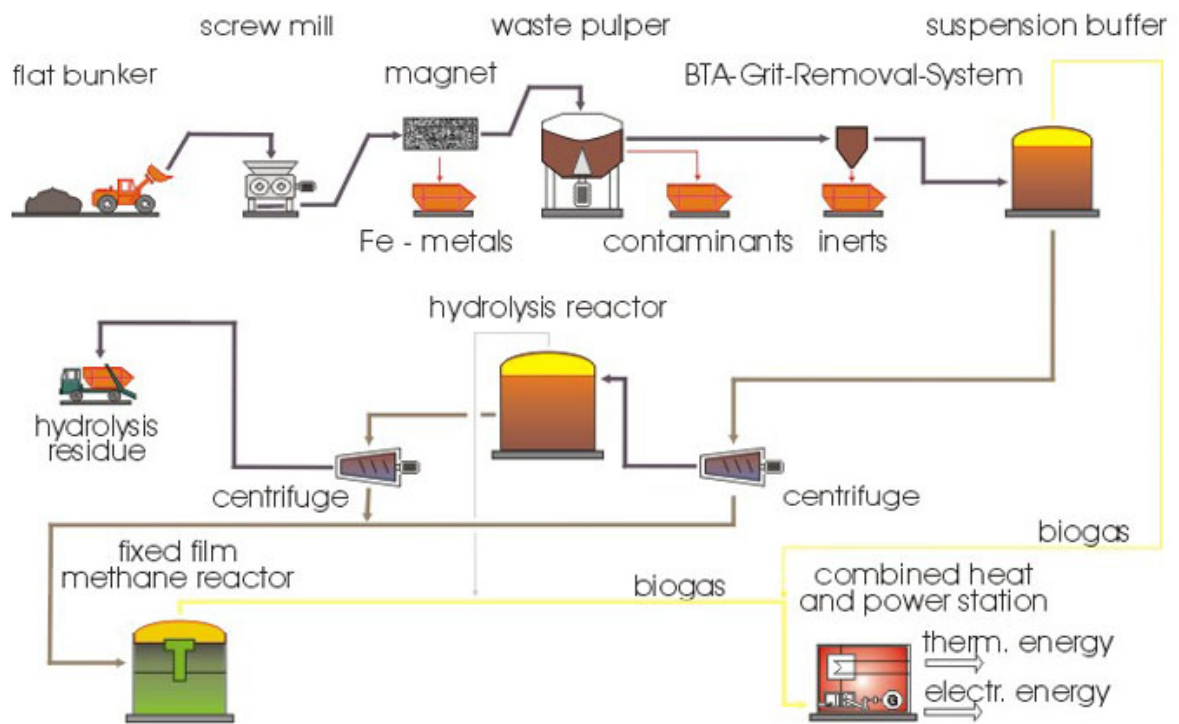
In functie van de verwerkingscapaciteit en in functie van de toepassing van de geproduceerde energie en compost, zijn volgende biologische verwerkingsopties beschikbaar:

- De zogenaamde 1-stap vergisting, waarbij de pulp in een stap vergist wordt in één gemengde vergistingsreactor. Dit concept is geschikt voor relatief kleine gedecentraliseerde afvalverwerkingseenheden. Bestaande vergisters kunnen ingepast worden in het concept, hetgeen resulteert in lagere investeringskosten.



Figuur 31: voorstelling van de 1-stapsvergisting volgens de BTA-technologie

- Vanaf een verwerkingscapaciteit van meer dan 50 000 ton/jaar, wordt een multi-step vergisting voorgesteld, waarbij de pulp gescheiden wordt in een vaste en een vloeibare fractie door middel van een ontwateringsinstallatie. De vloeibare fase, die reeds opgeloste organische componenten bevat, wordt rechtstreeks naar een methaanreactor verpompt, waar gedurende 2 dagen een methanisatie plaatsvindt. De vaste fractie, die de niet-opgeloste organische componenten bevat, wordt opnieuw vermengd met water en gevoed aan een hydrolyse reactor. Na 4 dagen wordt deze massa opnieuw ontwaterd en de vloeibare fase wordt verpompt naar de methaanreactor. Door het afbreekproces te verdelen over verschillende reactoren (acidificatie, hydrolyse en methanisatie), kunnen voor verschillende groepen micro-organismen optimale groeiomstandigheden worden gecreëerd. Dit resulteert in een snelle en sterk doorgedreven afbraak van het organisch materiaal en een hoge biogasproductie. Binnen een aantal dagen kan 60-80% van het organisch materiaal omgevormd worden naar biogas.



Figuur 32: voorstelling van de multi-stapsvergisting volgens de BTA-technologie

- Optie3: Voor installaties met een gemiddelde verwerkingscapaciteit is een 2-stap vergisting beschikbaar. Deze is gebaseerd op de multi-stap optie, zonder de pulp te scheiden in een vaste en vloeibare fase. De pulp wordt aan een gemengde hydrolysereactor gevoed die verbonden is met een gemengde vergistingsreactor. Om een optimale hydrolyse te bekomen, wordt een deel van de inhoud van de vergistingsreactor teruggevoerd naar de hydrolysereactor.

De waterbehoefte van deze verschillende behandelingsopties wordt volledig voorzien door gebruik te maken van het water dat aanwezig is in het afval. Het water zit in een gesloten kringloop. Overmatig water wordt naar een waterzuiveringsinstallatie geleid.

De ontwikkeling van een BTA-voorbehandelingsinstallatie houdt rekening met de specifieke vereisten van de individuele klant. Bijkomende behandelingsstappen worden toegevoegd als dat nodig is.

2.3.2 Bespreking van de procesoutputs

Biogas en compost zijn twee van de procesoutputs. Het biogas bestaat voor 60-65% uit methaan. Dankzij het hoge methaangehalte zijn er verschillende toepassingsgebieden mogelijk. Naast de eigen energiebehoefte van de installatie, is er nog een belangrijk surplus over dat omgevormd kan worden naar elektriciteit en warmte.

In geval van de behandeling van huishoudelijk restafval, lijkt compost niet één van de procesoutputs te zijn. Hierover is weinig informatie beschikbaar.

2.3.3 Stand van zaken

Er zijn in Europa drie *full scale* voorbehandelingsinstallaties operatief:

- Villacidro (Sardinië): 45 000 ton/jaar gemengd afval. Meer gedetailleerde informatie is in onderstaande paragrafen te vinden.
- Verona (Italië): 70 000 ton/jaar gemengd afval. Het gaat om de ombouw van een bestaande verwerkingsinstallatie voor gemengd huishoudelijk afval met een capaciteit van 500 ton/jaar. De natte voorbehandeling werkt volgens het BTA-concept. BTA heeft de ontwerpwerken uitgevoerd, heeft de specifieke onderdelen geleverd en heeft de opstart van de installatie begeleid.
- Pulawy (Polen): 22 000 ton/jaar gemengd huishoudelijk afval. Eind maart 2001 werd de voorbehandelingsinstallatie afgeleverd. De voorbehandelingsprocédés zijn ontworpen volgens het BTA-concept. BTA heeft de ontwerpwerken uitgevoerd, heeft de specifieke onderdelen geleverd en heeft de opstart van de installatie begeleid.

Er zijn nog 5 andere *full scale* installaties operatief binnen Europa, maar het betreft hier de verwerking van organische afvalstromen.

Over de installatie in Sardinië is een meer gedetailleerde beschrijving beschikbaar. De voorbehandelingsinstallatie werd gebouwd op hetzelfde domein als een stortplaats en een afvalwaterzuiveringsinstallatie. Het was de eerste BTA-installatie ontworpen voor de verwerking van gemengd afval, inclusief afvalwaterzuiveringsslib. Dit slib wordt co-vergist tijdens de biologische voorbehandelingsstap. Het betreft 45 000 ton/jaar afval.

Na aanlevering van het afval, wordt het grotere materiaal afgescheiden via een trommelzeef. De fijnere fractie wordt in de menginstallatie omgevormd tot pulp met behulp van water. De grotere componenten worden uit het proces gehaald en zullen via het verbrandingssysteem van de stortplaats verwijderd worden.

De suspensie verlaat de menginstallatie via een geperforeerde zeefplaat. Alle componenten > 10 mm blijven achter in de menginstallatie, worden opgevangen en verwijderd met een hark (*rake*).

De pulp gaat verder doorheen een zeefstelsel dat de fijnste fractie (zand, fijne glassplinters) afscheidt. Hierdoor zijn de hierna volgende installatie-onderdelen beter beschermd tegen slijtage tengevolge van schurende effecten. Ook worden de installaties minder snel geblokkeerd en zijn minder problemen met sedimentatie. Dergelijke problemen zouden wel opgetreden zijn tijdens de opstartfase van de VAGRON-voorbehandelingsinstallatie.

De biologische voorbehandeling bestaat uit een twee-stapsvergisting. De gezuiverde pulp wordt gevoed aan een volledig gemengde opslagtank waar de hydrolyse van het organisch materiaal begint. Hierna volgt een hygiënisatiestap. Deze gebeurt buiten de opslagtank bij een temperatuur van 70°C gedurende 1 uur. Daarna wordt de suspensie gescheiden in een vaste massa en een vloeibare fractie door middel van een centrifuge.

De vloeibare fractie bevat de reeds opgeloste organische componenten en wordt rechtstreeks verpompt naar de methanisatiereactor. De vaste fractie, die nog onopgeloste organische componenten bevat, keert terug naar de hydrolyse reactor en wordt opnieuw vermengd met water. Na 4 dagen wordt deze massa opnieuw gecentrifugeerd en de vloeibare fractie wordt overgebracht naar de methaanreactor.

De ontwaterde vaste fractie wordt gecomposteerd in een *open windrow*³ composteerinstallatie.

Uit de vloeibare fractie wordt biogas geproduceerd, dat omgezet wordt in warmte en elektrische energie in een WKK-installatie.

De inplanting van deze voorbehandelingsinstallatie nabij de waterzuiveringsinstallatie gaf de mogelijkheid om een bestaande vergistingsreactor te gebruiken voor de hydrolyse. Een bestaande gasometer en twee WKK-installaties konden eveneens geïntegreerd worden in het ontwerp. Tenslotte kon bespaard worden op investeringskosten en operationele kosten.

De installatie produceert 4 mio m³ biogas. Rekening houdend met de energiebehoefte van de voorbehandelingsinstallatie zelf, kan 50% van de geproduceerde elektriciteit en 70% van de geproduceerde warmte aan het openbare net gevoed worden.

BTA heeft de ontwerpwerken uitgevoerd, heeft de specifieke onderdelen geleverd en heeft de opstart van de installatie begeleid.

³ Het materiaal wordt in walvormige rijen gedeponerd in de open lucht.

2.3.4 Linde-KCA-Dresden GmbH: natte vergisting³⁴

Linde-KCA-Dresden GmbH is een dochteronderneming van Linde AG, Wiesbaden. Deze onderneming heeft in het verleden de technologieën en de ervaring van Austrian Energy & Environment met betrekking tot mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen overgenomen. Ze noemen zichzelf een marktleider op dit gebied. Het bedrijf ontwikkeld en bouwt behandelingsinstallaties voor verschillende soorten afvalstromen. Hierbij is er keuze tussen verschillende vergistingsprocessen en composteringssystemen.

Voor volgende soorten afval kan Linde-KCA-Dresden een voorbehandelingssysteem ontwikkelen en bouwen:

- Biowaste van selectieve inzameling
- Restafval
- Gemengd afval/huishoudelijk afval
- Met huishoudelijk afval gelijkgesteld industrieel afval
- Keukenafval
- Marktafval
- GFT-afval
- Dierlijke mest
- Afvalwaterzuiveringslib

Op gebied van vergisting, kan er een onderscheid gemaakt worden tussen droge en natte vergisting.

Eénstaps- en tweestaps natte vergistingsprocessen kunnen op thermofiele of mesofiele wijze toegepast worden, afhankelijk van de aard van het inputmateriaal. Deze vergistingsprocessen worden typisch toegepast om een hoge biogasproductie te verkrijgen. In de natte mechanische voorbehandeling wordt het afvalmateriaal vermengd met water, zodat een pulp bekomen wordt. Tijdens deze fase worden ongewenste componenten verwijderd via een trommelzeef. Deze eerste verwerkingsstap gebeurt volledig automatisch in een gesloten systeem. Het karakteristieke van deze vergisting is de recirculatie van gas in de vergistingsreactor door gebruik te maken van een centrale recirculatiebuis. Op deze wijze kan het substraat constant in beweging gehouden worden zonder gebruik te maken van roerwerken. Deze werkwijze laat toe om de klassieke nadelen van een natte vergisting te vermijden. Er kan geen slijtage of verstopping optreden van de roerwerken. Volgens de leverancier zorgt deze methode er ook voor dat er geen problemen optreden met sedimentatie.

Vergistingsresidues van dergelijke vergistingsinstallaties bevatten zeer weinig contaminatie en kunnen gebruikt worden als compost van hoge kwaliteit. Deze techniek wordt bij voorkeur toegepast voor de co-vergisting van *biowaste* en afvalwaterzuiveringslib en/of dierlijke mest.

Er bestaat een praktijkvoorbeeld van deze natte vergisting in Spanje, waarbij huishoudelijk afval en selectief ingezameld *biowaste* wordt voorbehandeld. Het betreft het *UTE Ecoparc* te *Barcelona* (Spanje). De toegepaste biologische processen zijn mesofiele natte vergisting en tunnel compostering (zie technieken zonder productie van biogas). De totale verwerkingscapaciteit van deze installatie is 300 000 ton/jaar. Uit de mechanische voorbehandeling van het huisvuil wordt 150 000 ton materiaal afgescheiden dat de natte

vergisting ondergaat met een aërobe nabehandeling van het digestaat. 50 000 ton selectief ingezameld *biowaste* wordt rechtstreeks verwerkt in de composteerinstallatie.

Deze installatie werd ontworpen en gebouwd door Linde-KCA-Dresden-GmbH en de werking ervan wordt reeds vanaf de start mee door hun opgevolgd. De installatie is in werking vanaf 2001.

In Madrid, Spanje werd een tweede installatie gebouwd voor huishoudelijk afval. De installatie bestaat uit een natte voorbehandeling, anaërobe vergisting en compostering. Het is niet duidelijk wanneer werd gestart met de bouw van deze installatie. Waarschijnlijk begin 2002. In 2003 was de bouw van de installatie blijkbaar voltooid. Het is niet duidelijk wanneer/of de installatie werd opgestart.

3 COMBINATIES VAN MECHANISCHE VOORBEHANDELING EN AËROBE AFBRAAK VAN DE ORGANISCHE FRACTIE

Deze mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen bestaan uit een combinatie van een mechanische voorbehandeling en een aërobe afbraak van de biologisch afbreekbare fractie, ook wel compostering genoemd. In de meeste gevallen wordt gestreefd naar de afbraak van een gedeelte van de organische fractie. Er is slechts één systeem gekend waarbij gestreefd wordt naar de afbraak van al het organische materiaal, zodat een volledig minerale materie overblijft.

Een deel van deze mechanisch-biologische voorbehandelingstechnieken worden toegepast als voorbereiding op het storten. In deze gevallen zijn de voorbehandelingssystemen gebaseerd op een "eenvoudige" compostering van het organische materiaal.

Een aantal voorbehandelingstechnieken zorgen voor een meer doorgedreven stabilisatie van het organische materiaal door toepassing van een geforceerde beluchting tijdens het composteren. Hierdoor kan de composteringwarmte gebruikt worden om de minder afbreekbare organische fractie te drogen. Dergelijke behandeling wordt biologisch drogen genoemd. Het resulterende gestabiliseerde residu kan vervolgens verder verwerkt worden tot *RDF* en kan op een milieuvriendelijke en veilige wijze getransporteerd en tijdelijk gestockeerd worden.

Tenslotte is er één mechanisch-biologische voorbehandelingstechniek waarbij een ver doorgedreven compostering wordt toegepast. Het is de bedoeling om de volledige organische fractie van het afval af te breken, zodat het overblijvende residu niet biologisch actief meer is.

3.1 Systemen bestaande uit een mechanische voorbehandeling en biologisch drogen van de organische fractie

3.1.1 Herhof-Umwelttechnik GmbH

In de mechanisch-biologische voorbehandelingstechniek die door *Herhof-Umwelttechnik GmbH* is ontwikkeld, wordt het restafval, na een voorafscheiding van een ferro-fractie, biologisch gedroogd. Na deze droging worden een tweede ferro-fractie, een non ferro-fractie, een RDF (*Trockenstabilat*[®]) en inerten afgescheiden. Het RDF wordt energetisch gevaloriseerd en de ferro- en non ferrofracties worden afgevoerd voor hergebruik. De inerten worden verondersteld te worden hergebruikt als secundaire bouwstof.

a) Procesbeschrijving^{3,35}

Voor de procesbeschrijving wordt verwezen naar de restafvalstudie³. Enkele noemenswaardige karakteristieken van het proces:

- Naast de ferro- fractie wordt eveneens een non-ferro fractie gerecupereerd;
- Het condensaat moet gezuiverd worden in een vrij complexe waterzuiveringsinstallatie;
- De LARA-installatie is een thermisch naverbrandingssysteem dat door *Herhof* zelf ontworpen is op maat van het voorbehandelingsysteem;
- Het *Trockenstabilat* is de hoogcalorische fractie die wordt afgescheiden op basis van de dichtheid van het materiaal;
- Het proces verloopt in batchprocessen die 6 à 7 dagen duren.

Sindsdien zijn geen significante aanpassingen gebeurt aan het concept. *Herhof* onderzoekt momenteel wel of het *Trockenstabilat* verder gescheiden kan worden in verschillende fracties. Ongeveer 20% van het *Trockenstabilat* zou kunnen worden afgescheiden als een biomassafractie met een zuiveringsgraad van ongeveer 97%.

In Nederland wordt elektriciteit, opgewekt uit een 97% schone biomassa-fractie beschouwd als Groene Stroom.

In Vlaanderen is op 5 maart een Besluit van de Vlaamse regering goedgekeurd inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen. In het kader van de certificatenverplichting worden groene stroomcertificaten aanvaard, die worden toegekend voor elektriciteit opgewekt door middel van onder meer:

- Organisch-biologische afvalstoffen die gesorteerd worden uit restafval en niet in aanmerking komen voor materiaalrecyclage of worden verwerkt conform de bepalingen van het van toepassing zijnde sectorale uitvoeringsplan;
- Organisch-biologisch deel van restafval, op voorwaarde dat de betrokken verwerkingsinstallatie door energierecuperatie een primaire energierecuperatie realiseert van minstens 35% van de energie-inhoud van de afvalstoffen verwerkt in de installatie.³⁶

Daarnaast kan ook een hoogcalorische *fluff*-fractie geproduceerd worden (10-20% van het *Trockenstabilat*). Deze fractie zou aan gunstigere prijzen kunnen worden afgezet.

De resterende fractie (60-70%) kent dezelfde toepassingsmogelijkheden als het oorspronkelijke *Trockenstabilat*.

Naast deze brandbare fracties wordt nog een inertfractie afgescheiden.

b) Stand van zaken ³⁷

Het eerste *Trockenstabilat*[®] systeem is operationeel sinds 1997. In totaal wordt meer dan 400 000 ton afval per jaar verwerkt via dit voorbehandelingssysteem. Verder contracten zijn lopende voor meer dan 600 000 ton huishoudelijk afval. In Tabel 21 wordt een overzicht gegeven van bestaande en geplande installaties binnen Europa.

Tabel 21³⁸: overzicht van bestaande en geplande *Trockenstabilat*installaties binnen Europa

Site	Jaar waarin installatie operationeel is	Capaciteit	Type huishoudelijk afval
	Jaar	Ton/jaar	
Asslar	1997	140 000	
Rennerod	2000	100 000	Restafval
Dresden City	2001 (proefdraaien tot februari 2002)	85 000	Restafval
Venice	2001	125 000	
Trier	2004	180 000	Rest- en gelijkgesteld bedrijfsafval
Geel	2004	150 000	
Osnabruck	2004 (bouw van start in november 2003)	85 000	Restafval
Nordhessen	2005	180 000	
Berlin Region	2005	135 000	
Dresden Region	2005	120 000	

In *Dresden* wordt momenteel gediscussieerd over de afschaffing van de selectieve inzameling van de lichte kunststofverpakkingen⁴. Zowel de RDF-fractie als de selectief ingezamelde fractie worden vergast in de slakkenbadvergasser van *SVZ Schwarze Pumpe*. Ook in het geval van *Osnabruck* wordt deze discussie gevoerd.

Het restafval van de regio *Dresden* zal eveneens in een *Herhof*-installatie worden voorbehandeld. De RDF-fractie zal in dit geval verwerkt worden in een *VEAG kolencentrale*. Ook in de RDF-fractie van de voorbehandelingsinstallatie te *Fusina*, nabij Venetië, wordt gebruikt als secundaire brandstof in een kolencentrale (van ENEL). De composteringsinstallatie te *Fusina* is eveneens door *Herhof* gebouwd.

Alles samen zijn in mei 2002 in Duitsland volgende bestemmingen van het *Trockenstabilat* bekend:

- 45 000 ton/jaar naar *SVZ Schwarze Pumpe*
- 60 000 ton/jaar naar de kolenvergasser van *Rüdersdorfer Zement*
- 15 000 ton/jaar naar de roosteroven te *Asslar* die werd gebouwd voor de verwerking van het *Trockenstabilat*.

⁴ Leichtverpackungen

De resterende 25 000 ton worden naar behoefte verwerkt door *SVZ Schwarze Pumpe*, in een kolencentrale of door andere verwerkers.

3.1.2 Nehlsen AG³⁹

Al meer dan 75 jaar is Nehlsen AG gespecialiseerd in afvalverwijdering. Het bedrijf is gesitueerd in Bremen. In 1991 heeft het bedrijf activiteiten opgestart op het Duitse eiland Rügen dat gelegen is aan de Oostzee en een Landkreis op zich is. Nehlsen heeft samen met de Abfallwirtschaft für Rügen een geïntegreerd afvalverwerkingsconcept ontwikkeld en geïmplementeerd. Voor de sluiting van de laatste stortplaats in 1997 werd gezocht naar een methode om de hoeveelheid definitief te verwijderen restafval te verminderen. *Nehlsen* heeft daarvoor een procedure ontworpen voor de mechanisch-biologische stabilisatie van het restafval en deze methode werd geïmplementeerd te *Samsten (Rügen)*. Het betreft de eerste mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie in de regio *Mecklenburg-Western Pomerania*. De installatie verwerkt huishoudelijk restafval en industriële afvalstromen voor de productie van secundaire brandstoffen.

a) Procesbeschrijving⁴⁰

De mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie *MBS Rügen* bestaat uit een biologische voorbehandelingsinstallatie om het huisvuil te drogen en daarop aansluitend een mechanische behandeling voor de productie van de secundaire brandstof *Calobren®*.

Het Biologisch stabiliseren

De input van de voorbehandelingsinstallatie bestaat uit huishoudelijk afval en daaraan gelijkgesteld industrieel afval. De doorzet van de installatie is ca. 13 000 ton / jaar. Het materiaal wordt ter hoogte van de ontvangsthal aangeleverd. Grote elementen, zoals metalen onderdelen en tapijten, worden met behulp van een graafmachine verwijderd. Daaropvolgend wordt het materiaal verkleind tot een afmeting < 300 mm. Vervolgens wordt het naar de stabilisatiecontainers gebracht. Boven de containerbodem is een rooster aangebracht waardoor lucht wordt gestuurd dat gelijkmatig het materiaal kan beluchten. Eén container kan 11 ton verkleind materiaal stabiliseren. Dagelijks worden 4 containers belucht. Voor het aërobe stabilisatieproces worden telkens twee containers op elkaar geplaatst en via flexibele darmen aangesloten op het beluchtingssysteem (toevoer en afzuiging van de lucht). De lucht wordt verwarmd. De afgezogen lucht wordt naar een biofilter geleid.

Mechanische voorbehandeling van de secundaire brandstof

Het *stabilat* wordt vervoerd naar de plaats waar de secundaire brandstof voorbereid wordt. Het materiaal wordt voor korte tijd opgeslagen. In de daartoe voorziene bunkers kunnen tot 8 containers opgeslagen worden. Het materiaal wordt gezeefd en opgedeeld in drie stromen op basis van grootte.

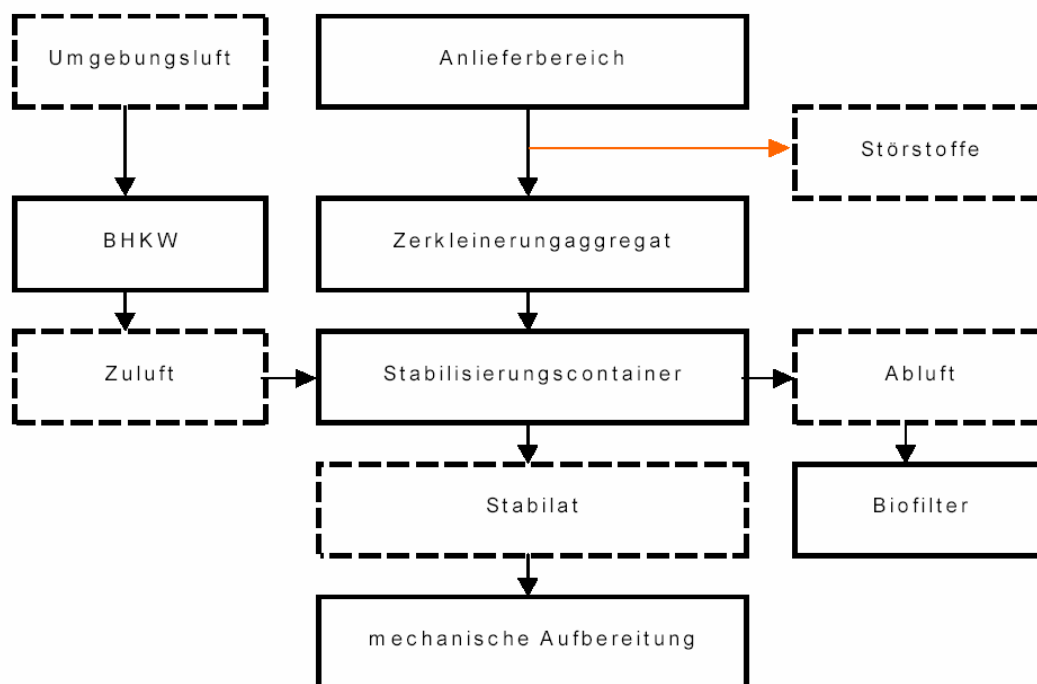
Uit de stroom met de grootste materiaaldeeltes wordt de ferro afgescheiden. Vervolgens wordt het materiaal verkleind en wordt het opnieuw naar de trommelzeef gebracht.

Uit de stroom met de kleinste deeltjes worden de ferro en non ferro fracties afgescheiden. De allerfijnste minerale fractie en de zwaarste glasfractie worden verwijderd.

De middelste stroom wordt mechanisch gesorteerd. De zwaarste fractie wordt verwijderd. De fijne fractie wordt afgezeefd en toegevoegd aan de stroom met de kleinste deeltjes. Uit de hoogcalorische lichte fractie worden de ferro en de non ferro fracties afgescheiden.

Vervolgens wordt het resterend materiaal verkleind en worden nogmaals de ferro en de non ferro fracties afgescheiden.

De hoogcalorische lichte fractie, die vrij is van glas en metalen, wordt onder de naam CALOBREN[®] verwerkt als secundaire brandstof. Het betreft een deel van het kleinste materiaal en een deel van het middelste materiaal. Het processchema van deze mechanische nabehandeling is weergegeven in Figuur 34.



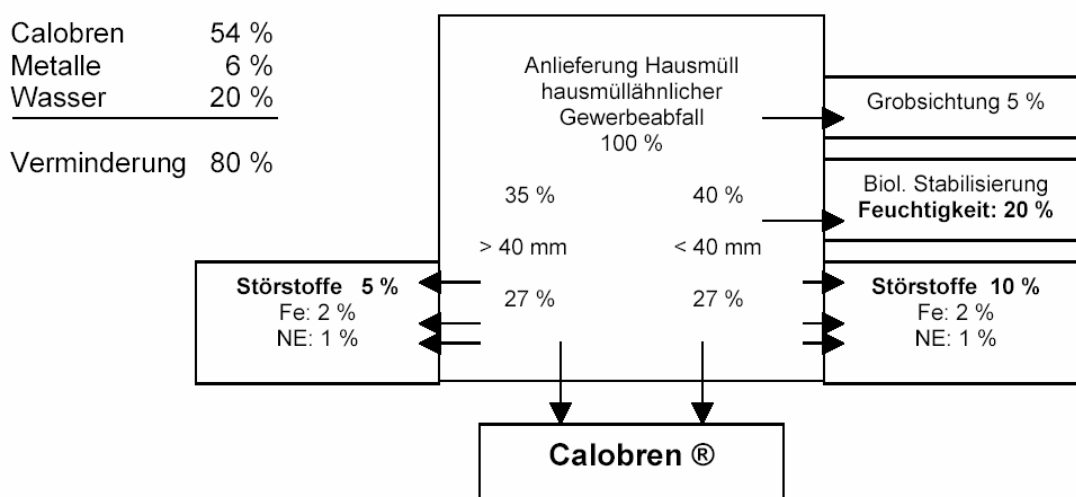
Figuur 33: Algemeen overzicht van de mechanisch-biologische voorbehandeling volgens het Nehlsen-concept



Figuur 34: Mechanische nabehandeling van de gestabiliseerde hoogcalorische fractie tot de secundaire brandstof Calobren[®], volgens het Nehlsen-concept

Massabalans van de mechanisch-biologische voorbehandeling volgens het Nehlsen concept

Uit de massabalans die weergegeven is in Figuur 35 blijkt dat de massa van het afval verminderd wordt met 80%. De overblijvende 20% wordt in dit concrete geval nog steeds gestort. 60% van het materiaal wordt gerecupereerd voor hergebruik (metaalfraction) of voor energetische valorisatie (Calobren).



Figuur 35: massabalans volgens het Nehlsen-concept

b) Stand van zaken

Zoals reeds vermeld is één MBS-installatie operationeel in Duitsland, meer bepaald op het eiland *Rügen*. Daarnaast heeft *Nehlsen* nog verschillende projecten lopende in Duitsland en het bedrijf hoopt eveneens om in Polen voet aan grond te krijgen op de afvalverwerkingsmarkt. Hieronder wordt kort het meest concrete project kort beschreven.

In november 2003 heeft het *Ostmecklenburgisch Vorpommersche Verwertungs- und Deponie GmbH* (OVVD) het Afvalverwerkingsbedrijf ABG opgericht samen met *Nehlsen* en *Rehtman*. *Nehlsen* heeft 24.5% van de aandelen. Het afvalverwerkingsbedrijf moet ervoor zorgen dat de verwijdering van het restafval gebeurt in overeenstemming met de wettelijke voorschriften. Hiervoor moet een mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie gebouwd worden. De bouw van deze installatie zal beginnen midden 2004 ter hoogte van de afvalstortplaats van *Rosenow* en de installatie zal uitgetest worden vanaf juni 2005. De geplande verwerkingscapaciteit is 125 000 ton/jaar restafval.

3.1.3 Biocubi®/Intelligent Transfer Station (ITS)^{41,42,43}

Voor het mechanisch-biologische voorbehandelingsconcept *Biocubi/Intelligent Transfer Station* van de firma EcoDeco (Italië) is zeer weinig informatie voorhanden in een andere taal dan het Italiaans. Er is één beschrijving van het systeem beschikbaar van de firma Shanks (U.K.) in het Engels uit 2002. Recentere informatie over veranderingen in de processen of de realisatie van geplande *full scale* installaties is niet beschikbaar. De firma *Shanks* vertegenwoordigt het systeem buiten Italië.

De technologie is ontworpen om huishoudelijk afval te verwerken op een manier die nu voldoet aan de vereisten van de lokale overheden en die in de toekomst aangepast kan worden.

Het voorbehandelingssysteem produceert aan de ene kant materialen die hergebruikt kunnen worden en stabiliseert aan de andere kant de fractie die overblijft.

De biologisch afbreekbare fractie van het afval wordt gebruikt als een energiebron via toepassing van een biologisch drogingsproces waarvoor geen externe energie-input nodig is. De gestabiliseerde fractie kan ofwel gestort worden ofwel gebruikt worden als RDF. De modulaire opbouw van het *Intelligent Transfer System* laat toe om in de toekomst nieuwe bestemmingen te geven aan de restfractie van het afval en om een antwoord te bieden op eventuele veranderingen in de samenstelling van het huishoudelijk afval.

Het proces kan toegepast worden op alle types van huisvuil, wat ook de vorm van ophaling is die eraan vooraf gaat. Het systeem werkt ook wanneer de GFT-fractie selectief wordt ingezameld. De praktijkervaring uit Italië heeft dit aangetoond.

a) Procesbeschrijving

Ontvangst van het afval

Vooraan het gebouw wordt het afval ontladen in een ontvangsthal. Er wordt gebruik gemaakt van waterverstuiving en interne luchtcirculatie om de kans op geuroverlast in de omgeving te minimaliseren. De put waarin het afval wordt uitgeladen heeft een verhoogde en geperforeerde vloer waardoor lucht wordt gepompt. Deze lucht wordt doorheen het afval gezogen naar een biologische filter. Zo wordt ervoor gezorgd dat het afval niet kan stagneren en wordt geuroverlast vermeden. Daarnaast wordt het gebouw op onderdruk gehouden om storende emissies naar de atmosfeer te minimaliseren.

Een kraan zorgt voor het afvaltransport van de ontvangstput naar de *shredder*. Na de *schredding* heeft het materiaal een grootte van 20-30 cm en wordt het getransporteerd naar de opslagput voor fijne partikels. De bedoeling van deze stap is om een homogeen materiaal te verkrijgen, hetgeen de efficiëntie van de aërobe afbraakprocessen verhoogt.

Aërobe afbraakprocessen

Het fijne materiaal wordt van de opslagput naar de aërobe afbraakafdeling gebracht door middel van een kraan. Hier wordt het in aaneensluitende walvormige rijen gedeponed. Het gebied is virtueel opgedeeld in een raster. De computer houdt bij welk materiaal waar en hoe lang gedeponed is. Het gebied heeft een verhoogde betonnen vloer die

geperforeerd is om de circulatie van lucht toe te laten. Ook hier gaat er lucht van onder de vloer, doorheen het materiaal, naar een biofilter. De luchttoevoer zorgt voor een versnelling van de compostering van het afval, dat een temperatuur behaalt van 50-60°C. De luchtcirculatie wordt automatisch geregeld, zodat de gewenste temperatuursrange behouden blijft. Het materiaal is verwerkt na 12-15 dagen.

Door de luchtcirculatie wordt eveneens vocht onttrokken aan het materiaal, een proces dat bekend staat als biologisch drogen.

Tijdens het aërobe afbraakproces wordt de best afbreekbare fractie van het organisch materiaal volledig geoxideerd. De rest van het organisch materiaal wordt sterk uitgedroogd en draagt bij tot de calorische waarde van het overblijvende materiaal. De calorische waarde varieert tussen 15 en 18 MJ/kg. In vergelijking met het "natte" huishoudelijke afval gaat het om een toename in de energie-inhoud tussen 50 en 100%.

Het aërobe afbraakproces zorgt voor een massareductie van 25%. Daarnaast is het materiaal gestabiliseerd, gehygiëniseerd en veroorzaakt het geen geuroverlast meer.

Nabehandeling van het materiaal

Na de aërobe afbraakfase wordt het materiaal automatisch getransporteerd naar een recyclage- en herwinningsafdeling. Hier wordt het materiaal opgedeeld in 5 fracties, door middel van een combinatie van zeven, afscheiding op basis van gewicht en metaalafscheiding. Volgende % worden typisch bekomen via deze methode:

- 50% Secundaire brandstoffen
- 3% ferrometalen
- 11% inertien (glas en stenen)
- 10.5% composteerbaar materiaal
- 0.5% non-ferrometalen

De 50% secundaire brandstoffen kunnen gestort worden of omgezet worden in energie. Uit metingen van luchtemissies is gebleken dat er weinig verschil is tussen het verbranden van deze secundaire brandstoffen en het verbranden van steenkool. Voor bepaalde toepassingen kan aangetoond worden dat de luchtemissies afnemen door toepassing van de secundaire brandstoffen.

Omdat de secundaire brandstoffen een belangrijk deel niet-fossiel materiaal bevat, kan het, in functie van de lokale wetgeving, mogelijk in aanmerking komen als hernieuwbare energiebron.

b) Stand van zaken

Er zijn momenteel 4 voorbehandelingsinstallaties in Italië die deze technologie toepassen. Een aantal andere zijn in aanbouw of zijn gepland. In de informatiebrochure⁴² staat als startdatum voor twee van de Italiaanse installaties december 2002 en voor een derde december 2003. Deze brochure is uitgegeven in de loop van 2002. In de U.K. zijn eveneens een aantal installaties gepland. Over de geplande installaties is echter geen duidelijkheid. Een overzicht van deze installaties is weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22: Bestaande en geplande installaties volgens de Biocubi[®]/ITS technologie

Locatie	Capaciteit ton/jaar	Startdatum
Giussago	36 000	februari 1996
Corteolona	120 000	september 1996
Bergamo	60 000	december 1998
Montanaso	60 000	maart 2000
Biella	120 000	december 2002
Lacchiarella	60 000 (+40 000 organische fractie voor productie compost)	december 2002
Salussola	60 000	december 2003
Dumfries & Galloway Council, Dumfries	60 000	december 2004
East London Waste Authority, Rainham	180 000	december 2005
East London Waste Authority, Newham	180 000	mei 2006

In *Corteolona* zou sinds eind 2003 een wervelbedoven operationeel zijn (van de firma *Kvaerner*) voor de valorisatie van de geproduceerde secundaire brandstoffen. De capaciteit van de boiler is 30 MWth en er wordt ca. 60 000 ton secundaire brandstoffen per jaar verwerkt.^{44, 45, 46}

3.2 Systemen bestaande uit een mechanische voorbehandeling en composteren van de organische fractie

3.2.1 Linde-KCA-Dresden GmbH: tunnel compostering, compostering in beluchte hopen en intensieve compostering³⁴

Linde-KCA-Dresden GmbH is een dochteronderneming van *Linde AG, Wiesbaden*. Deze onderneming heeft in het verleden de technologieën en de ervaring van *Austrian Energy & Environment* met betrekking tot mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen overgenomen. Ze noemen zichzelf een marktleider op dit gebied. Het bedrijf ontwikkelt en bouwt behandelingsinstallaties voor verschillende soorten afvalstromen. Hierbij is er keuze tussen verschillende vergistingsprocessen en composteringprocessen.

Voor volgende soorten afval kan *Linde-KCA-Dresden* een voorbehandelingssysteem ontwikkelen en bouwen:

- Biowaste van selectieve inzameling
- Restafval
- Gemengd afval/huishoudelijk afval
- Met huishoudelijk afval gelijkgesteld industrieel afval
- Keukenafval
- Marktafval
- GFT-afval
- Dierlijke mest
- Afvalwaterzuiveringsslib

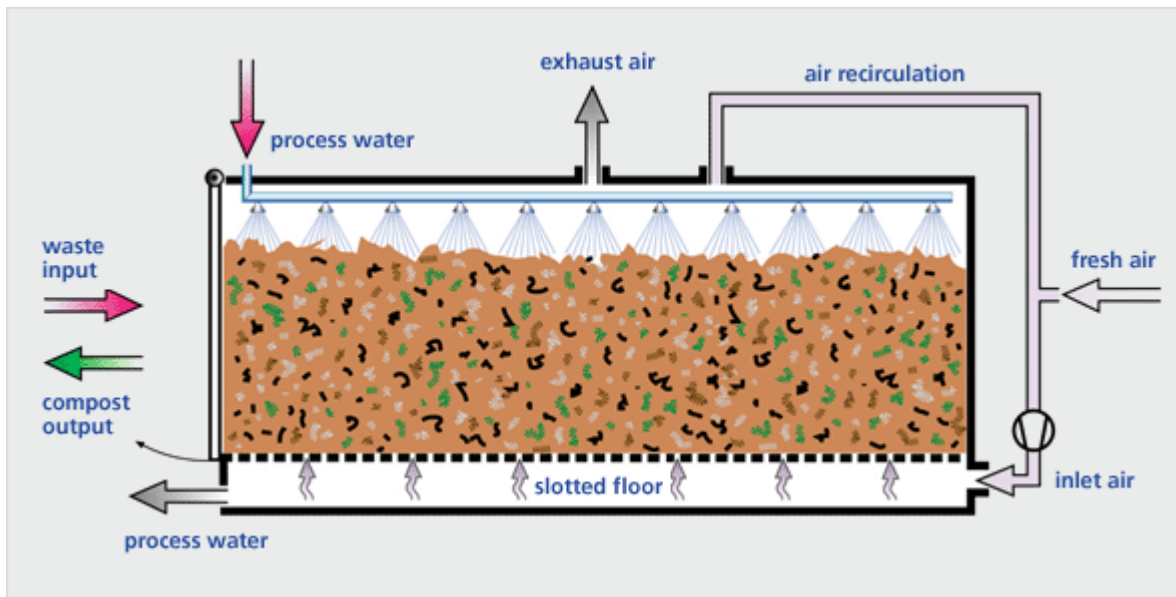
Op gebied van compostering, kan er een onderscheid gemaakt worden tussen tunnelcompostering, compostering in beluchte hopen en intensieve compostering. Voor huishoudelijk restafval is er enkel een referentie voorhanden voor de tunnelcompostering.

a) procesbeschrijving en stand van zaken voor tunnelcompostering

Het tunnelcomposteringproces vindt plaats in een gesloten reactor met beluchting en is geautomatiseerd. De tunnels kunnen beladen en geleidigd worden via een geautomatiseerd mechanisch systeem of door een bulldozer.

Het systeem is economisch rendabel vanaf een doorzet van ca. 3 000 ton afval per jaar. In de eerste plaats is het ontwikkeld voor de behandeling van biowaste. Daarnaast is het eveneens een bewezen technologie voor de stabilisatie van restafval en de nabehandeling van het digestaat van een vergistingsproces.

In Duitsland is een mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie voor restafval operationeel sinds 2000. Deze wordt uitgebraat door het *Entsorgungs-Gesellschaft Westmünsterland mbH* en is gesitueerd in *Borken*. De installatie verwerkt jaarlijks 85 000 ton restafval. Het restafval ondergaat eerste een mechanische voorbehandeling waarbij het afval gemaald wordt en gezeefd. Nadat de ferrofractie is afgescheiden wordt het tenlotte gehomogeniseerd. De biologische verwerking heeft plaats in 26 composteertunnels. De hoogcalorische fractie wordt nabehandeld. De afvalgassen worden behandeld. Er zijn geen details beschikbaar met betrekking tot de nabehandelingstechnieken.



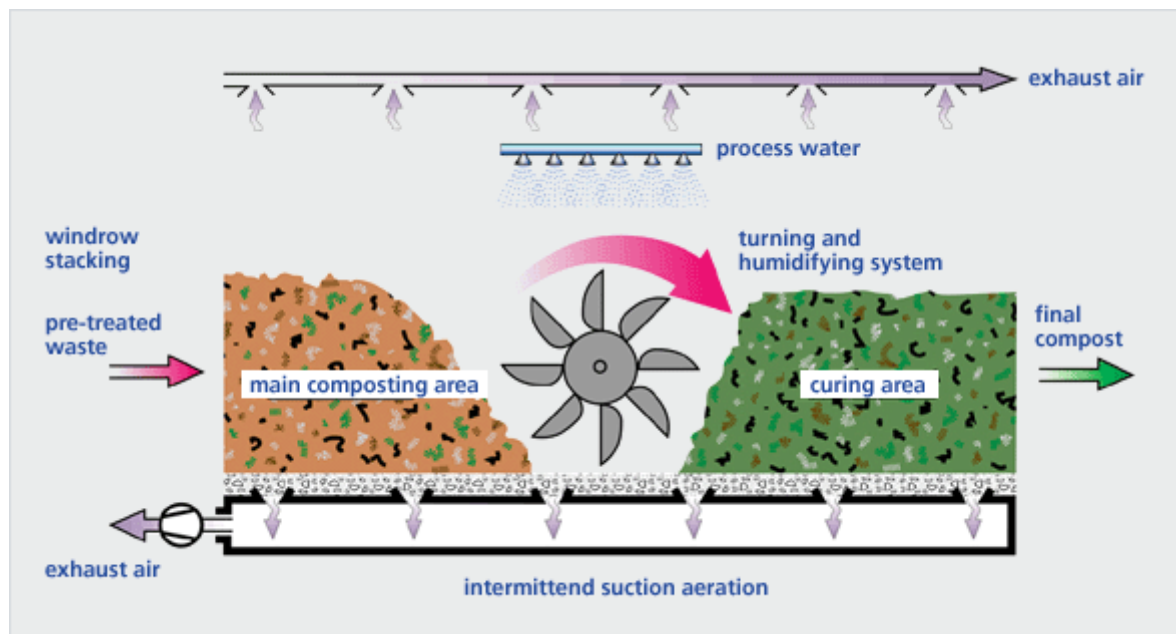
b) Procesbeschrijving en stand van zaken voor de compostering via beluchte hopen

Hoewel voor deze techniek geen *full scale* praktijkvoorbeeld is gegeven met betrekking tot huishoudelijk afval, wordt de beschrijving toch gegeven, aangezien het om één en dezelfde leverancier gaat, omdat het voornamelijk geschikt is voor de voorbehandeling van huishoudelijk restafval en omdat *Linde-KCA-Dresden GmbH* op de website geen volledig overzicht geeft van alle bestaande installaties.

Bij dit composteringstype worden de hopen omgekeerd en bevochtigd. Beluchting gebeurt door periodiek de lucht af te zuigen doorheen gaten in de opgehoogde vloer. Het keren van het materiaal kan ofwel gebeuren door de hopen te verplaatsen, maar kan eveneens automatisch en machinaal gebeuren via computergestuurde programma's.

Het proces kan zowel gebruikt worden voor het composteren van *biowaste* als voor het stabiliseren van gemengd huishoudelijk afval en restafval. Het is zeer geschikt voor grote verwerkingscapaciteiten zoals meestal het geval is bij de verwerking van restafval.

Voor deze techniek werden geen praktijkvoorbeelden aangehaald.

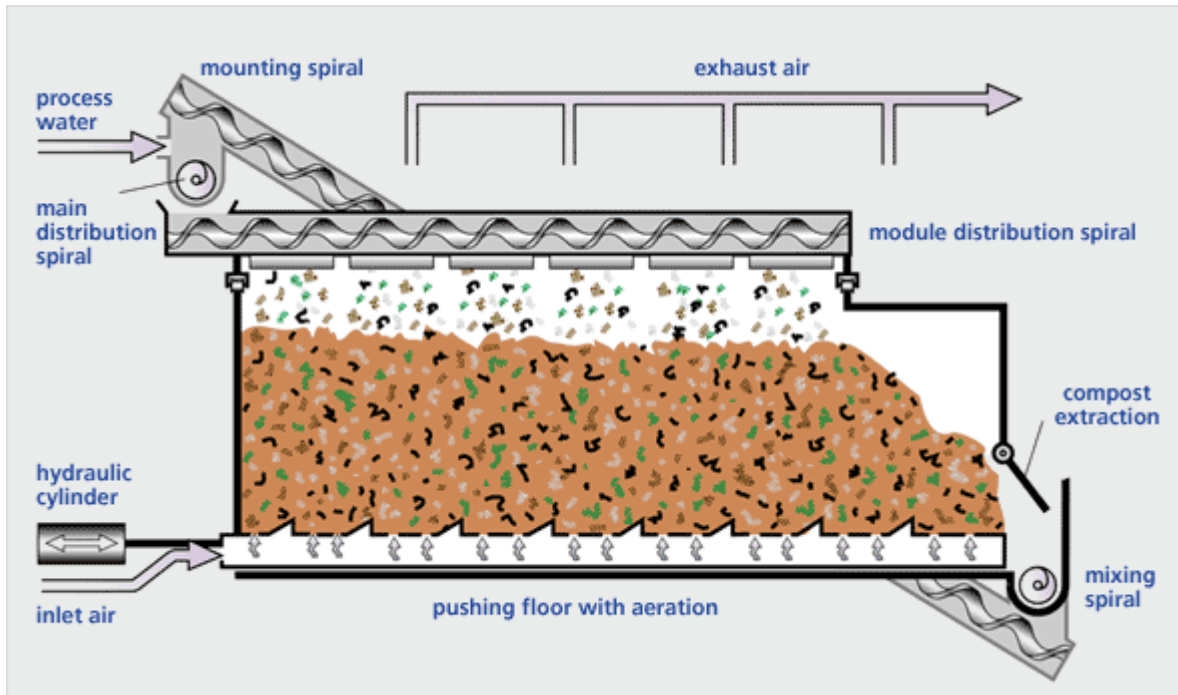


c) Procesbeschrijving en stand van zaken voor het intensief composteren

Hoewel voor deze techniek geen *full scale* praktijkvoorbeeld is gegeven met betrekking tot huishoudelijk afval, wordt de beschrijving toch gegeven, aangezien het om één en dezelfde leverancier gaat, omdat het ook geschikt is voor de voorbehandeling van huishoudelijk restafval en omdat *Linde-KCA-Dresden GmbH* op de website geen volledig overzicht geeft van alle bestaande installaties.

Dit composteringsproces is een quasi-dynamisch proces met een modulair ontwerp. Het materiaal wordt automatisch aan de composteringsinstallatie gevoed via een spiraalsysteem. In functie van vordering van het composteringsproces kan het materiaal gedraaid worden of uitgeladen worden. Er wordt gezorgd voor het continue homogeniseren van het materiaal en voor de compensatie van verlies aan materiaal tengevolge van de biologische afbraak. Het draaien van het materiaal in combinatie met de beluchting ervan maakt dat dit proces geschikt is voor verschillende afvaltypes: groen afval, biowaste, huishoudelijk restafval en digestaat uit vergistingsprocessen.

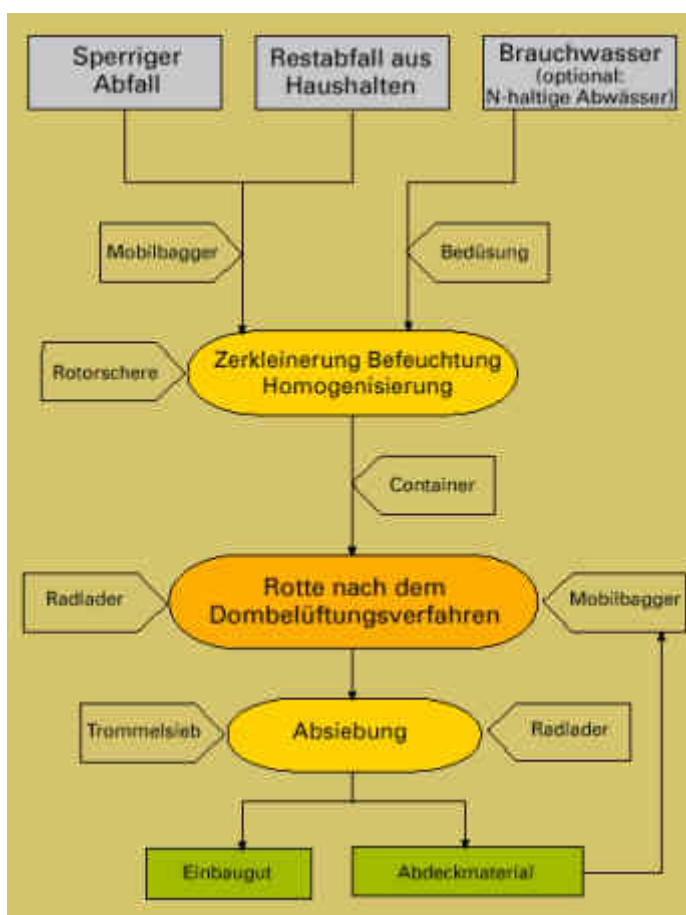
Dankzij het modulaire ontwerp is dit proces zeer geschikt voor een kleine tot gemiddelde doorstroom van afval. In 2003 is in *Petite-Synthe, Dunkerque/France* een composteerinstallatie van start gegaan voor biowaste, tuinafval en afvalwaterzuiveringslib.



3.2.2 Dombelüftung^{47, 48}

De *Dombelüftungsinstallatie* is inzetbaar voor alle afvalstromen die biologisch afbreekbaar zijn. Het proces werd ontwikkeld door de *Technische Universiteit van Dresden*. Sinds 1999 wordt de techniek *full scale* ingezet op een mengsel van zuiveringslib en hout. Het *Kompostwerk Göttinghen* is sinds 2001 *full scale* operationeel. Voor het composteren van groenafval (bomen en struiken) zijn reeds verschillende *full scale* referenties, ondermeer in Hongarije. Verder zijn er plannen om deze techniek toe te passen voor de behandeling van *biowaste* en voor de droging van secundaire brandstoffen, bijvoorbeeld houtsnippers.

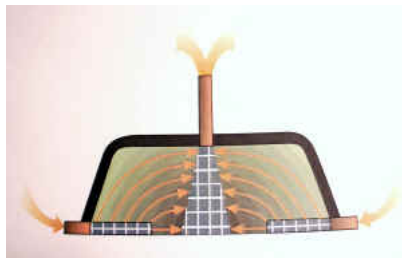
De stad *Cottbus* (Duitsland) past sinds 2001 de techniek toe op restafval als voorbehandeling voor het storten. Ze hebben een bedrijfsvergunning tot 2005. Jaarlijks wordt meer dan 50 000 ton afval behandeld. De verschillende stappen van het voorbehandelingssysteem zijn weergegeven in Figuur 36.



Figuur 36: Schematische voorstelling van het mechanische biologische voorbehandelingssysteem op basis van het Dombelüftungsconcept

a) Procesbeschrijving

De *Dombelüftung* is een methode waarbij het afval mechanisch verkleind wordt, niet door shredding, maar door het te vermalen of in stukken te breken. Hierdoor vergroot de specifieke oppervlakte waarop de micro-organismen kunnen werken. Nadien wordt het vermengd met een welbepaalde hoeveelheid water en gedeponerd in de vorm van walvormige rijen (*windrows*), waarbij gebruik wordt gemaakt van onderdelen die toelaten dat de lucht vrij doorheen het afval stroomt. Een schematische dwarsdoorsnede van deze walvormige rijen is weergegeven in Figuur 37. Een foto is weergegeven in Figuur 38.



Figuur 37: Schematische dwarsdoorsnede van een walvormige rij volgens het Dombelüftungconcept



Figuur 38: foto van een walvormige rij volgens het Dombelüftungconcept

Een typische walvormige rij is ca. 10 m breed aan de voet, ca. 4 m hoog en ongeveer 60 m lang (de lengte is voornamelijk afhankelijk van de beschikbare ruimte). Het verkleinde afval wordt bedekt met een laag bodem of met een laag reeds behandeld afval om het te beschermen tegen uitdroging en extreme temperaturen. De lucht wordt aangevoerd doorheen eenvoudige en goedkope roosters die aan de voet van de wal geplaatst werden en verlaat de wal doorheen een eenvoudige en goedkope plasticen schouw.

Binnen de 48 uur na het plaatsen van de walvormige rijen begint het biologische afbraakproces, dat resulteert in een zichtbare afgassenpluim ter hoogte van de schouwen. Deze afgassen zijn ca. 70°C. Het afbraakproces duurt ongeveer 3 maanden. Na 4 maanden wordt het -ondertussen bodemachtige- materiaal dat overblijft gestort. Het materiaal heeft dan geen potentieel meer om te vervuilen.

b) Onbeantwoorde vragen omtrent het proces

De juiste samenstelling van de afgassen die uit de schouw komen is nog steeds een discussiepunt. Voorstanders van het systeem beweren dat het bestaat uit een mengsel van lucht, waterdamp, CO₂ en spoorelementen en dat de samenstelling voldoet aan de Duitse milieuwetgeving. Volgens hen zijn de afgassen virtueel onschadelijk. Tegenstanders beweren dat de afgassen eveneens andere vervuilende componenten bevat. Ze zijn ook van mening dat de CO₂ op zich reeds ongewenst is als zijnde een broeikasgas. CO₂ wordt echter ook door alle andere gelijkaardige processen geproduceerd. Bijkomend onderzoek naar de samenstelling van de afgassen is daarom gewenst.

c) Stand van zaken

De stad *Cottbus* (Duitsland) past sinds 2001 de techniek toe op restafval als voorbehandeling voor het storten. Er zijn plannen om deze techniek toe te passen in Zuid-Afrika, eveneens als voorbereiding op het storten.

3.2.3 Schwarting MBA concept⁴⁹

Er wordt gebruik gemaakt van bewezen composteringstechnieken. Voor elk van deze technieken bestaan verschillende *full scale* praktijkvoorbeelden.

Het bedrijf staat niet alleen in voor de bouw van de installaties en voor het beheer van de processen, maar ook voor de bevoorrading van de lucht en voor de luchtzuiveringsinstallaties.

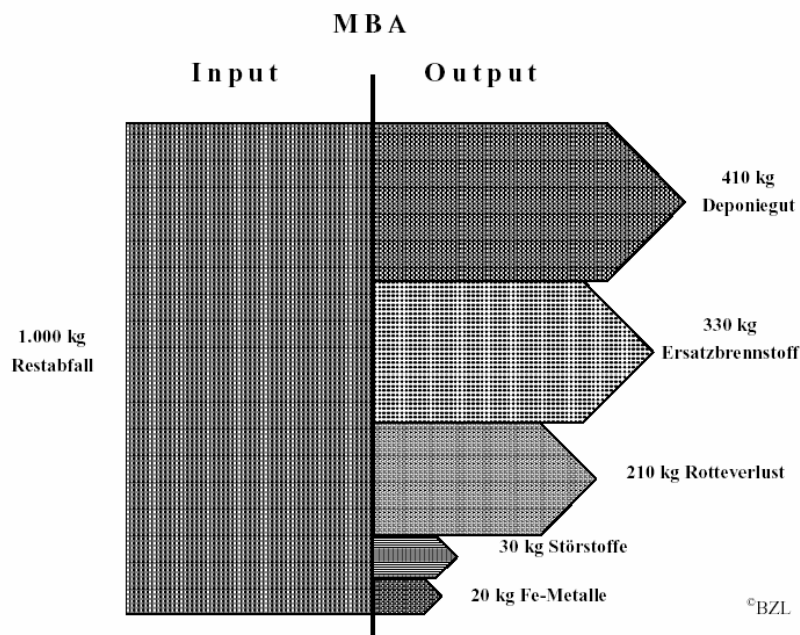
a) Stand van zaken

In Tabel 23 wordt een overzicht gegeven van de *full scale* praktijkvoorbeelden van het *Schwarting MBA* concept in Duitsland. Figuur 39 geeft de massabalans van de *full scale* installatie te *Lüneburg*.

Meer gedetailleerde informatie is hierover niet beschikbaar. Uit de beschikbare informatie van het bedrijf kan wel besloten worden dat dit systeem speciaal ontwikkeld is als voorbereiding op het storten van afval.

Tabel 23: Toepassing van het Schwarting MBA concept op huishoudelijk restafval in Duitsland

Locatie	Verwerkingscapaciteit	Jaar van implementatie
MBRA Düren	150 000 ton/jaar	1995
MBV Lüneburg	25 000 ton/jaar	1995
MBA Linkenbach, Neuwied	57 000 ton/jaar	1998



*Figuur 39: Massabalans van de mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie MBA
Lüneburg⁵⁰*

3.3 Systeem bestaande uit een mechanische voorbehandeling en volledige compostering van de organische fractie

Naast het biologisch drogen van afval, waarbij een deel van de biologisch afbreekbare fractie microbiologisch wordt afgebroken en tegelijk het overblijvende materiaal wordt uitgedroogd (waardoor het biologisch geïnactiveerd wordt), is er nog één andere techniek waarbij geen biogas wordt geproduceerd, het Faber-Ambra procédé dat gebaseerd is op een volledige aërobe afbraak van de biologisch afbreekbare fractie van het afval.

3.3.1 Faber Ambra® concept⁵¹

Het *Faber-Ambra*®-proces werkt met verschillende modules en is toepasbaar op een brede range van afvaltypes.

De toepassing van het concept vertrekt altijd vanuit een module "mechanisch-biologische voorbehandeling".

De beschrijving van deze basismodule komt overeen met de *Meisenheim* installatie.

a) Procesbeschrijving

De beschrijving van de basismodule

Tijdens de mechanische voorbehandeling wordt het afval vermalen en gehomogeniseerd in een gesloten trommel. Tijdens deze stap wordt percolaat van om het even welke stortplaats toegevoegd. Dit houdt de kosten laag en zorgt ervoor dat de stortplaats in kwestie veilig blijft.

De volgende stap is de biologische behandeling van het afval, dat noodzakelijk is om de Duitse normen van de *TA Siedlungsabfall* te kunnen halen. Het gaat om een aërobe behandeling (met zuurstof), waarbij de biologische afbreekbare fractie van het organisch materiaal bijna volledig afbreekt door middel van micro-organismen.

Dit kan bereikt worden door een afbraakproces van ongeveer 9-12 maanden. Volledige afbraak van de biologische organische fractie is de doelstelling van deze stap. Wanneer nog een fractie overblijft, zal dit later op anaërobe wijze afgebroken worden, zoals het geval is in traditionele stortplaatsen.

Een alternatieve biologische behandeling bestaat erin om eerst een anaërobe behandeling toe te passen volgens het *Valorga procédé* (zie 2.1.2 'Valorga International' 70). De volgende stap is dan een aërobe behandeling.

Na de biologische behandeling wordt het afvalresidu in dunne lagen aangebracht op de stortplaats.

Toepassing van het *Faber-Ambra-proces* resulteert in de productie van een stortplaats die aan de meest recente vereisten voldoet in Duitsland.

Naast deze basismodule, werden verschillende behandelingsconcepten ontwikkeld voor de recuperatie van materialen en energie.

De beschrijving van module 1: thermische toepassing van hoog calorische componenten

Na de mechanisch-biologische voorbehandeling wordt het afval gezeefd en worden lichte partikels met een hoge calorische waarde ($> 20\,000$ KJ/kg) afgescheiden en gebruikt voor de productie van energie en stoom.

De beschrijving van module 2: Materiaalhergebruik van de fijne partikels

De overblijvende zware partikels bevatten nog een grote hoeveelheid hergebruikbare materialen. Deze fijne partikels kunnen via een mechanische proces (*Patent Faber Recycling GmbH*) afgescheiden worden en kunnen toegepast worden in de bouwsector.

Combinatie van de verschillende modules

Een overzicht van een volledige behandeling van het restafval is weergegeven in Figuur 40. Na de mechanisch-biologische voorbehandeling van het afval, worden de hoogcalorische partikels afgezeefd. De fijnere partikels worden afgescheiden van de zwaardere en gebruikt voor materiaalhergebruik.

Het overblijvende residu (ca. 30% van de oorspronkelijke massa) wordt in dunne lagen gedeponeerd op de stortplaats.

Het Faber-Ambra-proces heeft eveneens economische voordelen. In vergelijking met andere voorbehandelingssystemen. De operationele kosten zijn relatief laag, er moeten geen langtermijn investeringen gemaakt worden en via de modulaire opbouw kan het proces aangepast worden in functie van veranderende omstandigheden (bvb verandering in de afvalsamenstelling). Het aërobe afbraakproces werkt op basis van passieve ventilatie, waardoor geen externe energie toegevoegd moet worden en dus CO₂-emissies vermeden worden.



Figuur 40: Combinatie van de modules van het FABER-AMBRA®-proces

Meer technische en wetenschappelijke informatie omtrent de mechanisch-biologische voorbehandelingstechniek zijn eveneens terug te vinden op de website.

b) Stand van zaken

Een mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallaties werd in 1994 operationeel in Duitsland (*Meisenheim, Kreisverwaltung Bad Kreuznach*). Deze installatie zou overeenkomen met de beschrijving van de basismodule. Het zou dus niet gaan om een combinatie van de verschillende modules, maar om een voorbereiding op het storten van afval. Volgens de website van *Seghers Keppel* is voor de mechanische voorbehandeling van het afval gebruik gemaakt van de *DANOdrum*

Recentelijk worden nieuwe projecten uitgevoerd in Brazilië (pilotproject in Rio de Janeiro; full scale van 30.000 ton/jaar in Sao Sebastiao) en Thailand (Phitsanoluk, 40.000 ton/jaar). De economische voordelen die aan dit voorbehandelingsproces verbonden zijn, zijn van groot belang voor de toepassing van afvalbehandelingstechnieken in de ontwikkelingslanden. De installaties zijn steeds bedoeld voor het voorbehandelen van afval, alvorens het te storten.

4 SYSTEMEN/TECHNIEKEN DIE NOG NIET BEWEZEN ZIJN VOOR DE VOORBEHANDELING VAN HUISHOUDELIJK AFVAL

4.1 CCp-Eurec-Verfahren^{52,53}

EuRec Technology GmbH in samenwerking met *EuRec Technology GmbH* bieden complexe oplossingen aan met betrekking tot een geïntegreerd afvalbeheer. Hierbij wordt gestreefd naar een optimaal hergebruik van de materialen aanwezig in het restafval. Voor elke klant wordt gezocht naar de beste oplossing in functie van de specifieke omstandigheden.

Eén van de onderdelen van het geïntegreerde afvalbeheer is de mechanisch-biologische voorbehandeling van het restafval. De biologische behandeling kan bestaan uit biologisch drogen of een volledige aërobe afbraak van de biologisch afbreekbare fractie. Tijdens deze voorbehandeling wordt eerst de metalenfractie afgescheiden uit het restafval, daarna worden ook de inertenfractie en de biogene fractie afgescheiden. Het is eveneens mogelijk om de kunststoffenfractie af te scheiden van de restfractie.

De overblijvende fractie, voornamelijk bestaande uit hoogcalorisch materiaal, wordt omgevormd tot een secundaire brandstof door het materiaal samen te persen in balen, zodat het opgeslagen kan worden en later gebruikt kan worden voor verschillende toepassingen. De calorische waarde van deze secundaire brandstoffen is meer dan 16 000 kJ/kg.

Deze mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen worden modulair opgebouwd, hetgeen toelaat om het systeem optimaal te kunnen aanpassen aan de vragen van de klant.

a) Procesbeschrijving

Elk voorbehandelingssysteem heeft een ontvangsthal waar het restafval wordt afgeleverd.

Volgende modules kunnen opgenomen worden in een voorbehandelingssysteem:

- Een verkleiningsinstallatie
- Een schijfafscheider
- Een doseerinstallatie
- Een composteerinstallatie
- Nabehandeling van de hoogcalorische fractie

De verkleiningsinstallatie

Het afval wordt verkleind tot een afmeting van < 300 mm en op hetzelfde moment worden de vuilniszakken geopend. De installatie wordt centraal gestuurd en past zich aan de andere processtappen aan.

Scheibenseparator

Het betreft een efficiënte scheidingstechniek die weinig onderhoud vraagt. Het gaat om een zeer compacte installatie. Door toepassing van speciale apparaten wordt het afval opgedeeld in een boven- en een onderstroom. Zware stoffen worden door de hoge energie-inslag goed gescheiden. Hierdoor kan een optimale afscheiding van de biogene fractie bekomen worden. De schijven en de assen worden continu gereinigd, hetgeen resulteert in

een hoge bedrijfszekerheid. De installatie wordt centraal gestuurd en past zich aan de andere processtappen aan.

In de bovenstroom bevinden zich de metalen en de hoogcalorische fractie, bestaande uit kunststoffen, hout, leer, rubber, papier, textiel en karton. In de onderstroom bevinden zich de composteerbare materialen en ook de inerte fractie.

De onderstroom gaat naar de compostering. De bovenstroom gaat -eventueel na een manuele sortering van de fijne fractie- naar de doseerinstallatie.

De doseerinstallatie

In deze bunker wordt het hoogcalorische materiaal samengeperst tot balen en in een folie verpakt.

Composteerinstallatie

De onderstroom wordt gecomposteerd. In functie van de gewenste graad van afbraak, wordt een andere techniek gebruikt.

In bepaalde gevallen kan de resulterende compost vermarkt worden als hoge kwaliteitscompost. Indien dit niet het geval is, wordt het materiaal gedurende lange tijd gecomposteerd totdat het volledig gemineraliseerd is en het toegepast kan worden als vulstof of als afdek materiaal voor een stortplaats. In dat geval duurt de compostering 12 weken.

4.2 Biopuster⁵⁴

Het *Biopuster* concept is in de eerste plaats ontwikkeld in het kader van de nazorg van stortplaatsen. Deze kunnen nog jaren na sluiting emissies veroorzaken die voor reukoverlast zorgen, toxisch zijn of explosief. Daarnaast kan het grondwater onder de stortplaatsen sterk vervuild worden doordat sterk vervuild water uit de stortplaatsen lekt. Om deze schadelijke effecten te vermijden is een aërobe behandeling van de stortplaats noodzakelijk. Om dit te bereiken wordt met zuurstof verrijkte lucht in de stortplaats geïnjecteerd en op homogene wijze verdeeld over de ganse stortplaats.

Bij toepassing van de BIOPUSTER® wordt met zuurstof verrijkte lucht onder druk (2-6 bar) geïnjecteerd. Naast de beluchting van de stortplaats worden de geproduceerde afbraakgassen afgezogen en gezuiverd door middel van een filter. De duur van de behandeling is van cruciaal belang. Tests wijzen uit dat de behandeling minimaal 3-4 weken moet duren. Voor deze toepassingen zijn praktijkvoorbeelden bekend.

Daarnaast is eveneens een test ondernomen om het *Biopuster*-concept toe te passen in het kader van de mechanisch-biologische voorbehandeling van afval. Een grootschalige test werd uitgevoerd ter hoogte van *Stendal* (Duitsland) tijdens de periode 1997-1998. Meer details hieromtrent zijn niet beschikbaar.

4.3 Rumen oy⁵⁵

De mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie van *Rumen Oy* in *Lahti*, Finland kan alle fracties van het huishoudelijk afval behandelen. Het selectief inzamelen van het afval kan tot een absoluut minimum beperkt worden. Het ontwerp van het mechanische gedeelte van de installatie is het resultaat van de zeer lange ervaring die *Rumen* heeft opgedaan van hun REF/RFD installaties en bestaat uit installaties om te sorteren, te screenen, te scheiden en te vermalen. De graad van herwinning van brandbare materialen kan zeer hoog zijn, afhankelijk van de inputmaterialen.

De biologische behandeling gebeurt in de gesloten trommel composteringstechnologie van *Rumen*. De toegepaste *Quantor* composteertrommels zijn uitgerust met de noodzakelijke beluchtungs- en luchtzuiveringssystemen. Het composteringsproces gebeurt steeds in optimale omstandigheden en garandeert een doorgedreven sanitatie van het afval en een hoge reductie van de massa van het afval. Het *multi-fase* composteringsproces duurt 13-16 dagen. Het is eveneens een economische manier om het materiaal te drogen. Alle procesgassen worden behandeld en de geuremissies zijn zeer laag. Alle installaties zijn volledig geautomatiseerd. Er is weinig personeel nodig en de werkomstandigheden zijn goed en veilig.

Er kunnen verschillende fracties gerecupereerd worden uit het afval: waardevolle metalen, verschillende kunststoffen fracties, ...

Er is geen informatie beschikbaar over operationele *full scale* installaties in Europa of elders. Er wordt enkel vermeld dat er verschillende vragen zijn naar voorbehandelingsinstallaties, waarvoor *Rumen* een voorstel heeft gemaakt.

4.4 Het Texan proces⁵⁶

Het *Institut und Lehrstuhl für Aufbereitung und Recycling fester Abfallstoffe* (IAR) van het *Institut für Aufbereitung, Kokerei und Brikettierung* (IFA) van de Universiteit van Aachen hebben een nieuwe mechanisch-biologische voorbehandelingsmethode ontwikkeld die de voordelen van een natte vergisting en een percolatieproces combineert. TEXAN staat voor *Treatment of Municipal Solid Waste by Extraction and Anaerobic Digestion*. In 2003 werden de eerste testresultaten gepubliceerd van een proefinstallatie op laboratoriumschaal. De context waarbinnen deze nieuwe technologie wordt ontwikkeld is de Europese Richtlijn (1999/31/EG) rond het beheer van stortplaatsen, die in 2005 geïmplementeerd dient te zijn. Bij implementatie van deze Richtlijn dient het Duitse restafval voorbehandeld te worden alvorens het te kunnen storten. Het bevat nog 30% biologisch afbreekbaar materiaal.

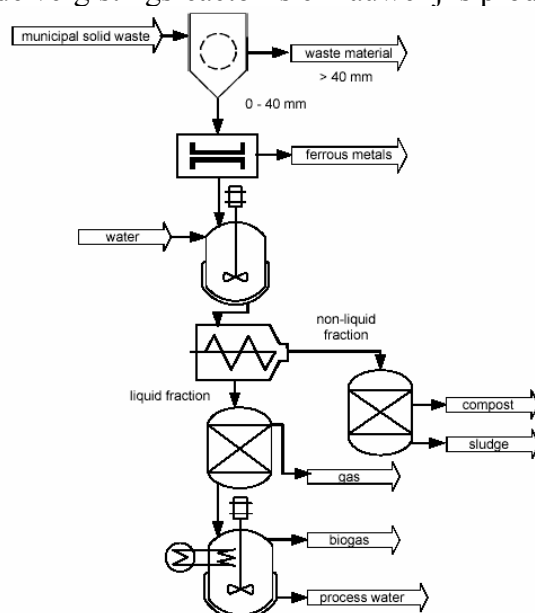
a) Procesbeschrijving

Een mechanische voorbehandeling scheidt de ferrofractie af van de rest van het huishoudelijk restafval. Enkel de fractie 0-40 mm gaat verder naar de biologische voorbehandeling.

Deze organische verrijkte fractie wordt in een volgende stap goed vermengd met water. Uit de ontstane brij wordt een organisch verrijkte suspensie geperst, die verder gaat naar de vergistingsstap. Dit is de extractiestap. De vaste fractie gaat naar een composteringsinstallatie, waaruit compost en een slibfractie komen.

In de waterige suspensie komen enkel partikels < 2 mm terecht. Dit heeft volgende voordelen:

- De input aan droge stof van de vergistingsreactor is zeer laag
- De composteringstijd kan verkort worden
- De vergisting kan probleemloos volledig gebeuren, waarbij het materiaal volledig kan omgezet worden in biogas
- Ter hoogte van de vergistingsreactor is er nauwelijks productie van een slibfractie



Figuur 41: Algemeen overzicht van het Texan proces

b) Voorlopig besluiten

Positieve resultaten werden behaald met betrekking tot de productie van biogas met een hoog methaangehalte (64% methaan), ondanks het feit dat enkel de <2 mm partikels getransfereerd werden naar de suspensie en ondanks de korte vergistingstijd. Het feit dat er praktisch geen slib geproduceerd werd ter hoogte van de vergistingsreactor was eveneens positief.

Het gehalte aan organisch materiaal is gereduceerd met 50%. Het geproduceerde biogas kan voorzien in de energiebehoefte van de verwerkingsinstallatie.

In een volgende onderzoeksfase zijn volgende aanpassingen gepland:

- Verwarming van het water voor de suspensie, zodat de extractie van biologisch afbreekbare partikels geoptimaliseerd kan worden
- Verkleinen van het afval vóór de extractiefase, zodat een groter gehalte aan organisch materiaal getransfereerd kan worden naar de suspensie
- Verschillende technische aanpassingen aan de composteringsinstallatie om de warmteverliezen te minimaliseren.

5 ANDERE NIET-THERMISCHE VOORBEHANDELINGEN VOOR HUISHOUDELIJK AFVAL

Niet alle geïnventariseerde technieken blijken te voldoen aan de connotatie mechanisch-biologische voorbehandeling voor huishoudelijk restafval.

In bepaalde gevallen gaat het enkel om een mechanische voorbehandeling. Omgekeerd bestaan sommige systemen enkel uit een biologische behandeling van het afval.

In het geval van *FibreCycle* en *SWERF* wordt het afval voorbehandeld in een autoclaaf, hetgeen een niet-biologische, niet-mechanische en niet-thermische voorbehandeling is.

5.1 Biologische voorbehandelingstechnieken

5.1.1 Vorarlberger Kraftwerke Anlagenbau und Umwelttechnik GmbH ⁵⁷

VKW ANLAGENBAU UND UMWELTTECHNIK GMBH is een dochtermaatschappij van *Vorarlberger Kraftwerke AG (VKW AG)*, een provinciale elektriciteitsproducent en leverancier in Duitsland. *VKW AG* besloot in 1996 om zijn activiteiten te diversifiëren en name het ingenieursbedrijf *Vogel & Müller* over (de vorige naam van *VKW ANLAGENBAU UND UMWELTTECHNIK GMBH*).

Het bedrijf stelt het *>KoRa<-proces* voor ofte het *Compact-Rotting-Process* (Tunnelcompostering). Dit kan toegepast worden voor de compostering van *biowaste*, voor de stabilisatie van huishoudelijk restafval of voor de compostering van huishoudelijk restafval.

Dit systeem is beschikbaar in combinatie met een aangepaste luchtzuiveringsinstallatie, die kan bestaan uit een biofilter, een scrubber of een regeneratieve naverbrander. De keuze van de nabehandelingstechniek hangt af van de plaatselijke milieuvoorschriften.

Het gaat hier in feite niet om een volledig mechanisch-biologisch voorbehandelingssysteem, enkel om de biologische voorbehandelingsstap. Het kan gekozen worden als de biologische stap van een mechanisch-biologische voorbehandeling. *VKW AG* biedt echter niet een totaalpakket aan voor mechanisch-biologische voorbehandeling. Daarom is deze leverancier niet echt relevant in het kader van de mechanisch-biologische voorbehandeling van restafval in Vlaanderen.

a) Stand van zaken

Er zijn twee *full scale* praktijkvoorbeelden van dit voorbehandelingssysteem binnen Europa. Tijdens de periode 1994-1996 werd de verouderde composteerinstallatie in *Zell am Zee* (Oostenrijk) uitgebreid en gemoderniseerd. Het betrof een composteerinstallatie voor de behandeling van huishoudelijk afval en zuiveringsslib. Het betreft de eerste voorbehandelingsinstallatie voor organisch afval en restafval.

Het afval van 100 000 inwoners van de *Pinzgau* regio wordt behandeld in deze voorbehandelingsinstallatie.

De aanpassingen aan de bestaande installatie waren ondermeer de omvorming van de bestaande composteerinstallatie tot een MBA voor het restafval en de bouw van een nieuwe composteerinstallatie voor de behandeling van het biologisch afval.

Volgende afvalstromen worden jaarlijks behandeld:

- GFT-afval: 6 000 ton/jaar
- Restafval en zuiveringsslib: 25 000 ton/jaar
- Afval van handel en diensten: 8 500 ton/jaar
- Groot vuil: 3 000 ton/jaar

In *Campania*, nabij *Napoli* (Italië) is in de periode 2000-2001 een nieuw afvalverwerkingscentrum opgebouwd. Dit vereiste ondermeer de bouw van 7 mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallaties. De composteringsinstallaties van de 5 grootste MBA's werden gebouwd door VKW ANLAGENBAU UND UMWELTTECHNIK GMBH. De grootste heeft een verwerkingscapaciteit van 270 000 ton/jaar en de vier andere van 135 000 ton/jaar.

5.1.2 Haschemi - Verfahren^{52,53}

Het Haschemi-verfahren is een composteringstechniek dat toegepast wordt in combinatie met de modules van het CCp-Eurec-Verfahren (zie CCp-Eurec-Verfahren^{51F,52F} pagina 125). Het gaat om een open composteringstechniek, die werkt via een passieve beluchting. Het is een technologie die zeer geschikt is voor toepassing in de warmere klimaatzones. Een full scale praktijkvoorbeeld hiervan is de behandeling van de het huishoudelijk afval van Teheran (Iran). Iedere dag wordt 1 000 ton afval behandeld.

Deze techniek is daarom niet relevant in het kader van de voorbehandeling van huishoudelijk restafval in Vlaanderen.

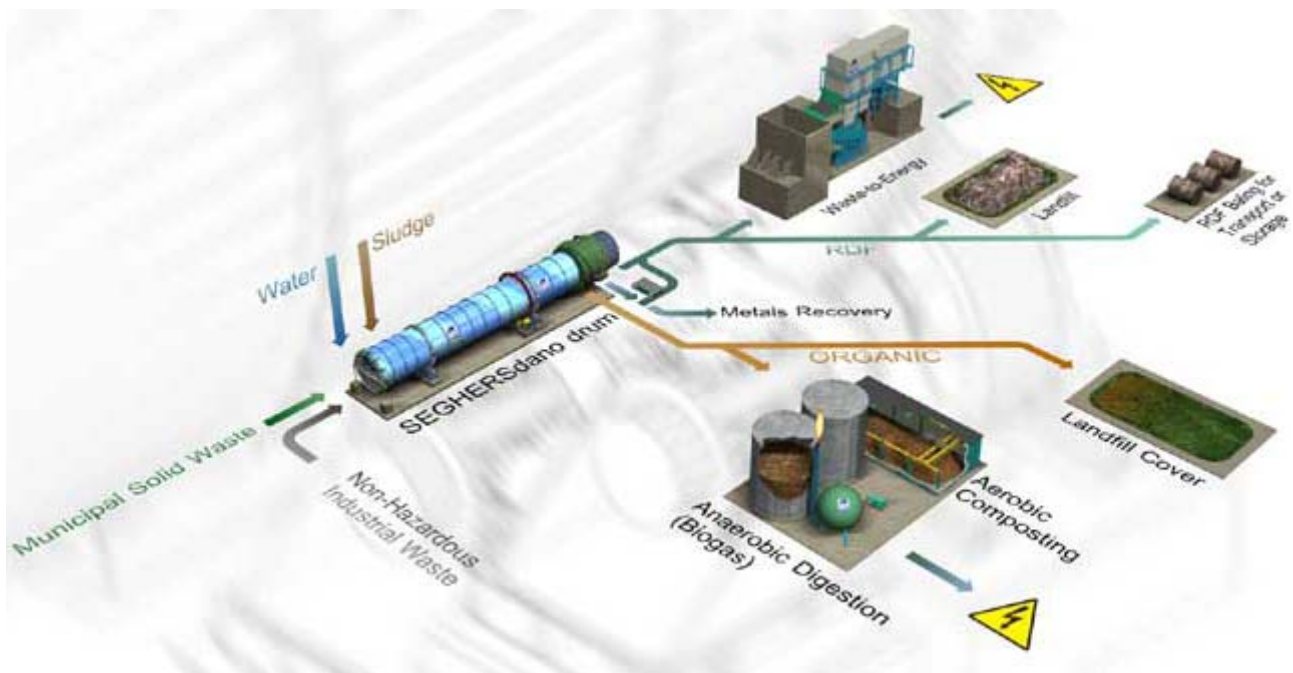
5.2 Mechanische voorbehandelingstechnieken

5.2.1 DANODrum

Seghers Keppel heeft de DANODrum ontwikkeld voor de mechanische voorbehandeling van huishoudelijk afval.

De trommel is een horizontaal opgestelde draaiende stalen cilinder die automatisch schreddert, mengt en het afval sorteert in verschillende fracties. Deze fracties kunnen vervolgens biologisch of thermisch behandeld worden of kunnen gestort worden.

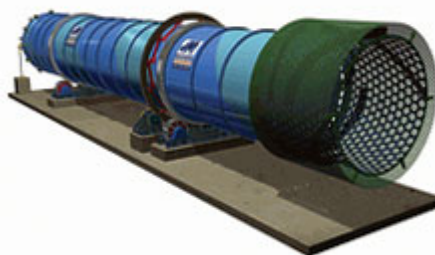
Eén trommel heeft een capaciteit van 20 ton/uur en werkt continu. Het draaien van de trommel, aan 3.6 omwentelingen per minuut, resulteert in de afbraak van de zachtere componenten tengevolge van botsing en wrijving tussen deze partikels en de wand van de trommel en de hardere partikels.



Figuur 42: Toepassingsgebieden van de DANODrum technologie van Seghers Keppel



Figuur 43: Foto van de binnenzijde van de DANODrum



Figuur 44: Tekening van de DANODrum

a) Stand van zaken

Er zijn een aantal *full scale* toepassingen van deze mechanische voorbehandelingstechnologie te vinden binnen Europa:

- *Bad Kreuznach, Duitsland*: 40 000 ton/jaar, gebruik makend van twee DANODrums. Dezelfde referentie is terug te vinden bij het *FABER-AMBRA procédé*. Wellicht wordt voor het mechanische behandelingsgedeelte gebruik gemaakt van de technologie van *Seghers Keppel*;
- *Castel Di Sangro, Italië*: 60 ton / dag; voorbehandeling voor de productie van compost en de recuperatie van ferrometalen;
- *Manchester, UK*: 2 400 ton/dag; mechanische voorbehandeling van huishoudelijk afval via 8 DANODrums; de fijne fractie wordt gebruikt als bodemverbeteraar, de overige fracties worden gedeeltelijk gestort, gedeeltelijk energetisch gevaloriseerd en de ferro- en non-ferrofracties worden gerecupereerd;
- *Mont de Marsan, Frankrijk*: 27 000 ton / jaar; voorbehandeling van huishoudelijk afval als voorbereiding op de productie van klasse A compost.
- *Rosignano Maritimo, Italy* : 300 ton / dag; afscheiding van de inerte fractie van organische fractie voor de productie van compost in een afval recyclage installatie.

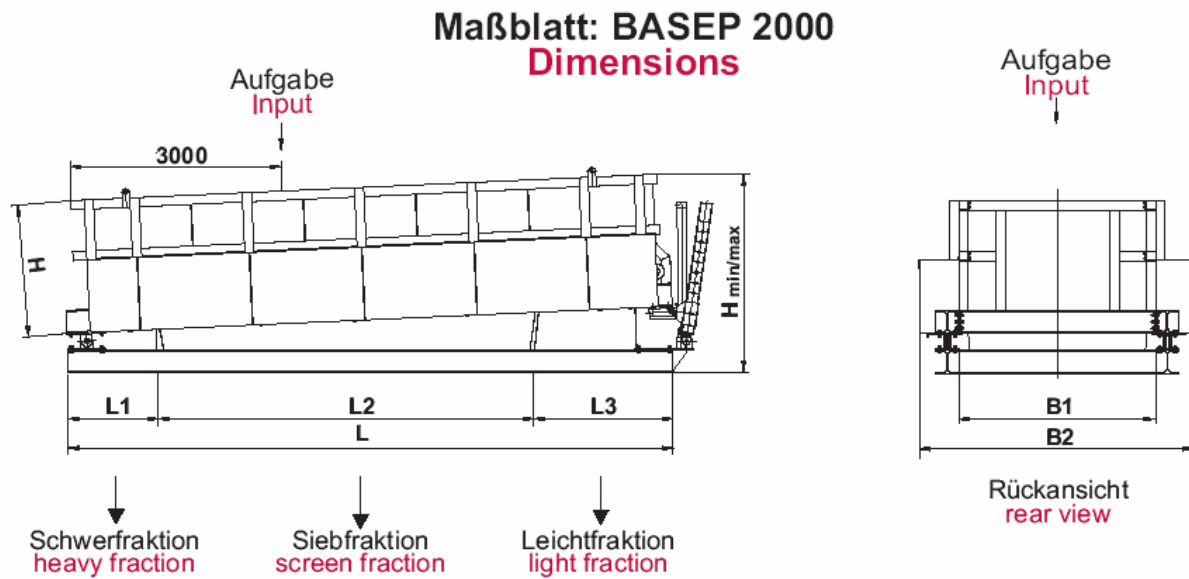
5.2.2 BASEP 2000⁵⁸

Deze techniek wordt door *Juniper* vermeld als één van de belangrijkste mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen. Uit informatie van de bedrijfswebsite blijkt echter dat het om een louter mechanische voorbehandelingstechniek gaat.

Het gaat om een ballistische sorteerinstallatie, die het huishoudelijk afval in verschillende fracties scheidt:

- Een lichte fractie: papier & karton, kunststoffolie, textiel, ...
- Een zware fractie: glas, stenen, rubber, metaal, PET-flessen, ...
- Fijne fractie: kan ingesteld worden volgende de wens van de klant

Een schematische voorstelling van de mechanisch voorbehandelingsinstallatie BASEP 2000 is weergegeven in Figuur 45.



Figuur 45: Schematische voorstelling van de BASEP 2000

a) Stand van zaken

Er zijn een aantal *full scale* toepassingen van deze mechanische voorbehandelingstechnologie te vinden binnen Europa:

- *UDB Umweltdienst Burgenland* (Oostenrijk): voorbehandeling van restafval sinds 2001;
- *AWV Kirchdorf* (Oostenrijk): voorbehandeling van huishoudelijk afval sinds 2001
- *Steinmüller Rompf/ La Coruna* (Spanje): voorbehandeling van restafval vanaf 2000

De installatie van *La Curuña* vormt onderdeel van het *Valorga* mechanisch-biologisch voorbehandelingsconcept.

5.3 Systemen die stoominjectie toepassen, in combinatie met andere voorbehandelingsstappen

5.3.1 Fibrecycle⁵

In de *Fibrecycle* wordt het huishoudelijk afval geconditioneerd in een trommel met stoom (autoclaaf). Vervolgens wordt het afval mechanisch gescheiden in verschillende fracties (inerten, metaal, plastic, vezels en een residu), welke gerecycleerd of energetisch gevaloriseerd kunnen worden. Vezels en plastic kunnen gebruikt worden voor recuperatie van energie, maar voor beide fracties is ook materiaalrecyclage mogelijk.

Vito heeft deze techniek geëvalueerd in het kader van de toekomstige verwerking van huishoudelijk restafval in de provincie Vlaams-Brabant. Voor een beschrijving en verdere bespreking van deze techniek wordt verwezen naar het eindrapport van deze studie.⁵

5.3.2 SWERF^{59,60}

a) Procesbeschrijving

SWERFTM (*Solid Waste Energy and Recycling Facility*) is een geïntegreerd afvalverwerkingsysteem dat het huishoudelijk restafval voorbehandelt, recycleerbare fracties afscheidt, en de thermisch valoriseerbare fractie vergast.

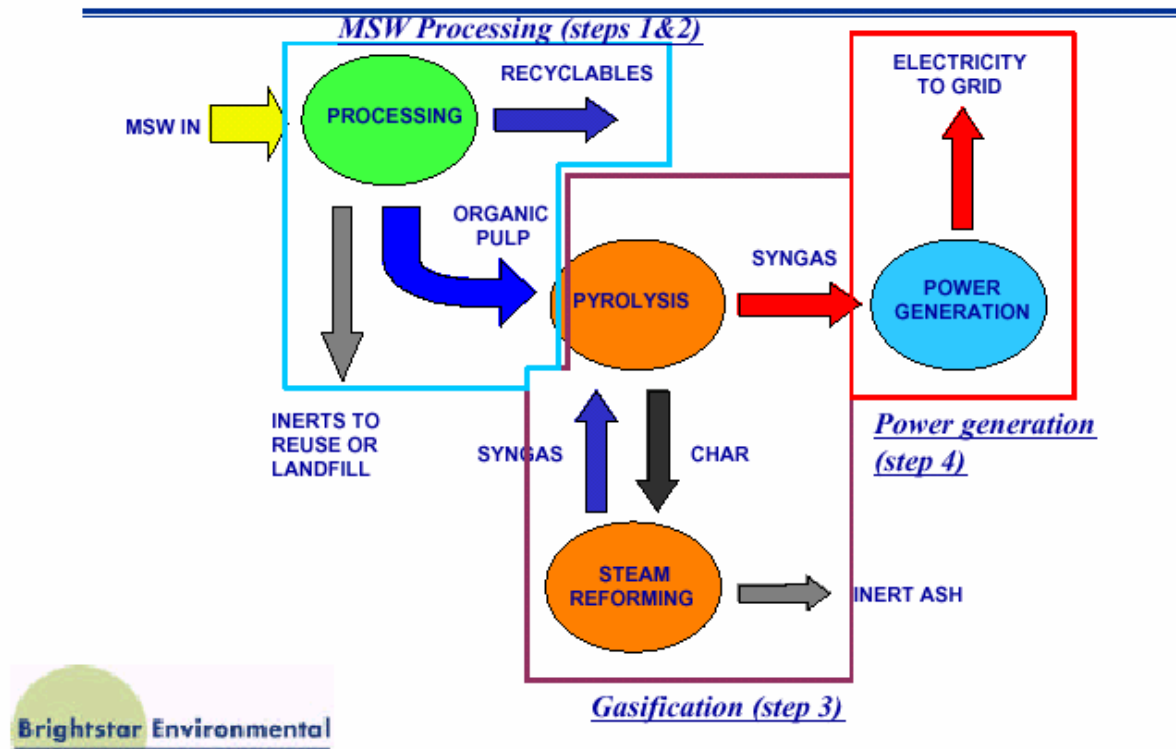
De voorbehandeling van het afval gebeurt met stoom in een autoclaaf. De stoom voor de autoclaaf is afkomstig van de afvalwarmte van gasmotoren. Met *eddy current* afscheiders, magneten en trommelzeven worden vervolgens ferro, non-ferro en harde kunststoffen uit het gestoomde afval verwijderd. De inerte materialen (zand, glas, steenslag) worden uit het pulp uitgewassen. Deze inerte fractie kan eventueel gebruikt worden in bouwtoepassingen of als stortafsluiting. Vervolgens wordt het gewassen pulp ontwaterd en gedroogd. Het gewassen pulp bestaat uit het organisch materiaal en de lichte kunststoffen. Dit wordt gebruikt als voeding voor de vergasser.

Het autoclaveren is vergelijkbaar met de *Fibrecycle* techniek. In het *Fibrecycle proces* worden echter alle kunststoffen uit het gestoomde afval verwijderd, zodat enkel de organische fractie overblijft.

De residuele pulp-fractie wordt gepyrolyseerd. De gevormde cokes worden vervolgens vergast. Het syngas wordt gebruikt voor elektriciteitsproductie in gasmotoren.

Volgens cijfers van leverancier wordt een globaal rendement van ongeveer 25 % gerealiseerd.

SWERF Process Diagram



Figuur 46: Processchema SWERFTM.

b) Stand van de techniek

Momenteel zijn er geen voorbeelden van *SWERF*-installaties in Europa, maar in *Groot-Brittannië* werden wel enkele projecten aangekondigd, in *Kent* en in *Derby*.

Een grootschalige installatie werd gebouwd in *White Gully, Wollongong* in *Australië*. In de praktijk blijken er ernstige technische problemen te zijn met het vergassen van de cokes, die zover gaan dat *Energy Developments Limited*, de belangrijkste aandeelhouder, halfweg 2003 besloten heeft niet verder te investeren in ontwikkelingskosten en hun investeringen af te boeken.⁶¹

In *Groot-Brittannië* heeft de *Kent County Council* (KCC) plannen om vanaf 2005 afval te verwerken in een *SWERF*-installatie in *Shelford Farm, Canterbury*. In hoeverre deze plannen beïnvloed worden door de problemen in de Australische installatie is niet duidelijk.

6 NIET RELEVANTE SYSTEMEN/LEVERANCIERS

Hieronder worden de technieken opgesomd waarvan in de literatuur ten onrechte beweerd wordt dat het mechanisch-biologische voorbehandelingstechnieken zijn voor de verwerking van huishoudelijk (rest)afval. Deze technieken zijn bedoeld voor de verwerking van andere specifieke afvalstromen, zoals bijvoorbeeld slibs. Ook wordt hier *SOTEC* vermeld. Het betreft een ingenieurbureau dat systemen van andere leveranciers aanbiedt, maar zelf geen eigen voorbehandelingsconcept heeft ontwikkeld.

6.1 SOTEC⁶²

SOTEC is gespecialiseerd in biologische en mechanisch-biologische voorbehandeling van afval. Voor iedere klant worden aangepaste concepten ontwikkeld voor een optimaal afval- en energiebeheer. Het bedrijf is niet afhankelijk van één enkele producent en kan daardoor garanderen dat de gebruikte technologie het best aansluit bij elke individuele situatie.

Wat betreft de mechanisch-biologische voorbehandelingen, kan gekozen worden tussen:

- Een mechanisch-biologische voorbehandelingsinstallatie met of zonder vergisting
- Een mechanisch-biologische voorbehandeling met vergisting, als voorbereiding op het storten

Volgende projecten met betrekking tot de mechanisch-biologische voorbehandeling van huishoudelijk afval zijn reeds gerealiseerd:

- *RABA Bassum*: biologische afvalbehandeling als voorbereiding op storten + recuperatie van een fractie voor energetische valorisatie; verwerkingscapaciteit van 65 000 ton/jaar; ca. 125 m³ biogasproductie / ton afval; aandeel van *SOTEC* is het algemene ontwerp van de installatie. De technologie is de *DRANCO*-vergistingstechnologie die reeds eerder beschreven staat.
- *Orvieto* (Italië): biologische behandeling als voorbereiding op storten en recuperatie van een fractie voor energetische valorisatie; verwerking van 85 000 ton/jaar; aandeel van *SOTEC* is de bestelling van de installatie en de test-run

Op basis van de beschikbare informatie blijkt dat *SOTEC* werkt met andere bestaande mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen. Het bedrijf heeft geen eigen technologie dat het verkoopt.

6.2 VADEB® Thermal Kinetic Drying Technology⁶³

Deze techniek wordt door *Juniper* vermeld als één van de belangrijkste mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen. Uit informatie van de bedrijfswebsite blijkt echter dat de droogtechnologie toegepast wordt op volgende specifieke stromen:

- Groenvoeders
- Slibs
- *Biosolids*
- RDF

Het gaat om een droogtechnologie en in geen geval om een mechanisch-biologische voorbehandeling.

6.3 Lurgi Energie und Entsorgung⁶⁴

Deze firma wordt door *Juniper* eveneens vermeld als één van de belangrijkste leveranciers van mechanisch-biologische voorbehandelingssystemen. Wat betreft afvalverwerkingstechnieken is dit bedrijf echter alleen actief op gebied van thermische technieken voor andere afvalstromen dan huishoudelijk afval.

In de inventarisatie van alternatieve verwerkingstechnieken voor de provincie Antwerpen was de installatie te *Wijster* (Nederland) één van de niet-geselecteerde voorbehandelingen op basis van een natte voorbehandeling. Uit beschikbare informatie op het internet blijkt dat het gaat om een voorbehandelingsconcept dat werd ontwikkeld en gebouwd door *Lurgi Energie und Entsorgung*. Het betreft een mechanische voorbehandeling, waarbij ondermeer de RDF-fractie wordt afgescheiden van een natte organische fractie die ook de fijne inerten bevat. Volgens de informatie uit de voornoemde inventarisatie wordt deze natte fijne fractie gestort en hieruit wordt stortgas gewonnen en gevaloriseerd. Het gaat dus niet om een echte mechanisch-biologische voorbehandeling.

6.4 Biodegma⁶⁵

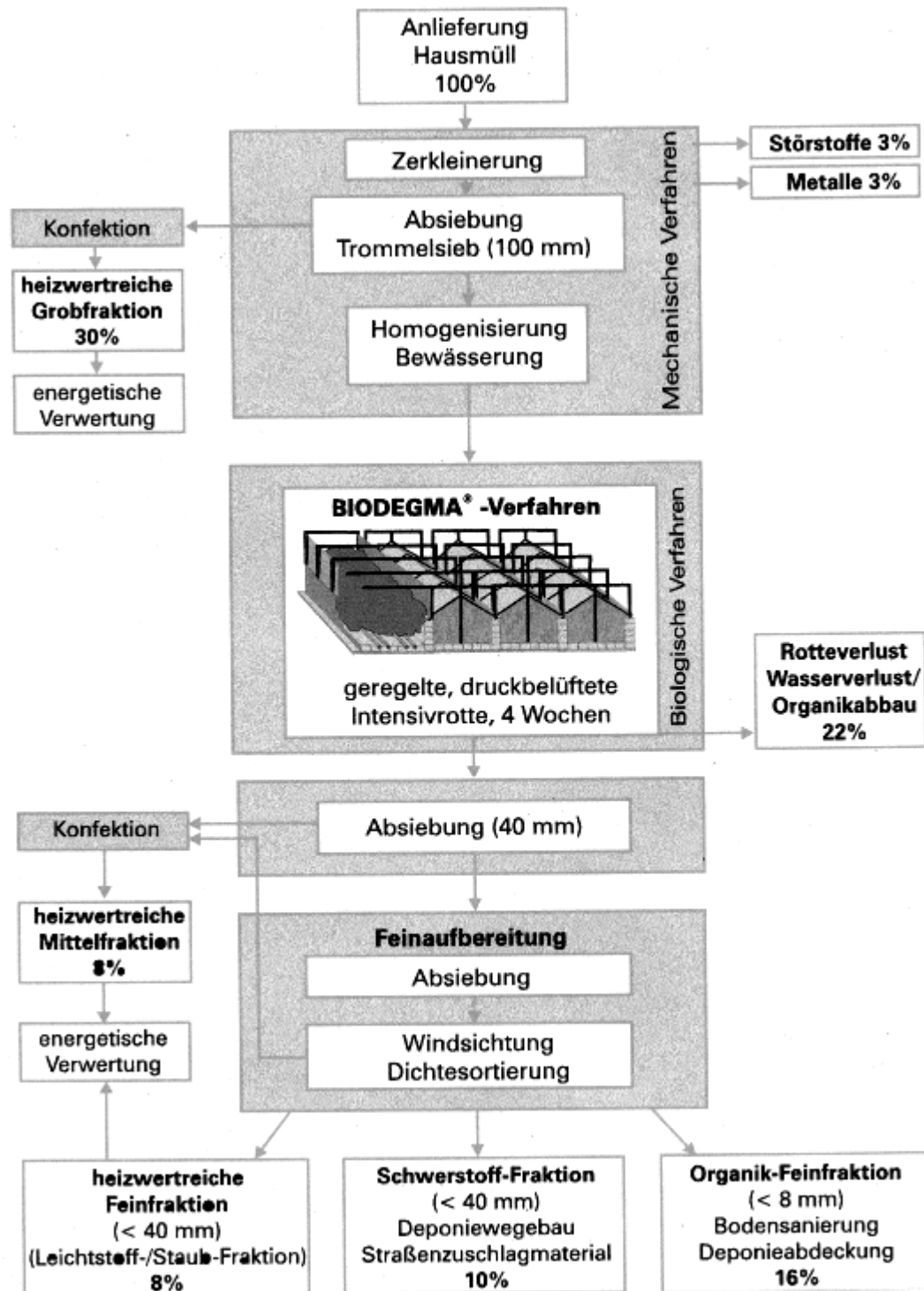
a) Procesbeschrijving + stand van zaken

De Duitse groep *Umweltschutz Nord (U-Nord-Gruppe)* heeft in het verleden het mechanisch-biologische voorbehandelingsproces *Biodegma* ontwikkeld. In Duitsland zijn hiervan verschillende *full scale* toepassingen te vinden.

Eén voorbeeld hiervan is de behandeling van het huishoudelijk afval in *Pössneck*, als voorbereiding op het storten. Het betreft hier ruw huishoudelijk afval (met inbegrip van de GFT-fractie), die niet selectief wordt ingezameld. Het afval wordt via een weegbrug afgeleverd en wordt verkleind door middel van een *schredder*. Het verkleinde afval wordt vervolgens gedurende 4 weken gecomposteerd. De beluchting van het afval gebeurt via beluchtungsleidingen in de bodem. De composteerkamers zijn afgesloten compartimenten die enkel geopend worden voor het vullen en ledigen. De afvallucht wordt gereinigd met behulp van een biofilter. Na deze behandeling wordt het restafval gestort op de nabijgelegen stortplaats. Er worden eveneens hoogcalorische fracties afgescheiden, die energetisch benut kunnen worden. De ganse voorbehandeling wordt weergegeven in Figuur 47.

Het beschreven voorbeeld is wellicht een vrij eenvoudig voorbeeld van het *Biodegma* voorbehandelingsconcept installatie. Volgens de beschikbare informatie kunnen de voorbehandelingsinstallaties voldoen aan de Duitse richtlijnen met betrekking tot luchtemissies door middel van een regeneratieve naverbrander.

De reden waarom van dit voorbehandelingsconcept geen uitgebreidere bespreking wordt gegeven, is dat *Umweltschutz Nord* in 2003 insolvent is verklaard. De toekomst van *Biodegma* is daarom zeer onduidelijk.



Figuur 47⁶⁶: Algemene voorstelling van de Biodegma voorbehandelingsinstallatie te Pössneck (Duitsland)

7 SYSTEMEN/LEVERANCIERS WAARVOOR ONVOLDOENDE INFORMATIE BESCHIKBAAR IS

7.1 AGSM Verona⁶⁷

In de inventarisatie van alternatieve afvalverwerkingstechnieken voor de provincie Antwerpen was eveneens de voorbehandeling "Scheiden en vergisten door AGSM" opgenomen. Deze techniek zou toegepast worden in *Verona* (Italië). Op internet is enkel Italiaanse informatie te vinden. Hieruit blijkt dat *AGSM* een energieleverancier is.

7.2 Horstmann Recyclingtechnik GmbH⁶⁸

Deze firma biedt zowel een mechanisch-biologische voorbehandeling (MBV) aan voor de verwerking van huishoudelijk afval, als een voorbehandeling waarbij secundaire brandstoffen worden geproduceerd (EBS). Meer informatie is echter niet beschikbaar. Het bedrijf levert eveneens composteerinstallaties. Voor deze toepassing worden referenties opgegeven, maar voor de voorbehandelingstechnieken voor huishoudelijk afval niet.

7.3 ReCulture⁶⁹

In de inventarisatie van alternatieve verwerkingstechnieken voor de provincie Antwerpen wordt eveneens de Zweedse firma *ReCulture* aangehaald. Deze zouden een voorbehandelingstechniek leveren waarbij geen energie gerecupereerd wordt tijdens de voorbehandeling, maar als eindproduct secundaire brandstoffen zou geven. Deze firma heeft een website, maar deze bevat enkel informatie in het Zweeds.

7.4 Gores

De firma *Fa. Gores* zouden een belangrijker leverancier zijn van de mechanisch-biologische voorbehandelingstechniek *Gores*. Hierover is echter geen informatie te vinden.