



Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

COMPOSTEREN ALS VALORISATIEVORM VAN RESTSTROMEN IN DE VLAAMSE LAND- EN TUINBOUW: KNELPUNTEN EN OPPORTUNITEITEN

ILVO MEDEDELING nr 167

juli 2014



Jarinda Viaene
Bert Reubens
Bart Vandecasteele
Koen Willekens



ILVO

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek



Landbouw
en Visserij



Composteren als valorisatievorm van reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw: knelpunten en opportuniteiten

Lectoren:

Het GeNeSys-team: Lies Kips, Bart Vandroogenbroeck, Els Van Pamel en Nathalie Bernaert (ILVO – Technologie & Voeding), Emely Hanseeuw en Els Vanderperren (ILVO – Dier), Jonas Van Lancker en Koen Mondelaers (ILVO – Landbouw & Maatschappij)

Stefaan De Neve (Universiteit Gent), Louise Carpentier (ILVO – Landbouw & Maatschappij), Rudy Croket (Groentenhof), Lieven De Backer (Sylva), Bart Debussche (ADLO), Lieven Delanote (Inagro), Annemie Elsen (Bodemkundige dienst van België), Bart Geerts (Acterra nv), Ruben Gybels (ANB), Karen Helsen en Katrien Wijns (Natuurpunt), An Jamart (Bioforum), Sim Mertens (O'bio), Maaïke Perneel en Oliver Grunert (Peltracom), Céline Schollier, Emilie Snauwaert en Viooltje Lebuf (VCM), Ludo Segers (Orffa), Tom Van Delm (PC Hoogstraten), Mieke Vanderersch (Provincie Vlaams-Brabant), Johan Vlaemynck (Tomato Masters), Willy Verbeke (Inverde)

Met dank aan: Bernard Godden (CRA-W), David Lannoo (Graszoden Lannoo), Philippe Vandeputte (Ménart), Hilde Morren (ADLO), Lode Tanghe (Provincie West-Vlaanderen), Marc Verhofstede (Humus bvba), Paul Jakobs (PPK Pamel), Robrecht Winnepenninckx (PCG) en alle andere bezochte landbouwers.

ILVO MEDEDELING nr 167

juli 2014

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2014/10.970/167

Jarinda Viaene
Bert Reubens
Bart Vandecasteele
Koen Willekens

167: Composteren als valorisatievorm van reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw: knelpunten en opportuniteiten

Contact:

Ir. Jarinda VIAENE, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek ILVO

Eenheid Plant

Burg. Van Gansberghelaan 109

B-9820 Merelbeke

Tel. +32 9 272 26 81

jarinda.viaene@ilvo.vlaanderen.be

Dr.Ir. Bert Reubens, Wetenschappelijk coördinator
Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek ILVO

Eenheid Plant

Burg. Van Gansberghelaan 109

B-9820 Merelbeke

Tel. +32 9 272 26 70

Bert.reubens@ilvo.vlaanderen.be

Auteurs: Jarinda Viaene, Bert Reubens, Bart Vandecasteele en Koen Willekens (ILVO – Plant)

Lijst van lectoren: Het GeNeSys-team: Lies Kips, Bart Vandroogenbroeck, Els Van Pamel en Nathalie Bernaert (ILVO – Technologie & Voeding), Emely Hanseeuw en Els Vanderperren (ILVO – Dier), Jonas Van Lancker en Koen Mondelaers (ILVO – Landbouw & Maatschappij)

Stefaan De Neve (Universiteit Gent), Louise Carpentier (ILVO – Landbouw & Maatschappij), Rudy Croket (Groentenhof), Lieven De Backer (Sylva), Bart Debussche (ADLO), Lieven Delanote (Inagro), Annemie Elsen (Bodemkundige dienst van België), Bart Geerts (Acterra nv), Ruben Gybels (ANB), Karen Helsen en Katrien Wijns (Natuurpunt), An Jamart (Bioforum), Sim Mertens (O'bio), Maaïke Perneel en Oliver Grunert (Peltracom), Céline Schollier, Emilie Snauwaert en Viooltje Lebuf (VCM), Ludo Segers (Orffa), Tom Van Delm (PC Hoogstraten), Mieke Vandermersch (Provincie Vlaams-Brabant), Johan Vlaemynck (Tomato Masters), Willy Verbeke (Inverde)

Met dank aan: Bernard Godden (CRA-W), David Lannoo (Graszoden Lannoo), Philippe Vandeputte (Ménart), Hilde Morren (ADLO), Lode Tanghe (Provincie West-Vlaanderen), Marc Verhofstede (Humus bvba), Paul Jakobs (PPK Pamel), Robrecht Winnepenninckx (PCG) en alle andere bezochte landbouwers.

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:

<http://www.ilvo.vlaanderen.be/Thematischerapporten/tabid/6253/language/nl-NL/Default.aspx#.U7FHd6NCS-o>

<http://www.ilvogenesys.be>

Deze ILVO mededeling vormt een geheel met ILVO mededeling 164, 165 en 166

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding:

Viaene, J., Reubens, B., Vandecasteele, B. & Willekens, K. (2014). Composteren als valorisatievorm van reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw: knelpunten en opportuniteiten. ILVO mededeling 167. 66 p

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door het ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen het ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal het ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

INHOUD

1.	Inleiding en leeswijzer	5
2.	Methodologie	8
2.1.	Algemene innovatie aanpak binnen het GeNeSys-project	8
2.2.	Specifieke aanpak in case 3	10
3.	De rol van compost binnen de landbouw	12
4.	Input van reststromen in de compostering.....	18
4.1.	Plantaardige groene (rest)stromen	19
1.	Reststromen uit groenteteelt.....	19
2.	Reststromen uit fruitteelt.....	21
3.	Marktoverschotten.....	21
4.	Vers grasmaaisel.....	22
4.2.	Plantaardige bruine stromen	23
1.	Tuinbouw.....	23
2.	Boomkwekerij.....	26
3.	Natuursector	26
4.3.	Dierlijke mest.....	29
5.	Het composteerproces	36
5.1.	Voorbehandeling	36
5.2.	Nutriëntenverliezen	36
1.	Gips (CaSO_4).....	37
2.	Clinoptiloliet	38
3.	Chitine en chitosan.....	39
4.	Harvest Quest katalysator	39
5.	Effectieve Micro-organismen	40
6.	Organisatie van de supply-chain	41
6.1.	Compostering op het landbouwbedrijf	41
6.2.	Productie van compost door gespecialiseerde composteerbedrijven.....	45
7.	Conclusies.....	48
	Literatuurlijst	53
8.	Bijlagen	1
8.1.	Bijlage 1: Karakteristieken van een aantal potentieel interessante alternatieve bruine materialen in Vlaanderen	1

1. INLEIDING EN LEESWIJZER

Op dit moment wordt in Vlaanderen op vele bedrijven en in diverse sectoren (zoals de voedings-, voeder-, farmaceutische, chemie- en energiesector) steeds meer ingezet op hergebruik van reststromen, in de context van de zoektocht naar hernieuwbare grondstoffen. Door het toenemende belang van de bio-economie neemt de druk op de beschikbare biomassa toe en gaat dus ook steeds meer aandacht uit naar een zo optimaal mogelijke benutting van biomassa(rest)stromen. Dit fenomeen is vanzelfsprekend sterk voelbaar in de Vlaamse land- en tuinbouwsector.

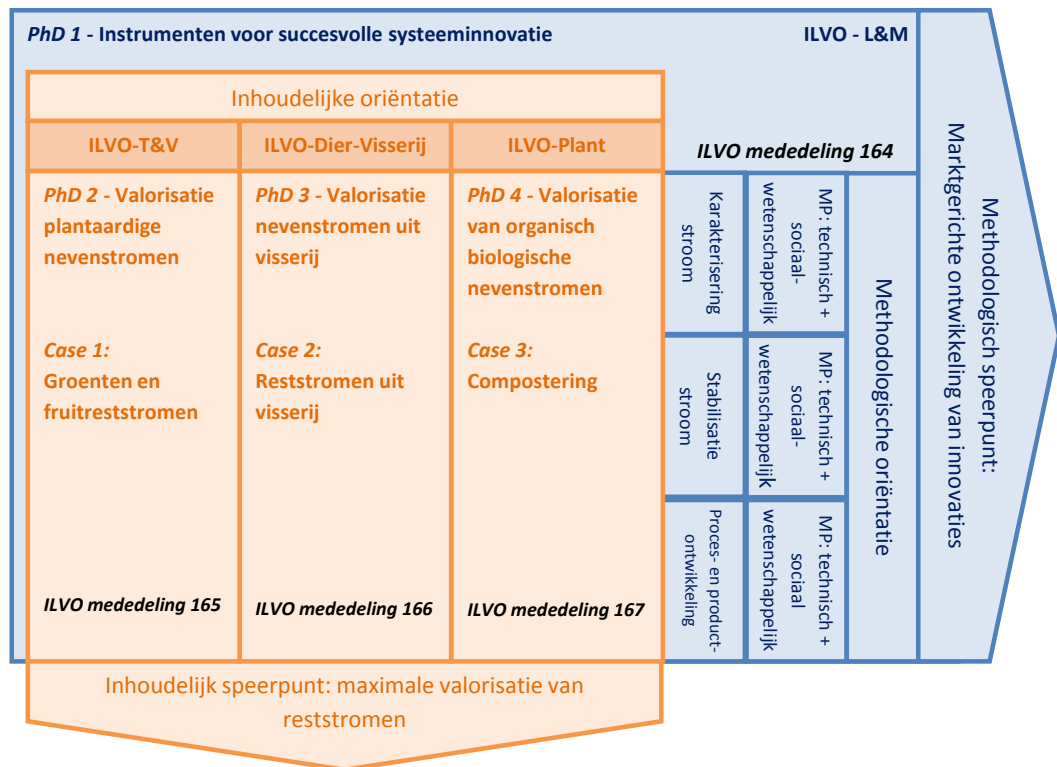
Echter, vele reststromen in de land- en tuinbouwsector worden gekenmerkt door een hoog vochtgehalte, een snel bederf, en/of ze komen seizoenaal en verspreid over Vlaanderen vrij. Deze eigenschappen bemoeilijken (her)gebruik van deze stromen, hoewel ze op zich vaak potentie hebben tot valorisatie met een hogere waarde dan vandaag het geval is. Maar wat is nu de meest hoogwaardige valorisatie?

Verschillende cascade systemen worden voorgesteld, maar vaak wordt de aandacht voor bodemkwaliteit, die aan de basis van een duurzame productie ligt, als laagwaardige valorisatie beschouwd. Er is echter pas echt sprake van sluiten van kringlopen wanneer een voldoende substantiële hoeveelheid energie en materiaal (na andere valorisatie) terugkeert naar de bodem. Composteren van reststromen kan bijdragen tot een betere bodemkwaliteit en meer vruchtbare bodems. Bovendien worden nutriënten- en materiaalkringlopen lokaal gesloten wanneer op het eigen landbouwbedrijf reststromen worden gecomposteerd. Vandaar wordt in dit rapport bekeken in welke mate, op welk moment en hoe compostering en composttoepassing een rol kan spelen in het valoriseren van reststromen. Ook wordt nagegaan welke knelpunten en opportuniteiten er zijn vanuit de composteringsector zelf.

Dit onderzoek kadert binnen het ILVO-project GeNeSys (www.ilvogenesys.be). GeNeSys staat voor Gebruik van Nevenstromen als Systeeminnovatie en is een Gecoördineerde Actie tussen de vier afdelingen binnen ILVO. Binnen het GeNeSys-project wordt onderzoek gedaan naar innovatieve technieken om nevenstromen uit de landbouw- en visserijsector maximaal te valoriseren. Het onderzoek is opgesplitst in drie technische doctoraatcases, overkoepeld door een vierde doctoraat over systeeminnovatie (Figuur 1). Binnen een eerste case wordt gewerkt rond het valoriseren van plantaardige reststromen uit de tuinbouw waarbij gekeken wordt hoe deze stromen gestabiliseerd kunnen worden en hoe ze vervolgens een zo hoog mogelijke waarde kunnen creëren in diverse sectoren. Een tweede case onderzoekt de valorisatiemogelijkheden van 'discards' of teruggooi uit de visserij, die binnenkort verplicht zullen moeten worden aangeland. De derde case gaat na wat de mogelijkheden zijn om reststromen te composteren en wordt dus verder toegelicht in dit document. Voor meer specifieke info over de twee andere cases verwijzen we graag naar ILVO-mededelingen 165¹ en 166². Om te garanderen dat het

¹ Valorisatie van groente- en fruitreststromen: opportuniteiten en knelpunten

onderzoek maatschappelijk relevant is en dat de resultaten makkelijker hun weg vinden naar de praktijk, wordt binnen het project een onderzoeksaanpak gevolgd die reeds vanaf de start van het onderzoek de ideeën, vragen en bedenkingen van de supply chain partners mee in rekening neemt. Deze onderzoeksaanpak werd ontwikkeld binnen het socio-economisch onderzoek en wordt uitvoerig beschreven in ILVO-mededeling 164³. Concreet wordt rekening gehouden met ondersteunende innovaties in het productieproces, de marktomgeving, de beleidscontext, de keten en de resulterende samenwerkingsvormen. Het GeNeSys-project voegt daarom aan de inhoudelijke doelstelling (een duidelijk betere valorisatie bereiken van plantaardige en dierlijke reststromen aan de hand van drie technische doctoraten) een methodologische doelstelling toe: het ontwikkelen van instrumenten voor het uitvoeren van succesvolle systeeminnovaties.



Figuur 1: Overzicht GeNeSys-project

De eerste stap van de technische doctoraten is een idee-ontwikkelingsfase met de bedoeling het onderzoek in een juiste, relevante richting te sturen. In deze voorbereidende screeningsfase wordt zowel nagedacht over het innovatiedoel (rond wat kunnen we werken), als het sociale aspect (met wie kunnen we werken).

² Valorisatie van reststromen uit de visserij: knelpunten en opportuniteiten

³ Innoveren in de bio-economie: Innovatieproces en netwerken doorgelicht

Dit doen we door enerzijds de actoren, de instituties en de reeds bestaande netwerken in kaart te brengen en anderzijds na te denken over onderwerpen zoals kennisontwikkeling, marktforming, technische bottlenecks, legitimatie, mobilisatie van middelen en zo verder. De gevolgde methodologie wordt verder beschreven in Hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 is een inleidend hoofdstuk over compost, de voordelen van compostgebruik en de rol die compost kan spelen in de bio-economie. In Hoofdstuk 4, 5 en 6 worden achtereenvolgens de knelpunten en opportuniteiten op niveau van de aanbodzijde (inputmaterialen in de compostering), het composteerproces en de organisatievorm waaronder gecomposteerd kan worden besproken. Vanzelfsprekend zijn deze knelpunten soms bedrijfs- en situatieafhankelijk.

De tekst in dit rapport omvat een aantal duidingen (in afzonderlijke tekstboxen) en een overzichtstabel van de verzamelde informatie. Bepaalde stellingen en uitspraken geven de mening weer van individuele stakeholders en stroken daarom niet noodzakelijk met het oordeel van de onderzoekers of met de realiteit. Het is ook niet onze ambitie om in deze tekst een allesomvattend overzicht weer te geven van alle mogelijke reststromen en hun valorisatiemogelijkheden, en/of van de composteringsector. Eerder is het de bedoeling om de stand van zaken rond compostering en composttoepassing in Vlaanderen in kaart te brengen, de voornaamste opportuniteiten, knelpunten en stakeholders in beeld te brengen, om een aantal denkpijlers rond innovatiemogelijkheden voor te stellen en kennishiaten te identificeren.

2. METHODOLOGIE

2.1. ALGEMENE INNOVATIE AANPAK BINNEN HET GENESYS-PROJECT

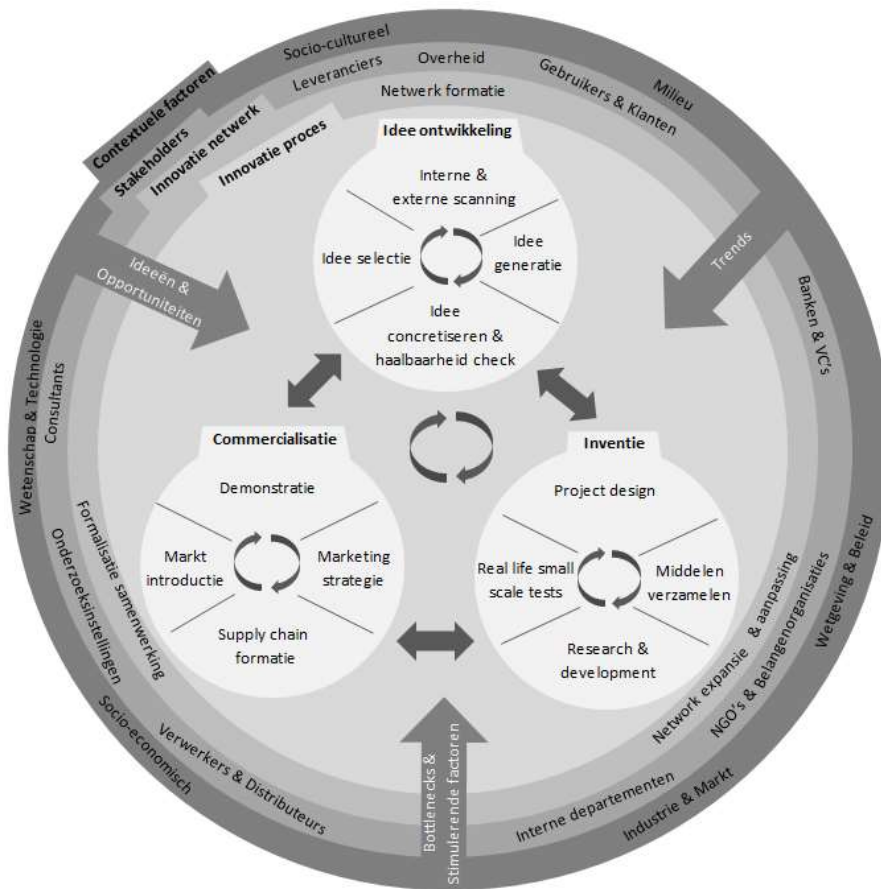
Het ontwikkelen van innovaties is een complex proces omdat het implementeren van een vernieuwend concept vaak verschillende (ingrijpende) veranderingen vereist in verschillende dimensies van het bestaande socio-technische systeem. Deze dimensies zijn door Geels (2002; 2006) ingedeeld in zes categorieën: gebruiken van de klanten, wetenschap, technologie, cultuur, beleid en industrie. Binnen het GeNeSys-project wordt de SIC-aanpak gevolgd, kort voor System Innovation Cycle, een model dat is ontwikkeld binnen het holistische innovatie systeem paradigma. De SIC-aanpak en het daaraan gekoppelde innovatiemodel beschrijft drie belangrijke basiseigenschappen van het innovatieproces. Vooreerst verloopt innovatieonderzoek best transdisciplinair. Dit houdt in dat door de complexiteit van innovaties, deze moeten bekeken worden vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines en ook kennis vanuit de praktijk moet worden geïntegreerd om zowel de multidimensionale uitdagingen die zich stellen te identificeren als oplossingen voor die uitdagingen te formuleren en uit te voeren (Hadorn et al., 2006; Pohl, 2005; 2008; 2011).

De nodige transdisciplinaire kennis binnen één organisatie ontwikkelen, is te complex en kost bovendien te veel middelen (Van Haverbeke en Cloodt, 2006). Daarom is de tweede belangrijke eigenschap binnen het SIC-model de open, participatieve aanpak van het project. Samenwerken met een innovatienetwerk bestaande uit diverse actoren zoals concurrenten, toeleveranciers, eindgebruikers, sectorassociaties, financiële partners, universiteiten en onderzoeksinstituten, netwerk-organisaties, beleidsorganen, netwerk facilitators, en zo verder, biedt naast toegang tot de nodige multidimensionale kennis van deze diverse experts ook nog tal van andere belangrijke voordelen. Zo kan samenwerking en participatie leiden tot een verlaging van de financiële kosten per partner, een kortere time to market, de creatie van legitimiteit voor de innovatie en de ondersteuning bij aanvoerketen- en marktontwikkeling (Ritter & Gemünden, 2004; Van haverbeke & Cloodt, 2006; Bruns et al., 2008; Caird et al. 2008; Sarkar & Costa, 2008; Rampersad et al., 2010; Chesbrough, 2012; Gallagher et al., 2012; Holl & Rama, 2012; Sandulli et al., 2012).

Om deze voordelen te maximaliseren, speelt het leerproces dat ontstaat uit de interacties tussen de verschillende samenwerkende partners in deze multi-actor en multidimensionale setting een cruciale rol. Om dit leerproces te stimuleren is een flexibel proces nodig met frequente iteratie en feedback om fouten te corrigeren en op onvoorziene uitdagingen in te zetten (Fetterhoff & Voelkel, 2006; Van der Duin et al., 2007; Bruns et al., 2008; Veldkamp et al., 2009; Gallagher et al. 2012). Dit vormt de derde basiseigenschap van het innovatieproces.

Het SIC-innovatiemodel stelt dus dat een innovatieproces op een (i) transdisciplinaire manier moet gebeuren met (ii) open grenzen die samenwerking tussen diverse

stakeholders toelaat, binnen een (iii) niet-lineair, flexibel proces met ruimte voor iteratie en feedback. Een visualisatie van het model is terug te vinden in Figuur 2.



Figuur 2: Het SIC-model voor de ontwikkeling van complexe radicale innovaties

Vanuit de conceptualisatie van innovatie die start vanuit een innovatief idee, vervolgens ontwikkeld wordt tot een inventie en dat die inventie pas een innovatie kan worden genoemd nadat ze met succes in de markt is geïntroduceerd (Bruns et al., 2008; Kroon et al., 2008; Van Haverbeke en Cloodt 2006; Bogers en West, 2012; Pullen et al., 2012), zijn binnen het SIC-model drie hoofdfases afgeleid: de idee-ontwikkelingsfase, de inventiefase en de commercialisatiefase. Deze fases zijn op hun beurt onderverdeeld in subfases. De idee-ontwikkelingsfase groepeerde de fases die in het teken staan van het genereren, ontwikkelen en selecteren van haalbare ideeën voor innovatieprojecten. De fases die vooral als doel hebben om deze ideeën technisch-wetenschappelijk uit te werken, zitten onder de inventiefase. De commercialisatiefase omvat dan weer de subfases die vooral focussen op het vermarkten van de inventie. Ondanks de opdeling in verschillende fases, betekent dit niet dat bepaalde deelaspecten van de innovatie zoals vermarkting pas op het einde van het innovatieproces moeten worden in acht genomen. Zowel de socio-economische als de technisch-wetenschappelijke aspecten moeten op een iteratieve manier van in het begin van het proces en doorheen het innovatie proces mee in rekening genomen worden in het beslissingsproces. In de ILVO-mededeling 164 van Jonas Van Lancker en Koen Mondelaers kunnen nog meer details over de uitwerking van het SIC-model gelezen worden.

Binnen het GeNeSys-project werd een eerste idee-ontwikkelingsfase afgerond. Doorheen deze fase zijn wij op een iteratieve manier enerzijds op zoek gegaan naar haalbare ideeën voor innovatie en anderzijds het innovatienetwerk rond dit project te ontwikkelen. Een brede interne en externe scan op basis van de in Figuur 3 afgebeelde aandachtspunten had als doel knelpunten, opportuniteiten en ideeën te identificeren binnen de doelstelling van het project. Dit is gebeurd met behulp van sterke stakeholderparticipatie. Vanuit deze scan zijn dan een aantal innovatiepistes ontwikkeld, opnieuw in samenspraak met stakeholders. In volgende paragraaf wordt de gebruikte methode voor dataverzameling in deze specifieke case toegelicht.



Figuur 3: Aanpak brede interne en externe scan

2.2. SPECIFIEKE AANPAK IN CASE 3

In de technische case over valorisatie van reststromen via compostering werd getracht tijdens de idee-ontwikkelingsfase de verschillende knelpunten en opportuniteiten die een rol spelen in het composteerverhaal bloot te leggen. Op basis hiervan werd afgewogen met welke onderzoekspistes en stakeholders we verder zullen werken om de kans op een gewenste innovatie te maximaliseren.

Om deze knelpunten en opportuniteiten te achterhalen, werd informatie verzameld via literatuurstudie, deelname aan studiedagen en bedrijfsbezoeken, maar werden ook ca. 70 stakeholders uit verschillende stakeholdergroepen bevroegd. De stakeholders werden onderverdeeld in acht categorieën: beleid, belangengroeperingen, verwerkers, leveranciers van grondstoffen, afnemers, onderzoekcentra, praktijkcentra en andere. We hebben bij de interviews gebruik gemaakt van de sneeuwbaltechniek om andere bijkomende relevante stakeholders te identificeren. Vooral de sectororganisaties verwezen ons door naar leden die geïnteresseerd zouden zijn in het project. Na een bepaalde periode werd telkens opnieuw naar dezelfde stakeholders doorverwezen en kwamen telkens dezelfde knelpunten aan bod. Vandaar dat op een gegeven moment in dit proces besloten werd dat voldoende representatieve stakeholders bevroegd werden om een goed beeld te krijgen van de knelpunten en opportuniteiten bij het composteren van reststromen.

Bovendien werden parallel met de interviews ook twee verkennende enquêtes in samenwerking met Natuurpunt en BioForum uitgestuurd. In de enquête met Natuurpunt werden alle landbouwers met een gebruiksovereenkomst bevraagd (n = 550, respons van 11%). In de enquête met Bioforum werden alle bio-boeren bevraagd (n = 230, respons van 10%). Ook werden de resultaten van een grootschalige enquête in kader van het Europese Catch-C project (Bijttebier & Ruyschaert, 2014)⁴, dat focust op best beschikbare technieken voor duurzaam bodembeheer en waarbinnen ILVO partner is, gebruikt als informatiebron.

Op basis van deze talrijke interacties werd een eerste samenvatting van de voornaamste bevindingen uit die verkennende voorstudie opgesteld. Dit eerste document werd aan de verschillende stakeholders bezorgd om de correctheid van onze data een eerste keer te verifiëren. De feedback van een 20-tal stakeholders werd verwerkt. Daarna werd een interactief stakeholdermoment georganiseerd bij ILVO op 27/02/2014 waaraan 30 stakeholders deelnamen. Op een open en participatieve manier werd in verschillende groepen gediscussieerd over de knelpunten en opportuniteiten van compostering en composttoepassing in de land- en tuinbouw. Deze triangulatie-methode heeft ons toegelaten om dit finale document te schrijven op basis van zo correct mogelijke data.

⁴ <http://www.catch-c.eu/>

3. DE ROL VAN COMPOST BINNEN DE LANDBOUW

Composteren is een natuurlijk proces waarbij levende organismen (bacteriën, schimmels, protozoa, etc.) vers organisch materiaal onder gecontroleerde aerobe omstandigheden omzetten in stabiele en humusrijke compost (Reubens et al., 2013). Compost kan onderverdeeld worden in verschillende types naargelang de manier waarop gecomposteerd wordt en naargelang het inputmateriaal. Meer informatie over deze types is te vinden in Box 1.

Box 1. Verschillende composttypes

In Vlaanderen worden twee types compost op grote schaal geproduceerd: gft-compost en groencompost:

- Gft-compost: compostering van selectief ingezameld groente-, fruit- en tuinafval, opgehaald bij particulieren
- Groencompost: compostering van groenafval zoals snoeihout, bladeren, bermmaaisel, ...

Daarnaast zijn er een aantal gespecialiseerde composteerbedrijven die compost maken op maat van de eindgebruiker of toepassing. Deze compost kan dienen als toepassing in land- en tuinbouw of als ingrediënt in toepassingen voor bv. boomaanplantingen, daktuinen, golfterreinen, ...

Anderzijds kan compost ook kleinschaliger op het landbouwbedrijf zelf geproduceerd worden, dit wordt dan boerderijcomposteren genoemd. Indien enkel bedrijfseigen restproducten gebruikt worden en de compost voor eigen gebruik is, is geen milieuvergunning vereist. Zowel plantaardige als dierlijke nevenstromen van het landbouwbedrijf kunnen gecomposteerd worden.

Naast de locatie waar gecomposteerd wordt en de samenstelling van het inputmateriaal, kan de manier van composteren ook nog verschillen. Dit kan variëren van een extensieve omzetting van een mesthoop op de boerderij, tot meer gecontroleerde vormen van compostering op rillen (langwerpige hopen) of op een tafelbed. De compostering kan in gesloten tunnels plaatsvinden of in openlucht.

De FOD Volksgezondheid legt specifiek voor groencompost en gft-compost een aantal wettelijke normen op voor het eindproduct. In Vlaanderen legt de OVAM ook kwaliteitscontrole op bij compostering en dienen keuringsattesten afgeleverd te worden voor de verwerkte eindproducten. Bovendien heeft Vlaco vzw een eigen label met normen die iets meer verregaand zijn dan de wettelijke garanties (zie www.vlaco.be).

Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar twee compostbrochures waar ILVO aan meegewerkt heeft:

- Aan de slag met compost. Gids voor de land- en tuinbouw, Provincie Vlaams-Brabant⁵
- Compostbrochure. Agro-ecologische aanpak op jouw bedrijf, BioForum⁶

⁵ www.vlaamsbrabant.be/binaries/publicatie-aan-de-slag-met-compost-2013_tcm5-93361.pdf

⁶ www.bioforumvlaanderen.be/sites/default/files/Compostbrochure_2013_LR_DEF.pdf

De belangrijkste **voordelen** van composttoepassing zijn het verhogen van het organische stof gehalte en nutriëntengehalte van de bodem met beperkt risico op uitspoeling van nutriënten. Meer gedetailleerde informatie hieromtrent is te lezen in Box 2.

Dat compost een waardevol bodemverbeterend middel is dat op een duurzame manier geproduceerd kan worden via recyclage van reststromen uit de land- en tuinbouw, kan in de bio-economie een belangrijke rol spelen. Hieronder vallen alle activiteiten die verbonden zijn aan de duurzame productie van biomassa en de verschillende manieren waarop deze biomassa, en haar reststromen, vervolgens gebruikt worden (LNE, 2013). De bouwstenen voor materialen, chemische stoffen en energie zijn dus afkomstig van hernieuwbare grondstoffen in plaats van fossiele (niet-hernieuwbare) grondstoffen (Vandermeulen et al., 2010). De biogebaseerde economie is dat deel van de bio-economie waarin biogebaseerde producten en materialen gemaakt worden en biomassa wordt ingezet in processen (LNE, 2013). Het aandeel van de biogebaseerde sector in de Vlaamse economie zal op zijn minst verviervoudigen tegen 2030 (Vandermeulen et al., 2010), wat de druk op de beschikbare biomassa doet toenemen. Om deze biomassa dan ook zo optimaal mogelijk te gebruiken, kan het cascadesysteem worden toegepast (De Meester et al., 2011; Keegan et al., 2012). Dit is een prioriteitenvolgorde die kan worden opgemaakt op basis van economische, sociale of ecologische criteria of een combinatie hiervan (De Meester et al., 2011; Keegan et al., 2012). Meestal houdt dit in dat biomassatoepassingen richting voeding en voeder voorrang krijgen, waarna de bruikbare restproducten gevaloriseerd worden in andere toepassingen (biogebaseerde producten en bio-energie), tot de bijproducten geen verdere waardevolle toepassing meer hebben (De Meester et al., 2011; Keegan et al., 2012). Wanneer alle biomassa van de landbouwpercelen wordt afgevoerd en er op het einde van de cascade niets meer terugkeert naar de bodem, zal dit ernstige gevolgen hebben voor het organische stofgehalte van de bodem en dus voor de bodemkwaliteit, die aan de basis van de productie van biomassa ligt. Bovendien betekent dit een gemiste kans om nutriënten te recyclen en zo afhankelijkheid van externe inputs terug te schroeven. Om aan de toenemende vraag naar biomassa te kunnen blijven voldoen, zal dus moeten geïnvesteerd worden in een goede bodemkwaliteit. Op een duurzame manier bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid op peil houden is een belangrijke, maar vaak onderbelichte uitdaging in deze cascadering binnen de bio-economie.

Box 2. Voordelen van compostgebruik

Valorisatie van reststromen met een oorsprong in land- en tuinbouw is een hot item, met toepassingen in onder meer de veevoederindustrie, energie- en warmteproductie, en extractie van waardevolle componenten voor toepassingen in diverse sectoren. Het risico bestaat echter dat op het einde van de rit het resterend product niet of in beperkte mate terugkeert naar de bodem. Nutriënten- en materiaalkringlopen worden met andere woorden niet gesloten aangezien structureel materiaal wordt afgevoerd. Bv: wanneer oogstresten van het veld worden gehaald voor vergisting tot bio-energie worden alle organische stof en nutriënten ook van het perceel verwijderd. Via het digestaat kunnen organische stof en nutriënten indirect wel teruggebracht worden naar het perceel. Indien echter geen organische stof en nutriënten terugkeren, heeft dit nefaste gevolgen voor onze bodemkwaliteit en op termijn dus voor de productie. In Vlaanderen zijn er heel wat percelen met een te laag koolstofgehalte en hier moet blijvend aandacht aan worden besteed (LNE, 2009; Maes et al., 2012). Organische stof verbetert de bodemstructuur, zorgt voor een betere lucht/watervrhouding, beter vasthouden van nutriënten (minder kans op uitspoeling) en heeft een positieve invloed op de bodembiologie. Het is noodzakelijk om het humusgehalte in onze bodems op te bouwen of op peil te houden om de landbouwproductie op lange termijn te garanderen.

Om dit gehalte te verhogen en de nutriëntenverliezen te beperken, zijn organische producten nodig die veel stabiele organische stof aanbrengen in verhouding tot de aanvoer van stikstof en fosfor. Compost is een bron van stabiele organische stof, waarvan de koolstof:stikstof en koolstof:fosfor ratio afhankelijk is van de samenstelling van het uitgangsmengsel. Compost kan een belangrijke rol spelen om de bodemvruchtbaarheid in stand te houden (D'Hose et al., 2014). Compost is bovendien een traag werkende meststof omdat de nutriënten geleidelijk aan worden vrijgesteld waardoor uitspoeling naar het grondwater wordt vermeden (Maynard, 1993; Li et al., 1997; Grey & Henry, 1999). Door het gebruik van compost is er ook minder nood aan toevoeging van nutriënten via kunstmest (Elsen & Vandermersch, 2013; D'Hose et al., 2014). Bovendien verbetert het bodemleven door compostgebruik (Willekens et al., 2014) waardoor de ziekteweerbaarheid toeneemt en minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn (Lewis et al., 1992; Roe & Stofella, 1993; Marull et al., 1997; Pinamonti, 1998; Cotxarrera et al., 2002; Francou, 2003; Hotrot, 2011).

Composteren kan in dit verhaal passen door een deel van de biomassa, eventueel na andere toepassingen in de cascade, op een duurzame manier om te zetten tot een bodemverbeterend middel. Hierdoor worden niet enkel reststromen gevaloriseerd, maar worden ook nutriënten- en materiaalkringlopen beter gesloten. Bovendien worden boeren minder afhankelijk van minerale meststoffen en bestaat de kans dat op lange termijn de inzet van gewasbeschermingsmiddelen gereduceerd kan worden (zie Box 2). Op termijn leidt dit alles dus potentieel tot ecologische en economische voordelen en draagt het bij tot een duurzame landbouw.

Ondanks deze voordelen werd in 2012 compost slechts voor 4% rechtstreeks naar de Vlaamse landbouw afgezet (Vlaco vzw, 2013). De grootste toepassing van compost situeert zich namelijk in de groenvoorziening. De enquête van het Catch-C project (Bijttebier & Ruyschaert, 2014) bevestigt dat slechts 6,6% van de bevroegde akkerbouwers compost toepassen (n = 121). Nochtans blijkt dat het merendeel van de landbouwers de voordelen van compost kennen, ze vermelden verhoging van bodemkwaliteit en -vruchtbaarheid, beter bodemleven en -gezondheid, hoger humusgehalte, minder zware bodems en betere N vrijstelling op lange termijn. Landbouwers erkennen ook dat compostgebruik het risico op erosie kan doen dalen (Bijttebier & Ruyschaert, 2014). In de Vlaamse landbouw wordt compost voornamelijk in de biologische landbouw gebruikt aangezien duurzame landbouwproductie zonder gebruik van kunstmest en door het sluiten van kringlopen er centraal staat. Uit een verkennende enquête in samenwerking met Natuurpunt (2013) blijkt dat 12 van de 63 landbouwers (met een gebruiksovereenkomst) compost gebruiken, waarvan 66% biologische landbouwers zijn. In Nederland gaat meer dan 50% van de compost wel naar de land- en tuinbouw (BVOR, 2014). Deze situatie wijst op een aantal **knelpunten** die verhinderen dat landbouwers composteren en/of compost gebruiken. De bedoeling van deze idee-ontwikkelingsfase is deze te achterhalen en op basis hiervan relevante

Box 3. Complexiteit wetgeving: Koolstof- en nutriëntenbeheer: hoe diverse milieu- en klimaatdoelstellingen te verenigen?

Enkele Europese beleidsdoelstellingen zijn soms moeilijk te verenigen. Enerzijds wenst men uitloging van nitraten en fosfaten naar het grondwater te vermijden (European Nitrates Directive) door het beperken van het gebruik van kunstmest en organische mest, en anderzijds streeft men naar een verhoging of behoud van het organische stof/koolstofgehalte (Mid Term Review Gemeenschappelijk Landbouwbeleid) van de bodem en koolstofopslag in de bodem (Climate Change). De nationale regelgeving die kadert in de Europese Nitraatrichtlijn beperkt de aanvoer van nutriënten uit dierlijke mest hetgeen het streven naar een hoger organische stof/koolstofgehalte in de weg staat omdat met organische bemestingsvormen ook nutriënten worden aangebracht. Bovendien moet tegen 2020 20% van de energie 'groene energie' zijn. Hiervoor zal hoofdzakelijk biomassa ingezet worden, die aldus niet meer kan bijdragen aan het behoud of de opbouw van organische stof/koolstof in de bodem. Anderzijds kunnen bijproducten van bio-energieproductie als bodemverbeterend middel ingezet worden.

De complexiteit van deze wetgeving wordt geïllustreerd door volgend voorbeeld: Wanneer nutriëntenrijke oogstresten worden afgevoerd en vergist voor bio-energie wordt uitspoeling van nutriënten naar het grondwater vermeden, draagt dit bij tot de productie van biobrandstoffen, maar worden ook koolstof en voedsel voor de bodemorganismen van het veld afgevoerd. De groene-stroomcertificaten verbonden aan de productie van biobrandstoffen maken het economisch voordeliger om groene biomassa te vergisten of bruine biomassa te verbranden in plaats van te composteren. Een bijkomend gevolg van de warmte- en energieopwekking van houtige biomassa is het tekort aan houtig materiaal voor een aantal composteerders.

onderzoekspistes te identificeren. In deze studie wordt gefocust op compost als **algemene bodemverbeteraar en traagwerkende meststof, met nadruk op het streven naar een zo efficiënt mogelijke koolstof- en nutriëntenhuishouding** gezien het groot belang binnen de huidige maatschappelijke en beleidsuitdagingen (Box 3) en de vraag vanuit de sector. Andere specifieke toepassingen en doelstellingen zoals het stimuleren van de bodembioïologie en het verhogen van ziekteveerbaarheid via toepassing van compostthee (Box 4), het vervangen van witveen in potgrond (Box 5) of composttoepassing voor specifieke teelten komen slechts zijdelings aan bod. De vraag naar compost als algemene bodemverbeteraar leeft sterk bij stakeholders uit verschillende sectoren. Voornamelijk fruittelers, boomkwekers en biologische landbouwers zijn op zoek naar een algemene bodemverbeteraar, waarbij volgens hen waterhoudend vermogen, organische stofgehalte, zoutgehalte, ziekte- en onkruidvrij belangrijke parameters zijn. Het organische stofgehalte van de bodems moet op peil worden gehouden, planten moeten voldoende nutriënten ter beschikking hebben, maar tegelijkertijd moeten stikstof- en fosforuitspoeling naar het grondwater en gasvormige verliezen naar de lucht vermeden worden.

Box 4. Compostthee om nuttige bodembioïologie te enten

Wanneer compost onder vorm van compostthee wordt toegediend, wordt specifiek gericht op het aanbrengen van een grote diversiteit van micro-organismen. Dit kan de bodembioïologie stimuleren of plagen onderdrukken.

Compostthee wordt gemaakt door kwaliteitsvolle compost voor enige tijd in zuurstofrijk, verwarmd water te brengen. Hierbij worden de micro-organismen uit de compost geëxtraheerd en door toevoegen van voedingsstoffen (bv. suiker, melasse, vishydrolysaat, huminezuren, ...) vermenigvuldigen ze zich op kort tijd. Het mengsel wordt actief belucht om het zuurstofgehalte op peil te houden. Meer informatie hierover is te lezen in het werk van Ingham (2005). De compostthee moet na aanmaak direct worden toegepast. Met drie liter compost kan 100 liter thee worden gemaakt (goed voor 1 ha). De compostthee wordt met een sproeier op het veld gebracht. In de boomkwekerijsector wordt soms compostthee rechtstreeks op het gewas gebracht om plagen te onderdrukken (bv. witziekte). De gecontacteerde stakeholders ondervonden echter volgende knelpunten bij het gebruik van compostthee: de grote tijdsbesteding, de anaerobe hoekjes in de vaten, de mogelijke contaminatie van leidingen bij sproeien en de korte bewaartijd van het product.

Box 5. Compost als vervanger voor witveen in potgrond

Veen is vandaag de belangrijkste grondstof voor de productie van potgrond omdat het licht materiaal is dat heel veel water kan vasthouden. Veen komt meer en meer onder druk te staan omwille van verschillende redenen. Ontginning zorgt voor een hoge broeikasgasuitstoot en de vernietiging van waardevolle habitats. Het transport naar en binnen Europa leidt tot milieuvervuiling en slechte weersomstandigheden zorgen vaak voor een tekort aan veen. Vandaar wordt naar alternatieven gezocht voor deze niet-duurzame grondstof. Binnen het DuPoCo-project, waarvan ILVO partner is, werd onderzocht in welke mate compost en andere lokaal beschikbare duurzaam gewonnen grondstoffen kunnen ingezet worden bij de productie van potgrond. Als 1 m³ veen wordt vervangen door 1 m³ compost wordt er 247 kg CO₂/m³ bespaard (Eindrapport DuPoCo, 2014). Compost fungeert als bron van vezels, maar ook als belangrijke bron van de nutriënten fosfor, kali en stikstof. Voor het stikstofleverend vermogen is er een grote variatie tussen diverse composten. Compost is zeker een belangrijke bron voor plantbeschikbaar fosfor in vergelijking met andere grondstoffen. Het nadeel van compost is de heterogeniteit, het hoger volumegewicht (zwaardere materialen) en de hogere pH en elektrische geleidbaarheid. Deze laatste parameters zijn belangrijk in het kader van de wettelijke vereisten van het KB meststoffen voor teeltsubstraten. Doordat de DuPoCo-mengsels reeds groencompost en/of gft-compost bevatten, en hierdoor reeds vrij veel plantbeschikbaar fosfor en kali bevatten, is in deze mengsels enkel een bijbemesting voor stikstof belangrijk, zeker omdat een aantal grondstoffen in deze mengsels ook stikstof kunnen immobiliseren. De hoge pH van de groencompost limiteert zijn gebruik in potgrond. Daarom werd getest of groencompost met een natuurlijk product kon verzuurd worden. Dit bleek mogelijk zonder duidelijke negatieve effecten op de plantengroei. Uit DuPoCo kan besloten worden dat een aantal stromen zoals heidechopper en houtvezel gemengd kunnen worden met compost om tot duurzame potgrond te komen (Eindrapport DuPoCo, 2014). Om potgrond met compost als bestanddeel te vermarkten, zijn de strikte kwaliteitseisen die gesteld worden en de certificering een knelpunt.

Er werd reeds heel wat onderzoek uitgevoerd naar de verschillen tussen compost en witveen wat betreft hun geschiktheid voor het gebruik ervan in teeltsubstraten op het vlak van fysische en chemische eigenschappen. Naast het DuPoCo-onderzoek rond hobbypotgronden, dat hierboven vermeld werd, werkte ILVO ook vier jaar samen met PC Hoogstraten en diverse potgrondfabrikanten rond het gebruik van alternatieve substraten in de aardbeiteelt op substraat (Vandecasteele et al., 2014a). Hierbij werd ook compost als grondstof getest. De teelt met alternatieve substraten was haalbaar, maar bij substraten met compost was de uitdaging om gepast te corrigeren voor de nutriëntenvrijstelling uit de compost. Wanneer te veel stikstof vrijgesteld wordt en er te veel stikstof bemest wordt, kan dit leiden tot een hogere ziektegevoeligheid van de teelt. Omgekeerd moeten voldoende hoge fosfor-, kali- en stikstofgehalten beschikbaar zijn voor een voldoende hoge opbrengst. Algemeen kon uit de proeven besloten worden dat teeltsubstraten met compost en met minder stikstofinput dezelfde opbrengst toelieten tijdens de najaarsteelt, maar bij de daaropvolgende doorteelt was een aangepaste fertigatie voor stikstof, fosfor en kali vereist (Vandecasteele et al., 2014a).

4. INPUT VAN RESTSTROMEN IN DE COMPOSTERING

Om tot een goed composteerproces te komen, is een goede verhouding tussen enerzijds koolstof- en structuurrijke stromen (**bruine stromen**) en anderzijds stikstofrijke stromen (**groene stromen**) nodig. Bij de groene stromen is vooral de aard van het materiaal een knelpunt (vochtig, snel bederf, risico op nutriëntenverliezen), terwijl bij de bruine stromen eerder een gebrek aan aanbod voor problemen zorgt. Naast de onderverdeling tussen groene en bruine stromen, kan er ook een onderscheid gemaakt worden tussen reststromen van plantaardige of dierlijke oorsprong. Op die manier wordt bij de bespreking van de knelpunten en opportuniteiten van de inputstromen een onderscheid gemaakt tussen plantaardige groene stromen (4.1), plantaardige bruine stromen (4.2) en dierlijke mest (4.3). In Bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de besproken stromen en hun koolstof:stikstof (C:N) verhouding, beschikbare hoeveelheden en seizoensafhankelijke beschikbaarheid in Vlaanderen. In dit verslag zal vanaf nu consequent met de term reststromen gewerkt worden, omdat deze term zowel de niet-eetbare biomassa als eetbare biomassa omvat. Meer uitleg rond de verschillende definities is te lezen in Box 6.

Box 6. Wildgroei aan definities

Nevenstromen: niet-eetbare biomassa van voedselgrondstoffen en -producten (OVAM, 2012).

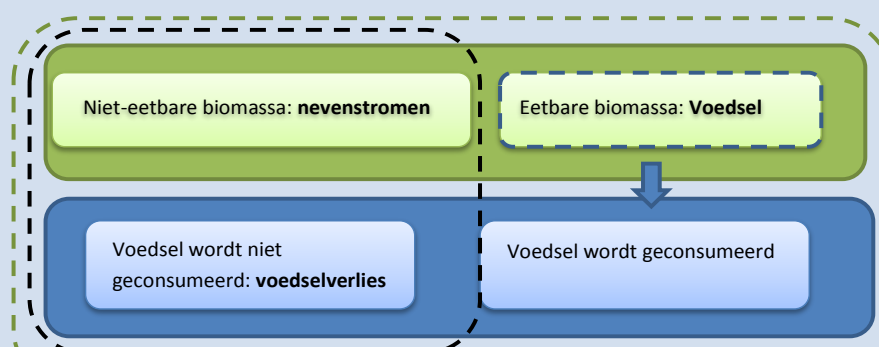
Voedselverliezen: alle eetbare biomassa van voedselgrondstoffen en voedselproducten die verloren gaat voor menselijke consumptie (OVAM, 2012)

Reststromen: overkoepelende term van nevenstromen en voedselverliezen die in dit document zal worden gehanteerd, zoals ook gehanteerd wordt door OVAM.

Deze worden ook soms productieresidu genoemd. In Vlaanderen wordt ook het begrip “organische nevenstroom” frequent gebruikt (OVAM, 2014).

Voedselverspilling: term die gebruikt wordt om de meest fundamentele vorm van voedselverlies te benoemen, duidend op het verlies dat voorkomt aan het einde van de voedselketen, in de winkel of bij de consument (Njie, 2012; OVAM, 2012).

Bijproducten: worden geproduceerd als integraal onderdeel van het productieproces van het hoofdproduct, maar kunnen met zekerheid en zonder verdere behandeling nuttig worden gebruikt, rechtmatig en zonder ongunstige effecten op het milieu of de menselijke gezondheid (Europese kaderrichtlijn afvalstoffen 2008/98/EG).



4.1. PLANTAARDIGE GROENE (REST)STROMEN

Groene stromen kunnen afkomstig zijn uit verschillende sectoren binnen de land- en tuinbouw en worden gekenmerkt door een relatief lage C:N verhouding en een laag droge stof gehalte. De grootste stromen zijn onder andere oogstresten van groenten en fruit en de marktoverschotten bij de veiling. Daarnaast is er ook een groot volume aan bermmaaisel.

1. Reststromen uit groenteteelt

a) Vollegrondsteelt

Reststromen uit groenteteelt, vaak oogstresten, worden doorgaans gekenmerkt door een hoge stikstofinhoud (Rahn et al., 1992) en een lage C:N verhouding (De Neve & Hofman, 1996). Wanneer de oogstresten, doorgaans in het najaar, achterblijven op het veld (bv. bij bloemkool en selder) of na het kuisen terug op het veld worden gebracht (bv. bij prei) mineraliseren ze snel en kan stikstof uitspoeling naar het grondwater optreden (De Neve & Hofman, 1996). Naast nutriëntenuitspoeling kunnen deze gewasresten ook pathogenen naar de bodem brengen. Anderzijds kennen deze reststromen in Vlaanderen een grote geografische spreiding en riskeren ze, wanneer ze op het perceel worden verzameld, veel aarde te bevatten, wat de rendabiliteit van economisch hoogwaardige valorisatie (bv. extractie van bepaalde functionele componenten, vertrekkende van een propere en zuivere stroom) bemoeilijkt. Aarde die meegaat in de compostering stelt niet echt een probleem voor het composteringsproces. Kleihoudende teelaarde is zelfs gunstig voor de kwaliteit van het eindproduct (stabilisatie van organische stof, vorming van een klei-humuscomplex). Aarde verlaagt wel het organische stofgehalte van de compost wat minder gunstig kan zijn bij het vermarkten van het product en/of het halen van de norm voor het organische stofgehalte. De compost zal ook zwaarder zijn aangezien aarde meer weegt dan organisch materiaal.

Het afvoeren van de oogstresten is echter niet evident (weinig aangepaste machines, veel aarde). In het Oogstrestenproject in opdracht van VLM 'Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4)' (UGent, ILVO, BDB, PCG, PSKW, Inagro) worden twee fundamenteel van elkaar verschillende strategieën vergeleken, met name afvoeren van oogstresten gevolgd door een bewaring, behandeling en toepassing ervan, of het op het veld achterlaten van de oogstresten, al of niet gevolgd door een behandeling op het perceel. Na afvoer is één van de mogelijkheden om de oogstresten te composteren en nadien als bodemverbeteraar terug op het veld te brengen (al dan niet hetzelfde veld). Deze compostering kan gebeuren door de landbouwer of door een industriële composteerder. Het industrieel composteren van oogstresten is in België enkel mogelijk bij gft-composteerders (niet toegelaten bij groencomposteerders) die hiervoor een vergunning hebben. De oogstresten kunnen eventueel ook op het veld geïnoculeerd worden met geschikte bacteriën (bv. via compostthee, uitleg zie Box 4). Een andere mogelijkheid is de oogstresten in te kuilen. De ingekuilde resten kunnen mogelijk een toepassing hebben als grondstof voor vergisting, in de veevoeding of kunnen teruggebracht worden op het veld om bij te dragen aan de opbouw van organische stof. Het inkuilen kan ook als

bewaartechniek gezien worden om de seizoensgebonden beschikbaarheid van inputmateriaal in de compostering op te vangen.

Een typevoorbeeld van dergelijke stromen, zijn de oogstresten van prei (Figuur 4). Binnen het Genesys project wordt deze stroom (en met name de mogelijkheid om ze te betrekken in een compostering) verder uitvoerig bestudeerd omdat preiresten door verschillende stakeholders als belangrijke probleemstroom aangegeven werd, en dit om volgende redenen:

- Het is een belangrijke groenteteelt in Vlaanderen (4.800 ha volgens Boerenbond, 2012).
- Er worden tussen de 10-20 ton versgewicht per ha gewasresten (preiloof) geproduceerd (interne database GeNeSys).
- Deze resten bevatten veel stikstof (60 kg stikstof/ha volgens Oogstrestenproject).
- De preiresten bederven snel door het hoge vochtgehalte.
- Wanneer de landbouwer de preiresten zelf wil verwerken, is hij verplicht deze terug te voeren op de percelen waar de prei geroid werd. Aanbrengen van gewasresten op een door de oogst verdichte, zuurstofarme bodem kan leiden tot verzuring, nutriëntenuitspoeling, gasvormige nutriëntenverliezen (methaan, lachgas, ammoniak) verhogen van de overlevingskans van preipathogenen.

Een voordeel bij prei die bestemd is voor de versmarkt (83% van het areaal prei of 4.000 ha volgens Boerenbond, 2012) is dat de prei op het bedrijf marktklaar wordt gemaakt en dat de preiresten zich dus op het bedrijf zelf bevinden. Ze moeten niet apart worden opgehaald van het veld waardoor geen machines moeten worden aangepast en geen grote hoeveelheid bodemdeeltjes wordt meegenomen bij de ophaal, wat de kuil- en compostkwaliteit ten goede komt. Bovendien wordt prei bijna het hele jaar door geoogst (vooral november-maart), waardoor dus continu kan gecomposteerd worden.



Figuur 4: Oogstresten van prei

b) Serreteelt

Van alle groenteteelten onder glas is de tomatenteelt de belangrijkste in Vlaanderen, namelijk 51% van het areaal glasgroenten of 477 ha (Landbouwrapport, 2012). Tomaten worden vandaag meestal gekweekt op hydrocultuur met gebruik van steenwolsubstraat, maar ook een grondgebonden teelt komt nog voor (biologische teelt). Het tomatenloof

(blad tijdens de teelt of blad + stengels bij opruimen van de serre) wordt momenteel versnipperd en ondergewerkt of verbrand. Composteren van de tomatenresten is niet evident omdat er touwtjes (nylon) en clips in vermengd zitten die bovendien het verhakselen en keren hinderen. Die aanwezigheid van touwtjes en clips is trouwens problematisch voor elke mogelijke valorisatie. Puur composteren van het loof is bovendien niet aangewezen omdat het materiaal, dat als groene stroom kan gecatalogeerd worden, te nat is. Eventueel zou het materiaal vooraf ingedroogd kunnen worden op stam in de serre voor het opruimen van de teelt. Een Nederlands glastuinbouwbedrijf slaagt er nochtans wel in om eigen teeltresten (loof en stengels) van paprika, tomaat en komkommer te composteren. Al naargelang de eigenschappen van het eigen materiaal wordt er extern materiaal aangevoerd om tot een goede C:N verhouding te komen (Farmcompost, 2004).

2. Reststromen uit fruitteelt

Als voorbeeld van reststromen uit fruitteelt focussen we hier op aardbeien, gezien het belang van deze teelt in Vlaanderen en de opportuniteiten voor valorisatie van de ermee geassocieerde reststromen (aardbeiplanten en teeltsubstraat). In 2012 werd in België 40.500 ton aardbeien geproduceerd (ADLO, 2013). Aardbeien worden in de volle grond of op veensubstraat geteeld. Substraatteelt vindt plaats in openlucht (al dan niet met overkapping) of in serres.

Vollegrondsteelt van aardbeien gebeurt voornamelijk in Zuid-Limburg, Hageland en de Noorderkempen. De productie start in mei in wandelkappen en in juni in openlucht en loopt door tot half/eind september, afhankelijk van het weer. Door terug kappen te plaatsen kan dit seizoen nog wat verlengd worden. Daarna worden de aardbeiplanten versnipperd en ondergewerkt op eigen (niet-aardbei) percelen of op percelen van bureau-landbouwers. Indien de teler zelf geen grond ter beschikking heeft, worden de resten soms nog verbrand. Een aardbeiteler uit West-Vlaanderen experimenteert momenteel met het boerderijcomposteren van bedrijfsresten samen met stalmeest verkregen via een bureau-regeling. Bij substraatteelt van aardbeien worden de planten samen met het substraat uit de serres verwijderd en afgevoerd naar een verwerkingsbedrijf. Het loof wordt daar vergist en het substraat krijgt een nabewerking waarna het als bodemverbeterend middel kan worden toegepast. Ofwel worden de resten tijdelijk opgeslagen en in het voorjaar uitgereden (door een loonwerker of de landbouwer) op een (eigen) akker. Het is momenteel niet duidelijk om welke hoeveelheden dit gaat. Binnen GeNeSys worden de mogelijkheden voor het composteren teeltsubstraat verder onderzocht (zie verder bij 4.2 Bruine stromen).

3. Marktoverschotten

De doordraai van veilingen (= hoeveelheid die niet verkocht wordt omdat een bepaalde minimumprijs niet gehaald is) wordt eigendom van de overheid. Voor zowel tomaat en bloemkool loopt dit op tot ongeveer 500 ton per jaar. Deze resten worden uitgestort op het land, hoewel een kleine hoeveelheid via voedselbedeling naar kansarmen gaat. Het gaat om relatief propere stromen. De veilingen zijn niet geïnteresseerd in het composteren van hun doordraai omdat het hen niet haalbaar lijkt door het zeer hoge vochtgehalte (< 5% droge stof). Binnen de eerste technische case van GeNeSys wordt

onder andere gefocust op de valorisatie van deze doordraai op de veiling waarbij getest wordt hoe deze stroom kan gestabiliseerd worden (persen, drogen, ...) en hoe vervolgens een zo hoog mogelijke waarde kan gecreëerd worden (extractie, ...). Meer informatie over hoeveelheden en wetgeving van doordraai is in deze mededeling te lezen. De mogelijkheden tot valorisatie zijn afhankelijk van het type groente of fruit. Bij overproductie van appel zijn er vaak nog verwerkingsmogelijkheden naargelang de kwaliteit (compote, appelsap, ...). Maar bij bv. peren daarentegen zijn er minder oplossingen bij overproductie. Hier is dus zeker nog ruimte voor betere valorisatie.

4. Vers grasmaaisel

Binnen het project Graskracht (Inverde, 2012) werd de hoeveelheid bermmaaisel geschat op 72.032 ton droge stof/jaar. Het aantal potentiële verwerkingsmogelijkheden voor bermmaaisel is in principe erg ruim, maar in de praktijk wordt slechts een beperkt aantal ervan ook effectief toegepast. In Vlaanderen wordt er, voor zover effectief overgegaan wordt tot verwerking, in de praktijk hoofdzakelijk groencompostering toegepast (OVAM, 2009). De gate-fee (tarief te betalen bij aanvoer op composteerbedrijf) is bedrijfsafhankelijk, maar ligt tussen de €30-50 per ton (persoonlijke communicatie stakeholders). Hierbij zijn een aantal grote knelpunten: de piekaanvoer (2x per jaar grote volumes) die zorgt voor problemen met versheid en opslag, de verwerkingsplicht (maaisel moet in principe direct afgevoerd en verwerkt worden, maar dit gebeurt niet altijd), eventuele geurhinder en de vervuiling (veel afval en zout). Nochtans zijn die ervaringen wisselend; zo gaf een groot composteerbedrijf aan dat zowel de zoutgehalten als de aanwezigheid van zwerfvuil bij aangevoerd bermmaaisel (ca. 4.000 ton jaarlijks) geen knelpunt vormden. Zware metalen vormden tot 10 jaar geleden een probleem dat op vandaag opgelost is via zuiveringsinstallaties bij de compostering zelf. Inkuilen kan een oplossing vormen voor de nood aan directe verwerking. Voor meer informatie omtrent de verwerking van bermmaaisel wordt verwezen naar *Geïntegreerde verwerkingsmogelijkheden (inclusief energetische valorisatie) van bermmaaisel* (OVAM, 2009).

Grasmaaisel kan ook op kleinere schaal en op land- en tuinbouwbedrijven een reststroom zijn. Een specifieke vraag kwam van een graszodenbedrijf dat beschikt over grote hoeveelheden grasmaaisel. In het verleden waren er problemen met de opslag (sterke geurhinder). Sinds vier jaar, waarvan twee jaar echt intensief, wordt het maaisel er gecomposteerd. Groenafval van tuinaannemers wordt geïncorporeerd als bruine, structuurrijke stroom. Het grasmaaisel is beschikbaar tussen maart en november. Tussen december en maart wordt naar een alternatieve 'groene' fractie gezocht om een goede verhouding van uitgangsmateriaal te handhaven en dus een constante compostkwaliteit na te streven. Het betrekken van groene reststromen van omliggende bedrijven zou een oplossing kunnen bieden, maar is op regelgevend vlak weinig evident. Het inkuilen van grasmaaisel zou ook een mogelijke oplossing kunnen zijn om het meer geleidelijk te benutten.

4.2. PLANTAARDIGE BRUINE STROMEN

De houtige fracties van groenafval, houtsnippers, houtschors, stro, etc. zijn de voor de hand liggende bronnen van koolstof en structuur in de compostering. De groenestroomcertificaten verbonden aan de productie van biobrandstoffen maken het momenteel echter vaak economisch voordeliger voor bv. tuinaannemers, biomassaverwerkers om houtige biomassa af te voeren voor verbranding in plaats van te composteren. Een gevolg van de warmte-/energieopwekking van houtige biomassa is het tekort aan (of de hoge prijs van) bruine stromen voor vele (zowel groot- als kleinschalige) composteerders. Een mogelijke piste is te zoeken naar win-win situaties via alternatieve stromen uit diverse sectoren. Daar wordt in dit deel verder op gefocust.

1. Tuinbouw

a) *Teeltsubstraten uit serreteelt*

Van alle groenteteelten onder glas is de tomatenteelt de belangrijkste in Vlaanderen, namelijk 51% van het areaal glasgroenten of 477 ha (Landbouwrapport, 2012). Het merendeel (> 90%) van de tomaten wordt op substraten gekweekt (persoonlijke communicatie Boerenbond, 2014). Vandaar is tomatensubstraat potentieel een interessante stroom om op te focussen. Echter, meer dan 90% van de tomatentelers gebruikt substraat dat hoofdzakelijk uit steenwol bestaat (www.plattelandswijzer.be), zo



Figuur 5: Growbags van tomaten

bevestigde ook een tomatenkweker uit Oost-Vlaanderen. Een grote potgrondfabrikant ontwikkelde recent echter een organisch en volledig bio-afbreekbaar teeltsubstraat (1,30m x 0,15m x 0,10m), bestaande uit kokosvezel en duurzaam ontgonnen veen (Figuur 5). Het voordeel hiervan is dat via het organisch substraat additieven zoals schimmelpreparaten, organische meststoffen

en bio-stimulators kunnen worden toegevoegd. Het is ook de bedoeling dat het organische substraat met de composteerbare folie en het plantenmateriaal in één keer kunnen opgeruimd worden.

Binnen dit onderzoeksproject focussen we hier verder op in een specifieke case. Momenteel gebruikt één grote tomatenteler in Vlaanderen deze bio-afbreekbare growbags. De gebruikte growbags (potgrond met wortels + folie) bevatten wat structuurrijk materiaal (door de wortels) en een hoog gehalte organische stof (ca. 86% op droge stof, eigen analyses), vandaar de denkpiste dat dit materiaal als alternatieve bruine stroom in compostering kan benut worden. Er is ongeveer 322 ton (35 ton/ha x 9,2 ha) beschikbaar in december bij deze teler. Dit wordt reeds door een gespecialiseerd composteerbedrijf gratis opgehaald en gecomposteerd omdat er een overeenkomst is met de producent van de growbags. Voor tuinbouwers lijkt het in eerste instantie weinig haalbaar om dit zelf te composteren (omwille van zowel regelgevende als logistieke vereisten) en deze hoeveelheid is te klein voor grootschalige industriële composteerinstallaties. Bij de verdere verwerking van deze teeltsubstraten, zijn het

wetgevend kader en vooral het statuut van dit product bepalend voor de mogelijkheden die de verschillende schakels in de keten hebben. Wanneer de substraten op het composteerbedrijf toekomen, wordt dit als 'organisch-biologisch afval' beschouwd. Voor het gebruik als grondstof van bepaalde afvalstoffen is namelijk een grondstofverklaring vereist (VLAREMA). Wanneer de substraten op het tuinbouwbedrijf zelf worden uitgereden op het veld is dit niet nodig.

Voor de serre-gerelateerde **fruitteelt** wordt de bespreking hier beperkt tot de substraatteelt van aardbeien. Substraatteelt vindt plaats in teeltbakken/-potten of zakken (veenbalen) die op stellingen staan. Deze kunnen in openlucht staan al dan niet afgeschermd met plastic kappen, of in plastieken of glazen serres. Bij substraatteelt groeien de aardbeiplanten in een substraat van veen en kokos al dan niet gemengd met perliet (Figuur 6). In de Noorderkempen wint stellingenteelt aan belang (VILT, 2013a). De Belgische Fruitveiling stelt ook dat grondteelt geleidelijk vervangen moet worden door stellingenteelt (VILT, 2013a). Tegenover de hogere kostprijs staan de grotere opbrengst, kwaliteit en de betere prijs die de handel betaalt voor aardbeien die geteeld worden onder beschutting. Bovendien moet de teler ook geen rekening houden met teeltrotaties en bodemziektes (VILT, 2013b). Aardbeien zijn beschikbaar van maart tot eind december, maar sinds 2014 zijn ze zelfs jaarrond beschikbaar op Veiling Hoogstraten. Afhankelijk van het teeltsysteem komt het substraat vrij in juni of december wanneer de serres worden geleegd. Bij substraatteelt van aardbeien worden de planten samen met het substraat uit de serres verwijderd en afgevoerd naar een verwerkingsbedrijf. Het loof wordt daar vergist en het substraat krijgt een nabewerking waarna het als bodemverbeterend middel kan worden toegepast. Ofwel worden de resten tijdelijk opgeslagen en in het voorjaar uitgereden (door een loonwerker of de landbouwer) op een (eigen) akker. Het is momenteel niet duidelijk om welke hoeveelheden dit gaat. Uit verkennende analyses blijkt dat deze teeltsubstraten zeer veel organische stof bevatten (ca. 90% op de droge stof). ILVO werkte ook vier jaar samen met PC Hoogstraten en diverse potgrondfabrikanten rond het gebruik van alternatieve substraten in de aardbeiteelt op substraat, meer informatie is te lezen in Box 5 (Vandecasteele et al., 2014a).



Figuur 6: Aardbeisubstraat

b) Snoei- en rooiresten

Bij de teelt van pitfruit, steenfruit en houtig kleinfruit komen houtige reststromen vrij. De belangrijkste pit- en steenfruitsoorten in Vlaanderen zijn appel (7.140 ha met een productie van 220.560 ton, ADLO, 2012/2013) en peer (8.579 ha met een productie van 234.567 ton, ADLO, 2012/2013). Telers van pit- en steenfruit hebben houtige reststromen wanneer de fruitbomen worden gerooid (dit gebeurt om de 12-15 jaar voor appel en om de 25-30 jaar voor peer) en gesnoeid. Het is op dit moment onduidelijk over welke jaarlijkse hoeveelheden dit gaat. Vroeger was de gangbare praktijk om deze reststromen te verwerken en ziekterisico te vermijden door ze te verbranden in openlucht. Dit is nu in de meeste gemeentes verboden, behalve wanneer er bacterievuur vastgesteld wordt (KB van 23 juni 2008 met maatregelen om het binnenbrengen en het verspreiden van bacterievuur te voorkomen). Het rooi- en snoeiafval wordt nu meestal geklepeld of gehakseld en gaat dan naar verbrandingsinstallaties voor groene energie.

De belangrijkste teelten van houtig kleinfruit in Vlaanderen zijn frambozen (1.208 ton, ADLO, 2013) en rode bessen of aalbessen (780 ton, ADLO, 2013). Deze teelten genereren jaarlijks houtige stromen. Een inschatting geven van de hoeveelheid houtig afval is echter zeer moeilijk. Veel hangt af van de teelt, zo zal er bij framboos en braam heel wat meer houtig afval zijn dan bij rode bes en stekelbes. Blauwe bes, kiwibes en zwarte bes zitten hier waarschijnlijk ergens tussen. Een teler van houtig kleinfruit in openlucht maakte een inschatting van de hoeveelheid houtige reststromen (verwijderen van afgedragen scheuten en uitdunning werden in rekening gebracht), zie Tabel 1. Via de areaalgegevens van ADLO werd per soort berekend over hoeveel tonnages dit in totaal gaat voor Vlaanderen. Volgens deze berekening kan jaarlijks ca. 456 ton aan houtig materiaal vrijkomen uit de productie van houtig kleinfruit.

Tabel 1: Productie houtige reststromen kleinfruit

Fruitsoort	Houtige reststroom (ton/ha)	Totaal in Vlaanderen (ton)
Framboos	3-4	261
Braam	3	30
Kiwibes	1,5-2	47
Blauwe bes	1-3	144
Rode bes en stekelbes	0,5-1	79

Momenteel worden deze resten verbrand, gecomposteerd of na verhakselen ondergeploegd. De compostering op de bedrijven verloopt echter niet optimaal. De snoeiresten worden bv. niet optimaal gemengd met andere (groene) materialen, enkel met beschikbare reststromen op het bedrijf. Het wettelijk kader bemoeilijkt een meer optimale compostering met een grotere diversiteit aan inputs. Het aantrekken van stalmest zorgt er bv. voor dat je aan andere rubrieken binnen VLAREM moet voldoen

(zwaardere milieuvergunningssklasse), waardoor de investeringen (bv. vloeistofdichte ondergrond) onmiddellijk een pak duurder worden.

2. Boomkwekerij

De boomkwekerijsector heeft veel snoei- en sorteerafval (oktober-april) en marktoverschot (mei-oktober). Dit is allemaal structuurrijk materiaal (takjes, stammen, wortels, eventueel wat bladeren, naalden). Er wordt geschat dat dit voor Vlaanderen tussen de 28.988 en 40.583 ton/jaar aan houtig materiaal is (stakeholdergegevens; Meeusen et al., 1998; VILT, 2013c). Vroeger werden deze resten verbrand, maar aangezien dit vandaag verboden is, wordt naar alternatieven gezocht. Een boomkweker geeft aan dat deze houtige reststromen meestal verhakseld, gezeefd en op een hoop gegooid worden. Een zeer fijne verhakseling is nodig om het stroppen van zaai- en plantmachines te voorkomen indien men de snippers op het eigen bedrijf wil onderwerken. Dit is economisch gezien echter moeilijk haalbaar aangezien verhakselen een duur proces is. Daarom wordt op dit bedrijf minder fijn verhakseld (kostprijs tot €10 per ton door loonwerk) waardoor nog vrij grote houtresten (> 4 cm) aanwezig zijn. Dit materiaal wordt nu soms ondergewerkt op de eigen percelen, wat een potentieel risico op ziektes met zich meebrengt. Composteren op deze boomkwekerij wordt voorlopig beschouwd als weinig haalbaar door de grote kosten van een compostkeerder en de manuren om het proces op te volgen. De houtresten laten afvoeren door industriële composteerbedrijven is financieel ook niet haalbaar (ca. €25 per ton). Bovendien betalen de boomkwekerijen dan ook nog eens voor de compost (€2,5 per ton excl. transport) die wordt aangekocht. Afvoer naar bio-energiecentrales is ook geen optie omdat het hout te veel zand en grond bevat. Ondanks deze knelpunten heeft compost nochtans veel te bieden in de boomkwekerijsector aangezien de gronden er na lange tijd sterk op achteruit gaan en compost op lange termijn kosten voor gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen kan uitsparen.

Een mogelijke win-win situatie ontstaat wanneer landbouwers of gespecialiseerde kmo's het houtig materiaal gratis komen afhalen om te composteren. Een andere optie kan zijn dat de boomkweker zelf zijn houtige reststromen composteert met bv. stalmest (die nu meestal gratis wordt aangevoerd via burenenregeling) of dit op zijn bedrijf laat composteren door een gespecialiseerd bedrijf, om zo een beter product te bekomen. Qua regelgeving wordt dit dan weer complexer.

3. Natuursector

Uit een voorlopige karakterisatie op ILVO van een aantal van de hieronder besproken 'bruine' reststromen, blijkt dat veel van deze stromen zeer structuurrijke materialen zijn en, eventueel na afzeven, een groot gehalte aan organische bezitten (Gybels et al., 2013). Al dan niet na fractionering, kunnen sommige stromen zodoende een interessant alternatief vormen voor het tekort aan structuurrijk materiaal in de compostering. Bovendien zijn andere fracties geschikt voor toepassingen in onder meer de potgrondsector. Voorlopige resultaten zijn terug te vinden in het eindrapport van een onderzoek naar de toepassing van beheerresten als bodemverbeteraar (Gybels et al., 2013; zie ook <http://www.inverde.be/>). Binnen GeNeSys en in samenwerking met onder meer ANB, Inverde en Natuurpunt, wordt dit onderzoek verder gezet.

a) Structuurrijk maaisel

Hoewel dit van gebied tot gebied sterk verschillend kan zijn, blijkt dat natuurbeherende instanties vaak problemen hebben met de afzet van structuurrijk maaisel dat niet gebruikt kan worden als veevoeder of strooisel. Vergisting van het maaisel gebeurt nauwelijks aangezien hiervoor fijn gehakseld, best jong en vers gras nodig is, in voldoende grote hoeveelheden (Inverde, 2012). Het beheermaaisel waarvan hier sprake kan vers zijn, maar het is geen typisch landbouw grasmaaisel omwille van de aanwezigheid van kruiden en schijngrassen (russen en zegges), met een ruw, stengelig en eerder bruin karakter. Sommige maaisels worden ingezet als wintervoeder voor bv. Galloway runderen of als stalstrooisel, maar niet alle maaisel is hiervoor geschikt. Bovendien vormt de beperkte toegankelijkheid van vele natuurpercelen een extra uitdaging om de vaak kleine hoeveelheden op een geschikte manier af te voeren.

In 2009 liep reeds een project 'Kleinschalig composteren van beheerresten' (Fonds Duurzaam Afval- en Energiebeheer, Koning Boudewijnstichting) met Natuurpunt, VLACO vzw en ILVO waarbij landbouwers terreinbeheerders leerden composteren in de natuurgebieden (enkel met materiaal uit natuurgebieden). Gedurende twee jaar is toen effectief gecomposteerd in de natuurgebieden. De compost werd gebruikt op akkers van landbouwers. Er bleken echter te weinig stikstofrijke inputstromen aanwezig te zijn in de natuurgebieden om een goeie compostkwaliteit te hebben (Vandecasteele et al., 2014b). Na afloop van het project is dit niet verder opgevolgd. Natuurpunt heeft desalniettemin twee compostkeerders aangekocht, en de interesse neemt momenteel opnieuw toe. In de natuurterreinen wordt af en toe zelf (al dan niet met dierlijke mest) gecomposteerd waarna de compost afgevoerd wordt. De kostprijs voor de afzet van maaisel naar grootschalige composteerbedrijven is vaak een drempel en bepaalde verwerkers kunnen met het lange maaisel ook moeilijk overweg. Bij het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) gaat het grasmaaisel nochtans grotendeels naar composteerinstallaties. Er loopt momenteel een proefproject waarbij Natuurpunt het maaisel composteert bij een landbouwer uit de buurt. Het kan namelijk interessanter zijn om het composteren bij de landbouwer uit te voeren en dus de beheerresten naar de landbouwbedrijven te brengen om te mengen met reststromen van het landbouwbedrijf. De terreinbeheerders geven ook aan dat idealiter de beheerresten direct naar de landbouwer zouden gaan om op het landbouwbedrijf te composteren, want zelf composteren betekent een extra investering. Op zich zou het voor de natuurbeheerders volstaan als ze het maaisel aan een zo laag mogelijke kost kunnen afzetten. De natuurbeheerders zouden zelf een belangrijke rol kunnen vervullen door bv. het ter beschikking stellen van materieel, het coördineren van vraag en aanbod, etc. Maar ook de overheid zou een belangrijke rol kunnen spelen om dergelijke samenwerking meer te stimuleren, daar waar het vergunningenbeleid nu eerder ontmoedigend werkt. Een landbouwer mag zonder milieuvergunning namelijk geen extern materiaal aanvoeren om te composteren op zijn bedrijf. Indien er een gebruiksovereenkomst is tussen de landbouwer en het natuurterrein mag de landbouwer het maaisel wel gebruiken als strooisel of rechtstreeks op zijn bodem onderwerken, maar niet composteren.

b) Houtsnippers

Het houtig materiaal afkomstig uit natuurbeheer vindt gemakkelijk een afzet naar de energiesector (energie- of warmteopwekking) indien het aan specifieke criteria (afmetingen, laag vochtgehalte) voldoet en is dus een nauwelijks beschikbare stroom voor compostering. Bij grote energiecentrales wordt ca. €20 à 30 per ton verkregen afhankelijk van het vochtgehalte, bij kleinere installaties is een hogere kwaliteit van de houtsnippers vereist, maar wordt ook een hogere prijs verkregen. Kleinere houtstromen worden op het terrein zelf verhakeld en verkocht (de prijs weegt echter niet op tegen de investering in arbeid en materieel).

c) Heideplagsel en heidechopper

Plaggen is een beheermaatregel die dikwijls gebruikt wordt om een verschraling van de bodem in heidegebieden te bekomen. Door de nutriëntenrijke top laag te verwijderen, krijgen planten die voordien op deze plek voorkwamen en nog aanwezig zijn in de zaadbank van de bodem, de kans om deze vrije plek opnieuw te koloniseren. Hierdoor wordt de heide in stand gehouden. Plaggen houdt in dat het grootste deel van de mineralen, samen met het strooisel en de humusrijke bovengrond verwijderd worden. Dit houdt in dat de bovenste organische laag, ca. 5 à 10 cm dik, van de bodem wordt afgeschraapt en afgevoerd (Figuur 7). Meestal worden de werken uitgevoerd tussen half augustus en februari afhankelijk van de terreinomstandigheden (Gybels et al., 2013). Chopperen is het in één of twee werkgangen verwijderen van de vegetatie, inclusief mossen, en het bovenste deel van de humuslaag (2 à 3 cm dik). Chopperen situeert zich in feite tussen plaggen en maaien in. De voedselrijke bovenlaag wordt niet geheel weggehaald (zoals bij plaggen), maar er blijft ook niets van de vegetatie staan (zoals bij maaien). Het geklepelde materiaal wordt opgezogen en bij voorkeur rechtstreeks in een transportcontainer geladen. De laatste jaren wordt meer gechopperd aangezien het aanzienlijk goedkoper is dan plaggen. De kost van chopperen bedraagt zo'n €2.000 per ha (zonder BTW), van plaggen €8.000-10.000 per ha. Op basis van gegevens over de laatste drie jaar van ANB en Natuurpunt wordt ingeschat dat er gemiddeld 42.000 m³ of 14.621 ton versgewicht per jaar plagsel vrijkomt. Data over chopperen werd enkel verkregen via ANB, gemiddeld komt dit neer op ca. 18.500 m³ of 6.438 ton vers materiaal per jaar (Gybels et al., 2013).

Het heideplagsel en -chopper moet dus uit de heidegebieden verwijderd worden. Momenteel worden deze beheerresten vaak op naburige akkers uitgespreid en ondergeploegd, gebruikt in de eigen potstallen voor natuurvee (vermengd met ander materiaal) of meegenomen door de bedrijven die de werken uitvoeren. Eén enkel composteerbedrijf krijgt gratis heideplagsel van de aannemers, het plagsel wordt als 'grond' beschouwd. Een ander bedrijf dat organische substraten maakt, voert sinds 2012 heidegrond uit naar Frankrijk. Heidechopper komt vooral uit Noord-Limburg, plagsel uit de Antwerpse Kempen. Het materiaal wordt verpakt in zakken voor de retail markt of in grotere volumes voor de teelt van coniferen. Op jaarbasis gaat het om ca. 1.500 m³ chopper en 8.000 m³ plagsel.



Figuur 7: Heide na plaggen (ANB)

d) Riet

Riet wordt elk jaar gemaaid langs oevers van waterlopen om de doorstroom van het water te behouden. Aangelanden (eigenaars van de gronden langs de waterlopen) moeten wettelijk toegang verlenen aan de aannemers die de werken uitvoeren en zijn verplicht om het maaisel en het slib op hun gronden te aanvaarden als het niet vervuild is. Het riet langs wegen en in woongebieden mag niet blijven liggen en moet worden afgevoerd. Een concreet voorbeeld: in de Oostkustpolder (Knokke, Damme, Brugge) wordt het riet door de loonwerker verzameld op een depot. Dit is niet verhakseld en is af en toe vervuild met afval (plastic, glas, blikjes) van langs de wegen. De maaiwerken vinden plaats tussen begin juli en begin december, met een piek vanaf 20 augustus. Het gaat voor deze regio om ongeveer 1.200 m³ of 91 ton vers riet per jaar. Dit is zeer structuurrijk materiaal met ca. 92% organische stof op de droge stof (gegevens Oostkustpolder, 2013). Andere gegevens over hoeveelheden van rietmaaisel zijn momenteel niet beschikbaar.

e) Strooisellaag van naaldbossen

Een andere potentiële, maar in hoeveelheid vrij beperkte reststroom uit natuurgebieden is de strooisellaag van naaldbossen die verwijderd wordt wanneer deze worden omgevormd naar loofbos in het kader van multifunctioneel bosbeheer. In de periode 2009-2010 werd ongeveer 1.000 m³ naaldenstrooisel afgevoerd in kader van heideherstel op circa 6 ha naaldhoutbestanden (Gybels et al., 2013). Omwille van de zure eigenschappen wordt dit materiaal gebruikt als substraat in specifieke teelten zoals *Azalea* (Gybels et al., 2013).

4.3. DIERLIJKE MEST

Naast plantaardige reststromen kan ook dierlijke mest een belangrijke component zijn in compostering. Eerder dan in openlucht systemen worden mestfracties (bv. kippenmest, dikke fractie varkensmest, ...) in gesloten tunnels behandeld (= biologische behandeling) op mestverwerkende (zie Box 7 voor meer uitleg) bedrijven. De hoofddoelstelling is een

hygiënisatie: het materiaal moet minstens 1 uur 70°C halen om bepaalde pathogenen (bv. *Salmonella* en *E. coli*) af te doden (Bezemrichtlijn 92/118/EEG). Het eindproduct, dat niet helemaal te vergelijken is met een echte compost wegens nog erg onstabiel en met hoge gehalten ammoniakale N, wordt geëxporteerd naar het buitenland (in hoofdzaak naar Frankrijk) om daar als meststof te worden toegepast.

Box 7. Mestbewerking versus mestverwerking

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen mestverwerking en mestbewerking. Het belangrijkste verschil is dat bij mestbewerking de nutriënten na de behandeling van de mest wel op de Vlaamse landbouwgrond worden gebracht. Mestverwerking verwijst naar export of behandeling waarna de nutriënten niet op Vlaamse landbouwgrond terechtkomen.

Compost (en digestaat, zie verder) wordt, van zodra er een fractie dierlijke mest in verwerkt zit, in zijn totaliteit als dierlijke mest beschouwd, hetgeen opnieuw een specifieke regelgeving voor afzet met zich meebrengt, maar vooral ook beperkingen voor toepassing impliceert. Voor meer informatie wordt verwezen naar de Praktijkgids Bemesting van het Departement Landbouw en Visserij, afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling⁷.

a) Kippenmest

Kippenmest kan beschouwd worden als een groene component door zijn lage C:N verhouding van ca. 8 (Reubens et al., 2013). De mest bevat veel nutriënten, vooral minerale stikstof en is dus snelwerkend. In een afgelopen onderzoeksproject "*Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas*" (Reubens et al., 2013) werd op ILVO reeds geëxperimenteerd met boerderijcompostering met biologische kippenmest als groene component. De proeven toonden aan dat compostering met kippenmest effectief kansen biedt om tot een kwaliteitsvol eindproduct te komen. Een aandeel kippenmest van 10% (volumebasis) vormt echter de bovengrens voor een compostering in de openlucht waarboven de verliezen aan koolstof en aan stikstof te hoog liggen. Dat betekent dat de hoeveelheden kippenmest die via deze weg gevaloriseerd kunnen worden eerder beperkt zijn. Verder werden in dit project ook andere pistes onderzocht voor optimale behandeling van kippenmest, zoals het opmengen met compostproducten, bv. via gezamenlijke opslag of aanwending, of het aanbrengen van groencompost in de loopstal van leghennen.

b) Varkensmest

De nood aan mestverwerking of -bewerking (Box 7) en afvoer naar andere bedrijven is vooral groot binnen de varkenshouderij aangezien varkenshouders doorgaans weinig land hebben. De bewerking van ruwe varkensmest vertoont wel een dalende trend sinds 2010 (VCM-enquête, 2013). Dit is onder andere te verklaren door de sterke toename van de

⁷ www.vlaanderen.be/landbouw/praktijkgidsen

export van ruwe varkensmest naar Nederland (125% t.o.v. 2011). De biologische verwerking is nog steeds veruit de meest toegepaste techniek in Vlaanderen (VCM-enquête, 2013). In het verleden was het ook interessanter om varkensmest te verwerken dan rundermest. Varkensmest bevat meer fosfor en stikstof per ton waardoor men minder ton moet afvoeren (dan rundermest) om te voldoen aan de verwerkingsplicht. Een bijkomende factor is de verlaagde fosfornorm die het minder interessant maakt om varkensmest uit te rijden op het land. Dit omdat de stikstof:fosfor (N:P) verhouding van varkensmest niet zo goed aansluit bij de bemestingsnormen in vergelijking tot de N:P verhouding van rundermest. De stikstofnorm (bij het opbrengen van mest op het land) kan niet voldoende ingevuld worden omdat men bij varkensmest snel gelimiteerd wordt door fosfor.

c) Rundermest

Zowel vanuit de vleesvee- als melkveesector zijn recent veel vragen en knelpunten naar voor gekomen over de opslag, behandeling en verwerking van vaste rundermest. Gezien de sterke vraagedrevenheid, wordt hierna verder gefocust op valorisatiemogelijkheden voor rundermest, en dus niet op kippen- en varkensmest. Hieronder wordt achtereenvolgens stalmest, drijfmest (dikke en dunne fractie) en digestaat na anaerobe vergisting van rundermest besproken.

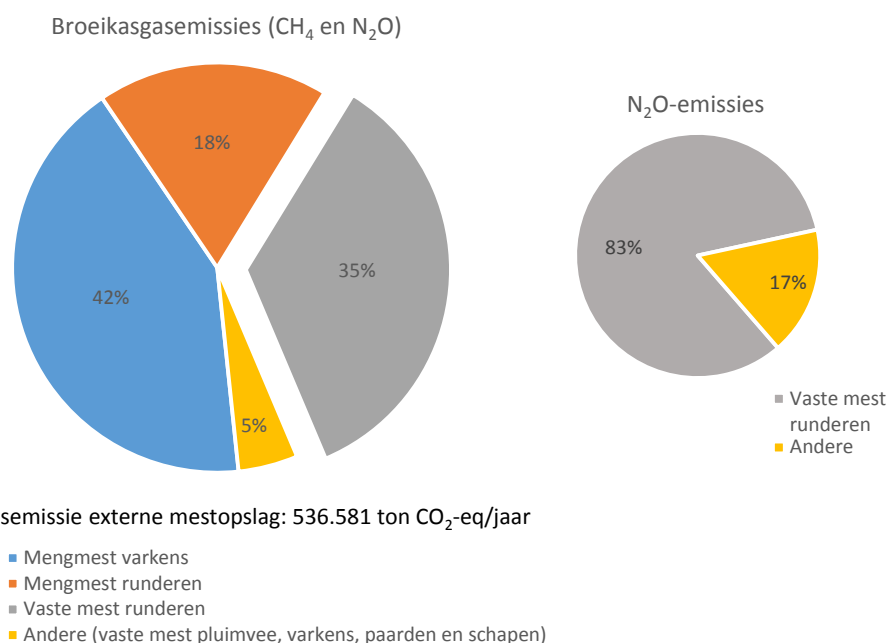
(1) Stalmest

In 2005 schatte LNE de hoeveelheid rundveestalmest in externe mestopslag in Vlaanderen op 2.078.075 m³ (LNE, 2006), zie Tabel 2. Het recent ingevoerde verbod van opslag van vaste mest op de kopakker in de periode van 15 november tot en met 15 januari en een maximale opslagduur van één maand op landbouwgrond buiten die periode (VLM, 2013), zorgt voor de nodige uitdagingen bij vleesveehouderijen, melkveebedrijven met potstal en akkerbouwers/groentetelers die mest tot in de winterperiode lieten aanvoeren om in het voorjaar (april/mei) op hun akkers uit te rijden. De veehouders zullen genoodzaakt worden om te investeren in een mestopslag op het bedrijf. VLAREM geeft aan dat de opslagplaats op het bedrijf aan enkele milieu-eisen moet voldoen: de vloer moet vloeiستofdicht zijn, langs drie zijden moet ze omgeven zijn door mestdichte wanden van voldoende hoogte en de vierde zijde moet dermate aangelegd zijn dat afspoeling van mestsappen niet mogelijk is. Ervaringen in bestaande mestopslagruimtes geven aan dat door interne verhitting de mest in de bovenste zone vaak te droog wordt en er mogelijks veel stikstof vervluchtigt, waardoor de mestkwaliteit daalt. Verliezen van 20-40% stikstof (voornamelijk gasvormig) worden gerapporteerd (Eghball et al., 1997). De wettelijk opgelegde eisen zullen dus niet zomaar tot lagere stikstofverliezen leiden. Volgens LNE is vaste rundermest bovendien verantwoordelijk voor 35% (Figuur 8) van de totale broeikasgasemissie (methaan en lachgas) van externe mestopslag in Vlaanderen (LNE, 2006). De bijdrage van rundveestromest tot de lachgasemissies is hierbij het belangrijkste (> 85%, Figuur 8) (LNE, 2006). Onderin zit los gestorte mest vaak te nat waardoor rotting en nutriëntenverliezen met sapverlies optreden. Door omzetten van stromest zouden nutriëntenverliezen kunnen beperkt worden en een langere opslagduur op de kopakker kunnen toegelaten worden (zie ook paragraaf 5.2.). Composteren van de mest wordt op dit moment niet afzonderlijk behandeld in het MAP, wetenschappelijke onderbouwing zou hier verandering in kunnen brengen. Er zijn namelijk twee factoren die er toe leiden

dat het risico op uitloging beperkt kan worden wanneer de stalmest gecomposteerd wordt: (1) de vorm van de ril, die zodanig is dat het water er mooi kan aflopen nadat zich een dunne korst heeft gevormd, in tegenstelling tot de grillige vorm van een hoop ruwe stalmest waar water meer zal infiltreren; (2) het composteringsproces zelf waarbij stikstof wordt vastgelegd in de biomassa van micro-organismen (Hellebrand & Kalk, 2000). Het loont de moeite om extensieve compostering (tweetal keer omzetten) van stalmest op een vloeistofdichte ondergrond en op een kopakker te vergelijken naar alle aspecten: risico op uitloging, gasvormige verliezen, kwaliteit, etc. Verder kan inkuilen (fermenteren) van stalmest een alternatieve opslagmethode zijn. Proeven in Nederland toonden aan dat 10-20% organische stof en 6-10% stikstof verloren ging bij fermentatie ten opzichte van 20-60% organische stof verlies en 33-45% stikstofverlies bij composteren. De meeste stikstof werd opgenomen door maïs uit de gefermenteerde mest en er werd drie keer meer extra gras (t.o.v. onbemest) geproduceerd na toevoeging van gefermenteerde mest in vergelijking met gecomposteerde mest (Ekoland, 2013).

Tabel 2: Geschatte hoeveelheid rundveestromest (m³) in externe mestopslag in Vlaanderen (LNE, 2006)

	Winterperiode (m ³)	Zomerperiode (m ³)
Kopakker afgedekt	43.862	7.313
Kopakker niet afgedekt	286.342	65.183
Mesthoop afgedekt	289.198	83.102
Mesthoop niet afgedekt	963.642	339.433
Totaal	1.583.044	495.031



Figuur 8: Verdeling van de totale broeikasgasemissies (links) en de N₂O-emissies (rechts) uit externe mestopslag over mesttype (mengmest vs. vaste mest) en diersoort (Data uit LNE, 2006).

Een aantal Vlaamse bedrijven, vaak biologische landbouwbedrijven, hebben reeds ervaring met compostering van vaste mest, afkomstig van het eigen bedrijf of daarbuiten. Concrete voorbeelden zijn die van een biologische rundveehouder die eigen stalmest composteert, telkens op een andere locatie, met een compostkeerder die roteert binnen een coöperatieve structuur, en die van een biologische tuinbouwer die beschikt over stalmest van Galloway-runderen via een samenwerking met Natuurpunt. Bij deze laatste wordt de stalmest die ontstaat tijdens de winter gestapeld binnen het natuurgebied, waarna een loonwerker een deel daarvan in mei naar het bedrijf brengt om te composteren met eigen tuinbouwresten. Nog een andere organisatievorm is die waarbij de compostering met stalmest door een gespecialiseerd composteerbedrijf wordt uitgevoerd. De huidige regelgeving bemoeilijkt echter dit soort samenwerkingsverbanden aangezien de externe composteerder geen ander materiaal mag aanvoeren om bij de stalmest op te mengen zonder grondstoffenverklaring. Een andere optie is een compoststal. Houtige reststromen worden onder in de stal aangebracht, de runderen lopen hierop en de verse mest wordt regelmatig ondergewerkt in de potstal terwijl de koeien gemolken worden. Zo ontstaat een goede strooisellaag in de stal.

In Wallonië en Frankrijk composteert meer dan 50% van de boeren de stalmest van het eigen bedrijf (persoonlijke communicatie Agra-Ost, 2013). In Wallonië wordt de mest meestal vanaf februari gedurende vier tot zes weken gecomposteerd om dan onmiddellijk erna uitgereden te worden. Volgens de Waalse wetgeving mag de composthoop niet elk jaar op dezelfde plaats liggen (verdichting van de bodem). Traagwerkende meststoffen mogen ook tijdens de winter worden uitgereden. In Vlaanderen is dit niet toegestaan in de periode tussen 15 november en 15 januari. De Waalse wetgeving maakt bovendien een onderscheid tussen nattere, snelwerkende mest en storrige, structuurrijke, traagwerkende mest of compost (Besluit van de Waalse Regering, duurzaam beheer van stikstof in de landbouw, 2007). Bij de laatste groep is er veel meer flexibiliteit op vlak van opslag, uitstrooien, etc. In Wallonië is er voldoende aanbod van stro; de mest is dus meestal structuurrijk genoeg, waardoor toevoeging van andere stromen niet nodig is.

(2) Drijfmest

Het scheiden van melkveemest gebeurt nauwelijks in Vlaanderen, maar de belangstelling groeit. Een belangrijke reden hiervoor zijn de verder verstrengde fosfaatbesmetingsnormen die er waarschijnlijk aankomen (MAP V) en de onzekerheid op verlenging van de derogatie⁸ na 2014. Bovendien valt de quotabeperking (op melkproductie) weg vanaf 1 april 2015 waardoor bedrijven kunnen uitbreiden en dus meer nood aan mestafzet zullen hebben. Het uitrijden van drijfmest zorgt ook vaak voor problemen met plantenziekten op intensief bewerkte gronden (bv. groentestroken zoals Roeselare). Onderzoek naar de behandeling (beluchten, toevoegen van preparaten die

⁸De Nitraatrichtlijn bevat gebruiksnormen voor het gebruik van dierlijke mest en N-kunstmest. De hoeveelheid N die op het land gebracht mag worden is afhankelijk van de teelt. Voor alle teelten geldt echter een maximum van 170 kg N per hectare uit dierlijke mest, tenzij de lidstaat hiervoor een uitzondering (derogatie) heeft gekregen.

micro-organismen bevatten of de microbiële activiteit stimuleren, ...) van drijfmest dringt zich dan ook op. Het composteren van drijfmest zal echter zeer veel structuurmateriaal vereisen. Een optie is om de drijfmest te injecteren bij compostering van te droge stalmest (bv. van paarden) (persoonlijke communicatie Menart, 2013).

Wanneer de mest eerst wordt gescheiden ontstaan fracties waarvan de samenstelling landbouwkundig en milieukundig beter aansluiten bij de behoefte van specifieke gewassen en sectoren. Door het fosfaat te concentreren in de dikke fractie kan het volume af te voeren mest verminderen, wat de kosten voor transport en mestverwerking beperkt. De meeste stikstof blijft achter in de dunne fractie (Tabel 3). Indien deze wordt toegepast voor de bemesting kan dit deels het kunstmestgebruik beperken. Doordat de meeste fosfor niet meer in de dunne fractie aanwezig is, is fosfor geen beperkende factor meer en zou meer dunne fractie kunnen uitgevoerd worden in vergelijking met drijfmest. De dikke fractie bevat relatief de meeste fosfor (Tabel 3), hetgeen de afzetmogelijkheden op Vlaamse land- en tuinbouwgrond bemoeilijkt en de interesse in dit product binnen Vlaanderen dus beperkt. De dikke fractie bevat weinig stikstof en meer organische stof (Tabel 3). Daarentegen bevat de dikke fractie het grootste deel van fosfor uit de dierlijke mest, waardoor de toe te passen dosis beperkt is. De uitdaging bestaat er dus in deze dikke fractie op de meest geschikte manier te behandelen om (1) de kwaliteit te optimaliseren, (2) verliezen bij opslag te minimaliseren, (3) de toepassing of afzet economisch interessant te maken, en (4) een evenwicht te vinden bij toepassing van deze producten tussen opbouw/behoud van koolstof in de bodem, en het beperken van de fosforverliezen. Zowel composterings- als inkuilopties worden verder bestudeerd.

Tabel 3: Scheiden van runderdrijfmest: samenstelling van dikke en dunne fractie (Bron: GEA Westfalia Separator Group). DS: droge stof, OS: organische stof, N: stikstof, P₂O₅: fosfaat en K: kalium.

	DS (%)	OS (%)	N (kg/ton)	P ₂ O ₅ (kg/ton)	K (kg/ton)
Verse mest	7-10	5,5-8,0	4,4	1,6	6,2
Dikke fractie	> 30	73	10,4 of 40%	6,6 of 70%	9,1 of 25%
Dunne fractie	< 3,5	27	3,2 of 60%	0,6 of 30%	5,6 of 75%

(3) Digestaat na vergisting van mest

Op 48 melkveebedrijven in Vlaanderen wordt reeds aan pocketvergisting gedaan (Biogas-e, 2013⁹). Het overblijvende digestaat bevat de meeste nutriënten die oorspronkelijk in de mest aanwezig waren (alle fosfor blijft aanwezig, stikstof wordt voor een groot deel omgezet in minerale stikstof die de werkzaamheid verhoogt ten opzichte van de ruwe mest). Studies over het composteren van digestaat (of de dikke fractie ervan na scheiding) en het effect op bodem en gewas zijn schaars, en de vraag naar

⁹ www.biogas-e.be

verwerkingsmogelijkheden groeit. Het digestaat van pocketvergisters wordt meestal op het melkveebedrijf zelf toegepast (wordt als dierlijke mest beschouwd in MAP IV).

De dikke fractie van het digestaat van biogasinstallaties wordt momenteel vooral biothermisch gedroogd (minstens 70°C voor minimum 1 uur) en gaat daarna naar grote landbouwcoöperaties in Frankrijk. Hoewel hier in Wallonië ook afzetmogelijkheden voor zijn, laat de Waalse wetgeving momenteel niet toe om zuivere en bewerkte dierlijke mest en andere mestsoorten uit Vlaanderen te gebruiken (Waals afvalstoffendecreet: 27 juni 1996 - Décret relatif aux déchets).

5. HET COMPOSTEERPROCES

Wanneer verschillende groene en bruine stromen beschikbaar zijn op het bedrijf kan het composteerproces aanvangen. Over hoe de compostering het best wordt opgezet en opgevolgd is al veel kennis voorhanden. Op gebied van voorbehandeling en beperking van nutriëntenverliezen is echter zeker nog verdere optimalisatie mogelijk. Die aspecten worden in dit hoofdstuk verder geduid. Naast de technische principes, zijn het vaak ook de organisatorische (logistieke), economische en wetgevende aspecten die de landbouwer tegenhouden om te composteren. Deze komen in Hoofdstuk 6 aan bod.

5.1. VOORBEHANDELING

Sommige bruine stromen zoals snoeiresten worden best **verkleind** zodat micro-organismen makkelijker toegang hebben tot het materiaal. Verhakselen of shredderen is echter duur en tijdrovend en de geschikte machines zijn niet altijd aanwezig op het landbouwbedrijf. De manier van verkleinen blijkt ook van belang, indien het houtig materiaal eerder vervezeld wordt in plaats van versnipperd, zal het materiaal beter toegankelijk zijn voor micro-organismen en dus vlotter afbreken (Landbouwleven, 2013). Het **afzeven** van bepaalde fracties van reststromen uit natuurgebieden kan ook aangewezen zijn indien de fracties naar verschillende sectoren kunnen worden gevaloriseerd. Bij de groene stromen is vooral de **opslag**, indien ze niet direct kunnen gecomposteerd worden, een knelpunt. Inkuilen, als bewaringstechniek, kan hier voor bepaalde stromen een oplossing bieden.

5.2. NUTRIËNTENVERLIEZEN

Om nutriëntenverliezen tijdens het composteerproces te beperken, dient de composteerder bepaalde maatregelen te nemen. Indien de landbouwer groenafval of mest van derden verwerkt, dient hij over een milieuvergunning te beschikken en op een vloeistofdichte betonvloer te werken. Afhankelijk van het type materiaal en de capaciteit is er een klasse 1, 2 of 3 Milieuvergunning nodig (VLAREM). Indien geen betonvloer aanwezig is, is dit een aanzienlijke investering. Men kan zich de vraag stellen in welke mate het risico op uitspoeling reëel is indien het composteerproces goed verloopt en de nutriënten gefixeerd worden door de micro-organismen aanwezig in de compost. De stikstofverliezen door uitspoeling zijn bovendien vaak relatief gering ten opzichte van verliezen door vervluchtiging. Eghball et al. (1997) en Sommer & Dahl (1999) vonden dat bij compostering van runderstalmest met een C:N van respectievelijk 13:1 en 21:1 en een droge stofpercentage van respectievelijk 41 en 40%, het stikstofverlies via uitspoeling minder dan 0,5% van de oorspronkelijke stikstofinhoud bedroeg. Het stikstofverlies door vervluchtiging was hier een veelvoud van. De relatie tussen het stikstofverlies door uitspoeling en de C:N verhouding is niet duidelijk, wat ook aangegeven wordt door Peigné en Girardin (2003). De capaciteit van de uitgangsmaterialen om water op te houden (waterretentie) is wel een belangrijke invloedsfactor voor de uitspoeling (Krogmann & Woyczehowski, 2000). Deze kan worden verhoogd door toedienen van structuurrijke materialen zoals stro (Ulén, 1993) of houtsnippers (Lafrance et al., 1996), wat vanzelfsprekend ook de C:N verhouding verhoogt. Vandaar dat in bepaalde nationale

regelgevingen gesteld wordt dat enkel mest met een bepaalde stro-inhoud op het veld mag gecomposteerd worden. Indien telkens (meerjarig) op dezelfde plaats gecomposteerd wordt, is verontreiniging van het grondwater door uitspoeling mogelijk (Nienaber & Ferguson, 1994). Werken met een compostdoek (TopTex) en buiten een neerslagrijke periode vermindert de hoeveelheid percolaat en daarmee de uitspoeling (Peigné & Girardin, 2003). Door de hopen af te dekken, stroomt het regenwater ervan, zonder in contact te komen met de mest. In Nederland is in opdracht van het Landelijk Milieuoverleg Bloembollenteelt (2005) onderzoek gedaan naar de compostering van bloembollenafval. Daarbij werd vastgesteld dat de hoeveelheid percolaatwater met ongeveer 60% verminderde wanneer de composthopen werden afgedekt, wat een daling van de uitspoeling van N en P betekende van respectievelijk 66% en 79%.

Om het afbraakproces sneller te laten verlopen, het composteerproces te optimaliseren en aldus nutriëntenverliezen naar het grondwater en de atmosfeer te beperken, kunnen **additieven** zoals bv. leem, kleimineralen (zoals bentoniet of clinoptiloliet) of (preparaten van) micro-organismen worden toegevoegd bij aanvang van de compostering. In de volgende paragrafen volgt een beknopte beschrijving van een aantal type additieven waarmee we via contact met producenten in aanraking gekomen zijn. We benadrukken dat het lijstje besproken producten onvolledig is, maar we beperken ons hier tot een aantal voorbeelden.

1. Gips (CaSO_4)

Een producent van gipsplaten recycleert ook gips uit bouw- en afbraakwerken en eigen productie (invoer van 300.000 ton/jaar). Bij de aanmaak van nieuwe gipsplaten wordt gips uit steenkoolcentrales als product van rookgasontzwaveling (hogere zuiveringsgraad) gemengd met 10% gerecycleerd gips. Vanwege kleine onzuiverheden in het gerecycleerde gips kunnen geen grotere hoeveelheden worden bijgemengd en heeft het bedrijf dus een overschot aan gerecycleerd gips. In het kader van Cradle to Cradle zoeken ze naar alternatieven voor gipsverwerking. Er bestaat echter nog geen end-of-waste criterium voor gips op dit moment, maar op Europees niveau leeft dit idee wel. In Vlaanderen wordt gerecycleerd gips als afval beschouwd. Bij de OVAM kan een grondstoffenverklaring worden aangevraagd, maar het probleem blijft zich stellen bij export. Bovendien moet per type toepassing een afzonderlijke grondstoffenverklaring worden aangevraagd (criteria kunnen anders zijn voor bv. productieproces als voor toepassing in landbouw). In Engeland wordt gips al ingezet als bemesting. Het is ook interessant dat gips sulfaat bevat omdat zwavel meer en meer een belangrijk plantenvoedend element is. De zwaveldepositie vertoont een dalende trend, waardoor zwavel via bemesting aangevoerd moet worden bij bepaalde teelten. Een positief effect van toediening van gips is een verhoogde beschikbaarheid van calcium in de bodem en een verlaging van de pH- H_2O (Malda, 2005). Bovendien heeft toepassen van gips in doseringen tot 10 ton per hectare geen negatief effect op de gerealiseerde opbrengst en verbetert de bodemstructuur bij een slechte structuur (Malda, 2005). Uit een onderzoek uitgevoerd door meststoffen groothandel Triferto is gebleken dat het toepassen van gips gewone schurft (*Streptomyces*

scabies) op aardappelen vermindert¹⁰. Volgens Boerenbond heeft het product potenties maar dient er wel een garantie te zijn dat het geen verontreinigingen bevat. Indien het afkomstig is van de rookgasontzwavelingsinstallaties of de meststoffenindustrie is het vaak vervuild met zware metalen en daarom niet geschikt als meststof voor de landbouw¹¹.

2. Clinoptiloliet

Clinoptiloliet is het meest voorkomende natuurlijke zeoliet in de wereld. Het wordt gekenmerkt door een relatief hoge kationenuitwisselingscapaciteit (Inglezakis, 2004). In verschillende publicaties wordt aangetoond dat ionenuitwisseling met clinoptiloliet zeer effectief is voor de verwijdering van ammonium (NH_4^+) uit huishoudelijk afvalwater. Maar ook in de landbouw wordt het ingezet voor zijn grote affiniteit voor NH_4^+ -ionen. Het kleimineraal kan tot 2,5% ammoniak in oplossing binden (Orffa, 2002), dankzij zijn kristalstructuur.

Ook in mest van vleesvarkens, die met clinoptiloliet aangerijkt voeder krijgen, wordt NH_4^+ gebonden (tot 30%), wat leidt tot minder ammoniakemissie in de stallen. Bovendien zorgen lagere stikstofgehalten in de mest tevens voor minder substraat voor pathogene bacteriën en droger strooisel, wat vooral bij vleeskippen voordelen geeft en de kans verkleint op laesies aan de poten van de dieren.

Door toevoeging van clinoptiloliet aan meststoffen verhoogt de efficiëntie van de gebruikte meststoffen aangezien nutriënten beter worden vastgehouden in de wortelzone. Hierdoor kunnen planten deze gebruiken wanneer nodig (Flanigen & Mumpton, 1981; Mumpton, 1981). Het bedrijf S&B (Griekenland) stelde een relatieve stijging van de beschikbaarheid van N vast in de organische meststoffen na toevoeging van clinoptiloliet (dosissen van 5, 10 en 15%) voor de biologische verwerking van de mest (aërobe fermentatie), te wijten aan de binding van NH_4^+ door clinoptiloliet. Volgens dit bedrijf kunnen door toevoegen van clinoptiloliet aan het compostingsproces de C:N ratio en de fysische kenmerken (textuur) van de compost verbeteren en kan vocht en geur beter gecontroleerd worden (geen resultaten beschikbaar). Binnen GeNeSys wordt dit verder onderzocht bij een compostering met dikke fractie van runderdrijfmest.

De dynamiek tussen bodem, clinoptiloliet en stikstof is variabel en afhankelijk van de fysico-chemische kenmerken van de bodem, de toegevoegde dosis clinoptiloliet en stikstof, het teeltsysteem van de gewassen en het seizoen (Kolyagin & Karasev, 1999; Postnikov et al., 1996; Babaririck & Pirela, 1984). Toevoegen van clinoptiloliet (granulometrie 0-1 mm) aan de bodem verhoogt de opbrengst van tarwe significant, een dosis van 1.500 kg/1.000 m² geeft de beste resultaten. Ook de totale stikstofopname door het gewas verhoogt (National Agricultural Research Foundation, Griekenland). Shah (2012) zag dat clinoptiloliet het stikstofverlies reduceerde tijdens en na opslag van

¹⁰ www.triferto.eu/nl/nieuws/23/nitrabor--minder-schurft-in-aardappelen

¹¹ http://www.agrigyps.nl/over_gips.htm

runderstalmest in de stal, en stikstofopname en opbrengst bij maïs verhoogde na toepassing van de behandelde stalmest. Uit lopend doctoraatsonderzoek in Kopenhagen (Kocatürk, 2013) blijkt dat clinoptiloliet ook kan fungeren als ionenuitwisselaar/adsorbent om nutriënten (stikstof, kalium en in mindere mate fosfor) te recupereren uit de vloeibare fractie van digestaat (van anaërobe vergisting van dierlijke mest).

3. Chitine en chitosan

Chitine is een niet-toxisch, bio-afbreekbare polymeer dat aanwezig is in de celwand van schimmels en het exoskelet van geledpotigen zoals insecten en schaaldieren. Chitine kan worden omgezet tot chitosan en deze laatste heeft onder andere antimicrobiële eigenschappen. Een lers bedrijf dat schaaldieren verwerkt, valoriseert hun bijproducten op een innovatieve wijze. Ze loosden vroeger hun visafval terug in het water, maar dit werd hun enige tijd geleden verboden. Vandaar composteren ze de bijproducten van schaaldieren (krab en garnaal) met gefreesde dennenschors. De compost heeft een droge stof gehalte van 70-75%, een C:N verhouding van 20-22 en een organische stofgehalte van 45-50% (Sea Nymph, Ireland). De compost werd vooral naar golfvelden afgezet, maar nu is het bedrijf op zoek naar nieuwe afzetmarkten zoals landbouw. Chitine zorgt namelijk voor onderdrukking van pathogenen/ziekten (Sea Nymph, Ireland) dankzij volgende eigenschappen:

- Productie van micro-organismen die chitinasen produceren. Ze breken chitine in de celwand van pathogenen (fungi) af.
- Stimuleert bacteriën, fungi en actinomyceten die planten beschermen tegen ziekten (bv. door predatie, competitie).
- Chitine wordt door compostering afgebroken tot oligochitines. Deze activeren het immuunsysteem van de plant.

Deze compost is waarschijnlijk erg duur voor toepassing in de landbouw, maar misschien schuilt er potentieel in de intensieve groenteteelt (ook meer problemen met ziekten). Chitine en chitosan worden al gebruikt in Amerika en Zuid-Europa (Marokko) in de intensieve groenteteelt.

4. Harvest Quest katalysator

De mogelijkheid om via additieven het composteerproces te optimaliseren en zo voldoende zuurstof in de compost te behouden, lijkt een veelbelovende piste. Hierdoor zou minder moeten gekeerd worden, wat de kosten aanzienlijk kan drukken, maar ook gasverliezen kunnen gereduceerd worden. De Harvest Quest Katalysator (Harvest Quest International, 2009) is een samenstelling van verschillende micro-organismen die in het begin van de compostering aan beide kanten van de composthoop wordt toegevoegd. De thermofiele bacteriën zouden zich over de hele hoop verspreiden, waarna de micro-organismen de hoop van buiten naar binnen beginnen afbreken. Binnen enkele dagen worden temperaturen boven de 55°C bereikt die enkele weken aanhouden. Na 28-35 dagen, wanneer het organisch materiaal al voldoende afgebroken is en geen geurhinder meer veroorzaakt, wordt de compost voor de eerste keer gekeerd. Na twee weken wordt de compost nogmaals gekeerd om compactie te verminderen en vocht te herverdelen. Na 45-60 dagen is de compostering afgelopen (Harvest Quest International, Inc., 2014).

5. Effectieve Micro-organismen

Effectieve Micro-organismen (EM) is een combinatie van nuttige, opbouwende micro-organismen zoals melkzuurbacteriën, gisten, actinomyceten, fotosynthetiserende bacteriën en schimmels die vrij in de natuur voorkomen (Figuur 9). De combinatie van deze aerobe en anaerobe micro-organismen heeft als doel om de gunstige micro-organismen te stimuleren en zo het composteer- of fermentatieproces te optimaliseren. Nederlands onderzoek (Feed Innovation Services, 2013) vergeleek composteren versus inkuilen (fermentatie) van bermmaaisel. Bij de start van het inkuilen werd EM toegevoegd. De nutriënten werden meer behouden bij inkuilen in vergelijking met composteren aangezien er veel minder afbraak van organisch materiaal was bij inkuilen. De effecten op plantengroei na toevoeging aan de bodem moeten echter nog onderzocht worden.



Figuur 9: Effectieve Micro-organismen

6. ORGANISATIE VAN DE SUPPLY-CHAIN

Indien landbouwers compost willen gebruiken, kunnen ze ofwel zelf reststromen composteren op het landbouwbedrijf ofwel compost aankopen.

6.1. COMPOSTERING OP HET LANDBOUWBEDRIJF

Uit onze enquête in samenwerking met Bioforum blijkt dat 80% (16 op 20) van de bio-boeren die compost gebruiken, zelf composteert. Composteren op het eigen bedrijf kan enerzijds met eigen reststromen en anderzijds (deels) met extern aangevoerde reststromen. Volgens de letter van de wet spreekt men van boerderijcomposteren (Figuur 10) indien gecomposteerd wordt met bedrijfseigen reststromen en de compost uitsluitend bestemd is voor eigen percelen. Boerderijcomposteren valt niet onder VLAREM, er is dus geen milieuvergunning vereist. Van zodra men externe materialen gebruikt, wordt het regelgevende kader complexer, al naar gelang de hoeveelheid en het type stromen. Indien groenafval van derden wordt gebruikt, beschrijft rubriek 2.2.3 van VLAREM I 'opslag en biologische behandeling' (Tabel 4) aan welke milieuvergunning (met voorwaarden) moet worden voldaan. Wanneer bedrijfseigen mest wordt gecomposteerd val je onder rubriek 9 en is er een klasse 1 of 2 milieuvergunning met voorwaarden nodig afhankelijk van bv. de capaciteit, aantallen en ligging. Bij compostering van mest van externen doe je aan mestbewerking of –verwerking volgens rubriek 28.3 en is een klasse 1 of 2 milieuvergunning vereist met voorwaarden volgens de capaciteit. In de Compostbrochure van Bioforum wordt deze wetgeving uitgebreid toegelicht.

Tabel 4: Milieuvergunning in functie van type en opslagcapaciteit

Compostering van organisch-biologische bedrijfsafvalstoffen	
Tot 25 m ³ (uitsluitend bedrijfseigen uitgangsmateriaal)	Klasse 3
25 m ³ tot 2.000 m ³	Klasse 2
> 2.000 m ³	Klasse 1
Opslag en voorbehandeling van maaisel in afwachting van nuttige toepassing	
Tot 1.000 m ³	Klasse 3
> 1.000 m ³	Klasse 2



Figuur 10: Boerderijcompostering op rillen

De **opportunities** bij boerderijcompostering zijn wezenlijk. Denk bv. aan:

- Lokale opportunities voor kringloopsluiten.
- Logistiek voordeel aangezien de inputmaterialen al op het bedrijf aanwezig zijn en de compost door de boeren zelf uitgespreid wordt.
- Kleinschaligheid is beter te beheersen, de landbouwer heeft zelf controle over de kwaliteit.
- Sterkere controle op een goede compostkwaliteit dan bij de meeste aangekochte compost.

Tegenover deze opportunities staan echter een aantal **knelpunten of uitdagingen** waar landbouwers mee geconfronteerd worden.

Sommige inputmaterialen moeten onder goede omstandigheden van het veld worden verwijderd (bv. oogstresten van vollegrondsgroenten) indien men ze wil composteren. Dit kan eventueel een aanpassing van de oogstmachines vereisen. Andere materialen vragen dan weer een voorbehandeling (Sectie 5.1), wat extra tijd en/of kosten met zich meebrengt. Om een goed composteerproces te hebben en dus kwaliteitsvolle compost te produceren, is een goede verhouding van bruine en groene inputmaterialen nodig. Afhankelijk van het type landbouwer zijn andere reststromen beschikbaar. Zo zal een boomkweker bijvoorbeeld veel snoeiresten en dus bruine stromen beschikbaar hebben, terwijl een preiboer veel preiresten en dus groene stromen beschikbaar heeft. De boomkweker heeft met andere woorden een tekort aan groen materiaal, terwijl de preiboer een tekort aan bruin materiaal heeft. Ook de seizoensgebondenheid van de beschikbaarheid van bepaalde stromen kan een technische en logistieke bottleneck vormen. Een bijkomend probleem is dat landbouwers geen externe stromen (bv. van een andere landbouwer of een natuurgebied) mogen gebruiken in de compostering zonder milieuvergunning. Transport van stromen is vaak duur gezien het lage volumegewicht van de meeste materialen. Bovendien kampen veel landbouwers met een tekort aan bruine stromen door de toenemende vraag naar biomassa voor groene energie.

De economische haalbaarheid voor de landbouwer is een volgende belangrijke bottleneck. Indien vergunningsplichtig, dient de compostering bv. op een vloeistofdichte

betonvloer uitgevoerd te worden. Het composteerproces vraagt ook een zekere opvolging (temperatuur, zuurstofgehalte, vochtgehalte) om tot een goed eindproduct te komen. Voor die monitoring zijn een temperatuur- en CO₂-sensor aangewezen. Om de compost te keren (bv. bij gebrek aan zuurstof) en om het mengsel zo homogeen mogelijk te maken is een compostkeerder de beste optie. De aankoop ervan is echter een grote investering voor individuele landbouwers (ongeveer €33.000) waardoor boerderijcompostering op dit moment in veel gevallen gebeurt zonder compostkeerder. Om de insijpeling van regenwater te verhinderen (en zo ook nutriëntenuitspoeling en anaerobe omstandigheden te voorkomen) is een compostdoek aangewezen. Ook dit is een extra kost (€2,18 per m²) voor de landbouwer. Naast deze materiële kosten, waar weliswaar vaak tussenoplossingen voor bestaan, worden veel landbouwers ook afgeschrikt om op hun eigen bedrijf te composteren door de tijdsbehoefte. De meningen en het aanvoelen hierover zijn echter verdeeld. Velen zien composteren, vanzelfsprekend, niet als hun hoofdactiviteit. Veel landbouwers pachten ook de percelen waarop ze werken, waardoor de motivatie om te investeren in een betere bodemkwaliteit via toepassing van compost afneemt en de voordelen op lange termijn dus niet opwegen tegen de investering die ze nu maken. Om die economische afweging, op korte of lange termijn, beter te bevatten, zou het berekenen van een opportunitetskost (de waarde van het beste niet gekozen alternatief) een nuttige oefening zijn. Voor gft-compost werd reeds summier een kosten/baten analyse uitgevoerd. Hierbij werd een meerwaarde tussen 18,2 en 42,6 € per ton berekend (Provincie Vlaams-Brabant, 2013). Hierbij werden enkel de besparing op bemesting- en gewasbeschermingsmiddelen, meeropbrengst en erosiebeperking in rekening gebracht. Koolstofopslag, vervanger van witveen en verbetering van de bodemkwaliteit zijn andere aspecten die nog kunnen bijdragen aan de berekening van de baten.

Sommige van de hiervoor opgesomde knelpunten zouden (deels) kunnen opgelost worden via een optimalisatie van de logistieke aanpak of organisatievorm. Zo kan bv. een samenwerking tussen verschillende landbouwbedrijven en/of andere spelers (bv. natuurbeherende instanties) een aantal voordelen hebben:

- Voldoende inputstromen, seizoenaal verspreid, zowel plantaardig als dierlijk.
- De kosten voor ondermeer de aankoop van een compostkeerder en sensoren worden gedeeld.
- De tijdsinvestering kan over de verschillende spelers gespreid worden.

Het is opmerkelijk om vast te stellen dat de gedrevenheid tot samenwerking verschillend is van streek tot streek. Zo zijn er in Frankrijk bv. heel wat coöperaties die samen investeren om landbouwwerktuigen, zoals een compostkeerder, aan te kopen (via bv. CUMA: Fédération Nationale des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole.) Er zijn verschillende coöperaties die specifiek rond compostering werken, zowel van stalmest als van ander organisch materiaal. De compostkeerder gaat dan van het ene bedrijf naar het andere. Die benadering, gericht op samenwerking, leidt er toe dat in Frankrijk ook heel wat compostering machines in de omloop zijn. Constructeur van compostkeerders Ménart heeft momenteel een afzet van 31 machines in Wallonië en 300 in Frankrijk (dit is 70% van het totaal want er is nog een tweede constructeur in Frankrijk). In Vlaanderen is

de afzet beperkt tot enkele exemplaren en op moment van schrijven is hier slechts één voorbeeld gekend van dergelijke coöperatieve aanpak, namelijk bij vzw 't Boerenlandschap.

Een andere optie om de haalbaarheid van boerderijcomposteren te verhogen, is het uitbesteden van de compostering aan een externe composteerder. Dit kan volgende voordelen kennen:

- Het composteringsproces wordt opgevolgd door iemand met ervaring en erkenning, waardoor de kwaliteit gegarandeerd wordt.
- De landbouwer kan makkelijker aantonen dat de compost van goede kwaliteit is en dat het composteringsproces goed verlopen is.
- De landbouwer hoeft er zelf geen tijd, arbeid en kennis in te investeren.
- De landbouwer dient geen extra materiaal aan te kopen.

De kost voor het laten uitvoeren van de compostering moet dan natuurlijk opwegen tegen de kost die het landbouwbedrijf anders heeft voor het afvoeren van reststromen en de aankoop van externe inputs (in eerste instantie meststoffen en eventueel ook gewasbeschermingsmiddelen).

Voor deze vorm van samenwerking is bovendien een geschikt juridisch kader en een goed uitgewerkt draaiboek nodig. Traceerbaarheid en back-up bij calamiteiten zijn daarbij wellicht de twee belangrijkste elementen. Dit laatste betekent dat er steeds een verantwoordelijke/uitvoerder moet zijn die het materiaal kan opnemen en verwerken indien er tijdens het proces iets misloopt (bv. als hygiënisatienormen niet worden bereikt) of het product finaal niet bruikbaar is op het landbouwbedrijf zelf. Dat kan als de compostering wordt opgevolgd door een erkende composteerder. Indien er iets misloopt, kan de compost nog steeds afgevoerd worden naar het uitvoerend composteerbedrijf. Er is dus een sterker kader voor zowel het wettelijk als producttechnisch verloop.

Hierbij merken we nog op dat:

- Voor- of nadelen van verschillende mogelijke organisatievormen zullen afhangen van bedrijf tot bedrijf en context tot context.
- Dit onderdeel uitmaakt van verder onderzoek binnen GeNeSys. In Tabel 5 worden enkele voorbeelden van mogelijke samenwerkingsvormen opgelijst.

Tabel 5: Mogelijke organisatievormen van compostering

Bedrijf	Organisatievorm	Type reststroom
Boomkweker - rundveehouder - composteerder	Boerderijcompostering uitgevoerd door composteerbedrijf	Houtige reststromen boomkwekerij + stalmest
Composteerder	Industriële compostering	Reststromen uit land- en tuinbouw afvoeren naar industrieel composteerbedrijf
Natuurbeherende instantie – landbouwer	Boerderijcompostering met aanvoer van extern materiaal	Bruine stromen uit natuurgebied + reststromen landbouwer
Verschillende types landbouwers	Boerderijcompostering – coöperatie/samenwerking	Bv. tomatensubstraat + preiresten + snoeiafval

6.2. PRODUCTIE VAN COMPOST DOOR GESPECIALISEERDE COMPOSTEERBEDRIJVEN

De industriële, grootschalige composteerbedrijven (Figuur 11) verwerken groen- en/of gft-afval van particulieren (al dan niet via containerparken) en bedrijven (tuinaannemers, potgrondbedrijven, overheden, ...). De focus van de bedrijven ligt op het verwerken van reststromen door middel van hygiënisatie. De compostkwaliteit en het composteerproces wordt gecontroleerd door een geaccrediteerde controleorganisatie, die keuringsattesten aflevert voor de verwerkte eindproducten.

Regelmatig terugkerende **knelpunten** bij grootschalig composteren zijn:

- Tekort aan houtig, structuurrijk materiaal.
- Geuroverlast.
- Suboptimaal composteringsproces dat leidt tot variabele compostkwaliteit.



Figuur 11: Grootschalige, interne compostering

Deze knelpunten worden hierna kort besproken.

Via groenestroomcertificaten wordt het momenteel gestimuleerd om houtige biomassa te verbranden voor bio-energie. Groencomposteerders ondervinden daardoor een **tekort aan houtig structuurmateriaal**, dat traditioneel gebruikt wordt om bij de groene resten te mengen. Ook de zeefoverloop (hetgeen op de zeef achterblijft na het zeven van afgewerkte compost en daarna doorgaans opnieuw het composteerproces ingaat) bestaat uit houtig materiaal, waarvoor de bio-energiecentrales veel geld betalen. De composteerbedrijven maken dus een afweging tussen enerzijds verkoop van dit materiaal (economisch vaak interessant op korte termijn) of anderzijds het behoud ervan (doorgaans ten gunste van de kwaliteit van de groencompost). Ander houtig materiaal zoals boomwortels en houtsnippers wordt op de composteerbedrijven verhakseld tot mulch voor bv. aanleg van wandelpaden en biofilters omdat ook hier een betere prijs voor wordt verkregen. In het IWT-VIS-traject SYNECO¹² waarbij ILVO partner is, wordt gezocht naar mogelijke oplossingen voor het dalend aanbod aan houtig materiaal dat bij de composteerbedrijven terecht komt. Zo wordt onder meer onderzocht of het technisch en economisch haalbaar is om het uitgangsmengsel na de compostering af te zeven (in plaats van ervoor, zo loopt het houtig materiaal nog mee als bruine fractie), waarbij een deel van de zeefoverloop naar verbranding gaat.

Sommige bedrijven hebben te kampen met **geuroverlast** en mogen slechts keren bij een bepaalde windrichting waarbij bv. woonwijken geen hinder ondervinden. Dit wijst op een suboptimaal composteringsproces waarbij ammoniak vervluchtigt naar de atmosfeer (anaerobe omstandigheden). Aangezien ze afhankelijk zijn van de wind om te keren (en dus niet keren op basis van de temperatuur in de hopen) kunnen ze het composteerproces op hun beurt niet sturen en ontstaat er een vicieuze cirkel.

Een **suboptimaal composteringsproces** kan bv. ontstaan wanneer te veel materiaal op een te beperkte oppervlakte wordt opgeslagen of wanneer om andere redenen zeer hoge temperatuurpieken bereikt worden. Die hoge temperaturen kunnen een vereiste zijn met het oog op sterke hygiëniserende, maar de compost boet hierdoor ook in aan biodiversiteit (zwarte kleur wijst op verkoling, dit belemmert doorvertering van de compost na toepassing).

Een algemeen terugkerende bezorgdheid van de gebruikers van de eindproducten in land- en tuinbouw, is dat de **compostkwaliteit** momenteel te variabel is. Het inputmateriaal vertoont een grote variatie in functie van de seizoenen en dit weerspiegelt zich ook in de compostkwaliteit. Ook uit de enquête van het Catch-C project (Bijttebier & Ruyschaert, 2014) blijkt dat het aanbod van kwaliteitsvolle compost vaak te beperkt is, waardoor veel landbouwers geen compost gebruiken. Het tijdstip van stikstofvrijstelling zou moeten afgestemd zijn op de gewasbehoefte, wat nu niet optimaal en moeilijk te reguleren is bij compost. Compost is een verzamelwoord waaronder een hele range aan verschillende kwaliteiten valt, er is dus nood aan een zekere standaardisatie. De eisen die aan compost gesteld worden zijn afhankelijk van het uitgangsmateriaal (groen- of gft-compost). In

¹² www.vlaco.be/vlaco-vzw/onderzoeksprojecten/syneco

Nederland zijn er vier productcategorieën gebaseerd op de toepassing van de compost (landbouw-, tuinbouw, stal- en substraatcompost) en die zijn nogmaals onderverdeeld in kwaliteitsklassen (persoonlijke communicatie BVOR, 2014). Verschillende stakeholders gaven aan dat een opsplitsing naar kwaliteit en toepassing van de compost in plaats van naar uitgangsmateriaal een grote meerwaarde zou zijn. Landbouwers geloven ook dat onkruidzaden soms onvoldoende afgedood worden, wat hen hindert om compost te gebruiken (Bijttebier & Ruysschaert, 2014).

Een bijkomend knelpunt is dat wanneer landbouwers compost aankopen een erkende transporteur moet worden gezocht. Dit verhoogt de kosten, en bovendien moet de landbouwer de compost ook nog zelf uitspreiden. Indien er gratis mest via een burenenregeling te verkrijgen is, geniet dit dan ook meestal de voorkeur.

7. CONCLUSIES

Composteren met reststromen uit de land- en tuinbouw kan in de bio-economie een belangrijke rol spelen. Op een duurzame manier bodemkwaliteit en bodemvruchtbaarheid op peil houden is namelijk een belangrijke, maar tot op heden vaak onderbelichte uitdaging in de cascadering binnen die bio-economie. Hoewel de positieve effecten van compostgebruik op de bodemkwaliteit bij de meeste landbouwers gekend is, wordt compost zelden toegepast in de Vlaamse landbouw. Dit wijst op een aantal knelpunten die composteren op landbouwbedrijfsniveau of het gebruik van compost in de landbouw verhinderen.

Met behulp van het SIC-model (System Innovation Cycle), werd op een transdisciplinaire en participatieve manier in dit document een beeld geschetst van de verschillende knelpunten, maar ook opportuniteiten van compostering en compostgebruik in de Vlaamse land- en tuinbouw. Deze knelpunten en opportuniteiten kunnen onderverdeeld worden in de zes categorieën van Geels (zie sectie 2.1) en worden opgelijst in Tabel 6.

Op technisch vlak liggen de uitdagingen vooral bij het composteren van ‘moeilijke’ inputstromen zoals natte oogstresten en dierlijke mest, die voor nutriëntenverliezen kunnen zorgen indien ze niet goed behandeld worden. Ook het gebrek aan bruine, koolstofrijke stromen en de zoektocht naar alternatieve bruine reststromen is een belangrijke issue. Tot slot is de optimalisatie van het composteerproces, waarbij zo weinig mogelijk nutriënten verloren gaan ten voordele van de compostkwaliteit en het milieu, een aspect dat nog meer onderzoek vraagt. Dankzij de participatieve en transdisciplinaire aanpak kwamen de belangrijkste redenen waarom landbouwers geen compost toepassen naar voor:

- Tekort aan kwaliteitsvolle compost.
- Kwaliteit varieert van producent tot producent en van jaar tot jaar.
- Overaanbod aan (drijf)mest, waardoor er binnen de kruitlijnen van het Mestdecreet vaak geen ruimte meer is voor compost.
- Compost moet zelf worden gespreid, in tegenstelling tot mest die via burenspreiding aangebracht wordt.
- Compost moet door een erkend transporteur worden vervoerd.
- Gebrek aan kennis en ervaring met compost.
- Werking van compost is minder makkelijk te sturen dan kunstmest.
- Aan compostgebruik hangt een prijskaartje, terwijl dierlijke mest doorgaans gratis te verkrijgen is.

De belangrijkste redenen waarom landbouwers zelf niet composteren zijn:

- Wetgeving is niet stimulerend (milieuvergunningvoorwaarden op vlak van aanvoer van stromen, opslag op het bedrijf, inrichting van de composteersite, de compost wordt volledig ‘dierlijke mest’ als er een fractie dierlijke mest in verwerkt wordt, etc.)
- Tekort aan bruine stromen.

- Wordt niet als winstgevend beschouwd op korte termijn (investering in materiaal zoals compostkeerder, temperatuursensor etc. en investering in tijd om het proces op te volgen).
- Gebrek aan kennis, ervaring met boerderijcomposteren.

Deze knelpunten kunnen wellicht deels weggewerkt worden door een geschikte organisatievorm van composteren. Er is dus een sterke rol weggelegd voor het case-specifiek onderzoeken van diverse organisatievormen, gezien deze een impact hebben op zowel juridische, economische, logistieke als organisatorische aspecten. Case-specifiek onderzoek kan op die manier bijdragen tot het wegwerken van een aantal geïdentificeerde knelpunten, het draagvlak voor compostering vergroten en stimulerend werken naar beleid toe.

In Figuur 12 worden de vraagstukken, processen en componenten die aan bod komen bij het composteren van reststromen uit land- en tuinbouw nog eens schematisch weergegeven. Op basis van deze idee-ontwikkelingsfase werd beslist het onderzoek rond compostering binnen GeNeSys verder op te splitsen in twee delen.

(1) Een technisch luik

- Compostering van 'moeilijke' groene inputstromen:
 - Oogstresten van groenten.
 - Rundermest en dikke fractie van mestscheiding.
 - Processing van resten na hoogwaardige valorisatie binnen de eerste technische case van GeNeSys.
- Het potentieel van alternatieve bruine stromen in het composteerproces.
- Optimalisatie van het composteerproces, met aandacht voor onder meer:
 - Voorbehandelingsmethoden (verkleinen, inkuilen).
 - Reduceren van nutriëntenverliezen (atmosfeer en bodem) door toevoeging van additieven.
 - Invloed van ondergrond op het composteringsproces (beton vs. kopakker).
- Het korte termijneffect van de compost op beschikbaarheid van nutriënten in de bodem.

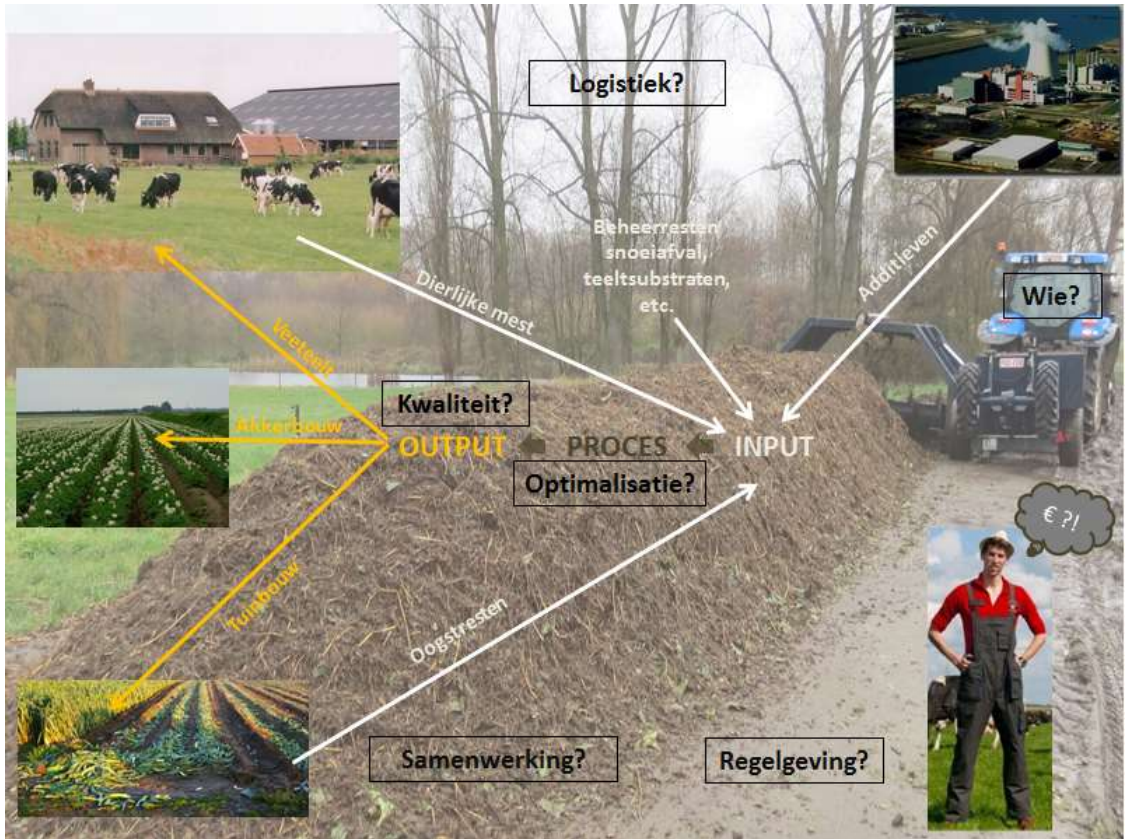
(2) Een socio-economisch luik

Enkele praktijkcases zullen worden opgevolgd om naast de technische aspecten ook socio-economische, organisatorische, logistieke en wettelijke knelpunten in kaart te brengen en te analyseren. Verschillende organisatievormen zullen exemplarisch worden bestudeerd, waarvan de resultaten als input gebruikt zullen worden voor de ontwikkeling van een (economisch) model dat als afwegingskader zal kunnen fungeren voor potentiële ketenspelers. Afhankelijk van specifieke bedrijfssituaties, zal de ene organisatievorm in de praktijk wellicht meer haalbaar zijn dan de andere. In die praktijkcases zal met verschillende types van stromen worden gewerkt aangezien ook aan het type stroom (dierlijk versus plantaardig, eigen versus extern, ...) bepaalde uitdagingen verbonden zijn. Met deze cases willen we niet alleen naar ketenspelers maar ook naar beleid toe mogelijkheden en knelpunten in beeld brengen.

Tabel 6: Overzicht van de voornaamste opportuniteiten en knelpunten in de composteersector in Vlaanderen

Categorie	Opportuniteiten (+) en knelpunten (-) van composteren en composttoepassing
Beleid/wetgeving	<ul style="list-style-type: none"> + past binnen duurzame landbouw en minder gebruik van minerale meststoffen (bio-economie) + productieproces is duurzaam en vereist weinig input (bio-economie) + nutriënten- en materiaalkringlopen worden lokaal gesloten (bio-economie) + met compost kan veel koolstof worden toegediend terwijl stikstof- en fosforuitspoeling beperkt blijft (European Nitrate Directive, Kaderrichtlijn Water) + directe toepassing van dierlijke mest leidt tot nutriëntenverlies (European Nitrate Directive en Kaderrichtlijn Water) → composteren legt nutriënten vast + puur oogstresten inwerken in de bodem kan leiden tot stikstofuitspoeling en verhoogt het risico op pathogenen (European Nitrate Directive, Kaderrichtlijn Water) → composteren legt nutriënten vast + koolstofsequestratie in bodem (Climate Change) + compost verbetert bodemkwaliteit: organische stofgehalte, structuur, waterhoudend vermogen, biologisch (MTR) + gecertificeerde compost: werkingscoëfficiënt van 15% voor stikstof en 50% voor fosfaat <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - geen aanvoer van extern materiaal op landbouwbedrijf zonder vergunning - competitie voor biomassa: economisch voordeliger om biomassa te vergisten/verbranden → tekort aan structuurmateriaal voor compostering - geen opslag van vaste mest (compost) op kopakker tussen 15/11 en 15/01 en max. 1 maand daarbuiten → geen opsplitsing in type mest (risico op uitspoeling) - composteren moet op beton gebeuren om nutriëntenverliezen te beperken (= investering) indien vergunningsplichtig - composteren met fractie dierlijke mest: alles wordt dierlijke mest (en dus beperkt gebruik door MAP) - meestal is mestbalans van bedrijven gevuld door dierlijke mest en minerale meststoffen waardoor geen ruimte meer is voor compost
Technologie/proces	<ul style="list-style-type: none"> + hoge temperaturen tijdens composteren doodt pathogenen en onkruidzaden af + bron van nutriënten die traag worden vrijgesteld + compost is makkelijk te spreiden <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - kenmerken van sommige materialen: hoog vochtgehalte, lage bulkdensiteit - aankoop materiaal voor opvolging proces (temperatuursensor, CO₂-sensor, compostdoeken) - aankoop compostkeerder is grote investering - variabele compostkwaliteit bij composteerbedrijven - oogstresten moeten van veld worden verwijderd (aanpassing oogstmachines)

Industrie	<ul style="list-style-type: none"> + voldoende aanwezigheid van composteerbedrijven die potentieel kwaliteitsvolle compost kunnen produceren - tekort aan groene/bruine stromen afhankelijk van type landbouwer - tekort aan groene/bruine stromen afhankelijk van seizoen - hoge gate-fee bij composteerbedrijven voor afzet reststromen - compost is algemene term, geen onderscheid in kwaliteitsklassen en toepassing, maar nu op basis van uitgangsmateriaal - te weinig informatie over de samenstelling van de compost - tekort aan kwaliteitsvolle compost - onkruidzaden zijn soms niet voldoende afgedood - sommige inputmaterialen moeten voorbehandeld worden (verkleinen, bewaren, zeven, etc.) - bij aankoop van compost moet een erkend transporteur de compost vervoeren, dit is dus duurder dan wanneer gratis mest wordt geleverd en uitgespreid
Cultuur	<ul style="list-style-type: none"> + meer aandacht voor duurzaamheid in maatschappij (bio-economie) - meerderheid van landbouwers gebruikt geen compost - beperkte intentie tot samenwerken bij vele landbouwers - tekort aan kennis over of ervaring met composteren - composteren wordt niet als winstgevend beschouwd op korte termijn
Gebruiken van de klant	<ul style="list-style-type: none"> + bio-boeren en andere deelsectoren zoals boomkwekerijen staan mogelijks meer open om compost toe te passen -> instapmarkten die het nut van compost in de praktijk helpen aantonen en zodoende helpen andere landbouwers te overtuigen ook compost toe te passen + potentieel voldoende afzetmarkt voor landbouwcompost - Aan compostgebruik hangt een prijskaartje, terwijl dierlijke mest doorgaans gratis te verkrijgen is. - door persoonlijke relatie met burens die drijfmest brengen, is men niet geneigd om compost aan te kopen en is er geen ruimte meer in de mestbalans
Wetenschap	<ul style="list-style-type: none"> + goede samenstelling mengsels + optimaal temperatuurverloop, CO₂-verloop en vochtgehalte en nood om te keren - effect van compost op lange termijn (ziekteweerbaarheid, koolstofsequestratie, etc.) - effect voorbehandeling op proces en kwaliteit? - invloed van alternatieve bruine materialen op het proces en de kwaliteit? - effect van compostdoek op gasemissies? - nut van additieven bij verminderen nutriëntenverliezen (lucht/bodem)? - moment en hoeveelheid van stikstofvrijstelling?



Figuur 12: Schematische voorstelling van de vraagstukken, processen en componenten die aan bod komen bij het composteren van reststromen uit land- en tuinbouw

LITERATUURLIJST

Babarick K.A., Pirela H. (1984). Agronomic and horticultural uses of Zeolites: review. Pages 93-103. In: W.G. Pond y FA. Mumptom (eds). Zeo-agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquiculture. Westview Press, Boulder, CO, USA. 264 pp.

Bioforum (2013). Compostbrochure. Agro-ecologische aanpak op jouw bedrijf.

Biogas-E (2013). Voortgangsrapport 2012. Anaerobe vergisting in Vlaanderen. 33p.

Boerenbond (2012). Prei, de Vlaamse vollegrondsgroenteteelt. Management & Techniek 11. 8 juni 2012, p.14-20.

Bogers M., West J. (2012). Managing distributed innovation: strategic utilization of open and user innovation. *Creativity and Innovation Management*, **21**, 61-75.

Bruns M., Trienekens J.H., Omta S.W.F., Hamer M., Petersen B. (2010). Demand of the meat industry for management support in R&D cooperation projects. In: Proceedings of the 9th Wageningen International Conference on Chain and Network Management (WICaNeM), Wageningen, The Netherlands, 26-28 May 2010.

Caird S., Roy R., Herring H. (2008). Improving the energy performance of UK households: Results from surveys of consumer adoption and use of low- and zero-carbon technologies. *Energy Efficiency*, **1**, 149-166.

Chesbrough H. (2012). Open innovation: Where we've been and where we're going. *Research-technology management*, **55**, 20-27.

Cotxarrera L., Trillas G.M.I., Steinberg C. & Alabouvette C. (2002). Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium wilt* of tomato. *Soil Biology and Biochemistry*, **34**, 467-476.

Departement Landbouw en Visserij (2012). Landbouwrapport 2012.

De Neve S. & Hofman G. (1996), Modelling N mineralization of vegetable crop residues during laboratory incubations. *Soil Biology & Biochemistry*, **28**(10-11), 1451-1457.

D'Hose, T., Cougnon, M., De Vlieghe, A., Vandecasteele, B., Viaene, N., Cornelis, W., Van Bockstaele, E. & Reheul, D. (2014). The positive relationship between soil quality and crop production: A case study on the effect of farm compost application. *Applied Soil Ecology*, **75**, 189-198.

Eghball B., Power J.F., Gilley J.E. and Doran J.W. (1997). Nutrient, carbon, and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. *Biological Systems Engineering: Papers and publications*. Paper 130.

Eindrapport Dupoco (2014). MIP-project: Ontwikkeling van duurzame potgrond met groencompost en lokale secundaire grondstoffen, 54p.

Ekoland (2013). Op weg naar de beste mest, p. 22-23.

Elsen & Vanderersch (2013). Aan de slag met compost. Gids voor de land- en tuinbouw. Provincie Vlaams-Brabant.

Feed Innovation Services BV (2013). Fermentation versus composting. Wageningen, Nederland

Fetterhoff T.J., Voelkel D. (2006). Managing open innovation in biotechnology. *Research-technology management*, **49**, 14-18.

Flanigen M., Mumpton F.A. (1981). Commercial properties of natural zeolites. In: F.A. Mumpton (ed.). *Mineralogy and geology of natural zeolites*, *Reviews in Mineralogy*. MINER. SOC. AMER. 4: 165-175.

Francou C. (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage. *Recherche d'indicateurs pertinents*. Paris: Institut National Agronomique Paris-Grignon.

Gallagher K.S., Grübler A., Kuhl L., Nemet G., Wilson C. (2012). The Energy Technology Innovation System. *Annual Review of Environment and Resources*, **37**, 137-162.

Geels F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, **31**, 1257-1274.

Geels F.W. (2006). Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: The transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970). *Technovation*, **26**, 999-1016.

Grey M., Henry C. (1999). Nutrient retention and release characteristics from municipal solid waste compost. *Compost Science & Utilization*, **7**(1), 42-50.

Gybels R., Viaene J., Vandervelden J., Reubens B., Vandecasteele B. (2013). Biomassa als bodemverbeteraar. Onderzoek naar de toepassing van beheerresten als bodemverbeteraar. Agentschap voor Natuur en Bos, Inverde & ILVO.

Hadorn G. H., Bradley D., Pohl C., Rist S., Wiesmann U. (2006). Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecological economics*, **60**, 119-128.

Hanseeuw, E. & Vanderperren E. (2014). Valorisatie van reststromen uit de visserij: knelpunten en opportuniteiten. ILVO-mededeling 166, 66p.

Harvest Quest Internation, Inc. (2014). *Managing Biosolids through Composting. Modified Static Aerobic Pile (MSAP) Method*. 8p.

Hellebrand H.J. & Kalk W.D. (2000). Emissions caused by manure composting. *Agrartechnische Forschung*, **6**(2), 26-31.

Holl A., Rama R. (2012). Technology sourcing: are biotechnology firms different? An exploratory study of the Spanish case. *Science and public policy*, **39**, 304-317.

Hotrot. (2011). *The science of organic waste disposal*. Christchurch, New Zealand: Hotrot Organic Solutions.

Ingham E. (2005). *The compost tea brewing manual. Latest methods and research*. 5th edition. Oregon, 79p.

Inglezakis V., Loizidou M., Grigoropoulou H. (2004). Ion exchange studies on natural and modified zeolites and the concept of exchange site accessibility. *Journal of Colloid and Interface Science*. 275:570-576.

Inverde, red. Willy Verbeke (2012). Graskracht, eindrapport.

Landbouwleven (2013). Waals bedrijf wereldspeler in compostmachines. 24 mei 2013, p.29.

Lewis L.A., Lumsden R.D., Millner P.D., Keinath A.P. (1992). Suppression of damping-off of peas and cotton in the field with composted sewage sludge. *Crop Protection*, **11**(3), 260-266.

Li Y.C., Stoffella P.J., Alva A.K., Calvert D.V. and Graetz D.A. (1997). Leaching of nitrate, ammonium, and phosphate from compost amended soil columns. *Compost Science & Utilization*, **5**(2), 63-67.

LNE (2009). Organische stof in de bodem: sleutel tot bodemvruchtbaarheid. Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Dienst Land en Bodembescherming, Brussel.

LNE, Interdepartementale Werkgroep Bio-Economie (2013). Bio-economie in Vlaanderen visie, strategie en aanzet tot actieplan van de Vlaamse overheid voor een duurzame en competitieve bio-economie in 2030, 22p.

Maes S., Elsen A., Tits M., Boon W., Deckers S., Bries J., Vogels N., Vandendriessche H. (2012). Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011). Bodemkundige Dienst van België, 198 p.

Kips, L & Van Droogenbroeck, B. (2014). Valorisatie van groente- en fruitreststromen: opportuniteiten en knelpunten. ILVO mededeling 165. 70 p

Kolyagin Y., Karasev O. A. (1999). Root nutrition and the quality of sugarbeet. *Sakharnaya Svekla (Bulgaria)* **6**, 11-12.

Kocatürk N.P., Bruun S., Jensen L.S. (2013). Nutrient recovery from biogas digestate by adsorption and ion-exchange using clinoptilolite. Poster on RAMIRAN-Conference.

Krogmann U. and Körner I. (2000). Technology and Strategies of Composting, in J. Klein and J. Winter (eds), *Environmental Processes III: Solid Waste and Waste Gas Treatment, Preparation of Drinking Water*, Wiley-VCH, 127–150.

Kroon M.C., Hartmann D. & Berkhout A.J. (2008). Toward a sustainable chemical industry : cyclic innovation applied to ionic liquid-based technology. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **47**, 8517-8525.

Lafrance C., Lessard P. and Buelna G. (1996). Evaluation de la filtration sur tourbe et compost pour le traitement de l'effluent d'une usine de compostage de résidus verts. *Canadian Journal of Civil Engineering*, **23**, 1041-1050.

LNE, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid (2006). Externe mestopslag: inventarisatie van opslagsystemen en bepaling van ammoniak-, lachgas- en methaanemissies uit deze systemen. 213p.

Malda (2005). De invloed van gips op de structuur van kleigronden en de interne kwaliteit van consumptieaardappelen. Altic, Dronten.

Marull J., Pinochet J., RodriguezKabana R. (1997). Agricultural and municipal compost residues for control of root-knot nematodes in tomato and pepper. *Compost Science & Utilization*, **5**(1), 6-15.

Maynard (1993). Nitrate leaching – Compost impact on groundwater. *Biocycle*, **34**(4), 76-76.

- Meeusen M. J.G., Hoogeveen M.W., Sengers H.H.W.J.M (1998). Groene reststromen in agroketens. Een beschrijving van de markt van organische reststromen uit de landbouw en de voedings- en genotmiddelenindustrie. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), mededeling 608.
- Mumpton F.A. (1999). La roca: Uses of Natural zeolites in agriculture and industry. *Geology, Mineralogy and Human Welfare* 96/7, 3463-3470.
- Nienaber J. A. and Ferguson R. B. (1994). Nitrate Concentration in the Soil Profile Beneath Compost Areas, in D. E. Storm and K. G. Casey (eds), *Proceedings of The Great Plains Animal Wastes. Conference on Confined Animal Production and Water Quality, National Cattlemen's Association, Denver, 19–21 October 1994*, p. 233-237.
- Njie, D. (2012). *Global Initiative on Food Losses and Waste Reduction*, FAO.
- Orffa (2002). Ammoniak en de varkensmestproblematiek. Een bijdrage van Orffa Belgium Feed NV, april 2002.
- OVAM (2009). Geïntegreerde verwerkingsmogelijkheden (inclusief energetische valorisatie) van bermmaaisel.
- OVAM (2012). Voedselverlies in ketenperspectief.
- OVAM (2014), Ontwerp analysedocument voor beleidsplan biomassareststromen - draft versie (niet gepubliceerd).
- Reubens B., Willekens K., Beeckman A., De Neve S., Vandecasteele B., Delanote L. (2013). Optimale aanwending van biologische mest voor een gezond biologisch gewas: eindrapport. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België.
- Peigné J. & Girardin P. (2003). Environmental impacts of farm-scale composting practices. *Water, Air, and Soil Pollution* **153**, 45–68.
- Pinamonti F. (1998). Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **51**, 239-248.
- Pohl C. (2005). Transdisciplinary collaboration in environmental research. *Futures*, **37**, 1159-1178.
- Pohl C. (2008). From science to policy through transdisciplinary research. *Environmental science & policy*, **11**, 46-53.
- Pohl C. (2011). What is progress in transdisciplinary research. *Futures*, **43**, 618-626.
- Postnikov A.V., Romanov G.A., Loboda B., Zekunov A.V. 1996. A good substrate for green crops. *Kartofel' i Ovoshchi*, **5**, 21-22.
- Pullen A., de Weerd-Nederhof P., Groen A., Fisscher O. (2012). Open Innovation in Practice: Goal Complementarity and Closed NPD Networks to Explain Differences in Innovation Performance for SMEs in the Medical Devices Sector. *Journal of Product Innovation management*, **29**, 917-934.
- Rahn C., Vaidyanathan L. & Paterson C. (1992), Nitrogen residues from brassica crops. *Aspects of Applied Biology*, **30**, 263–270.

Rampersad G., Quester P., Troshani I. (2010). Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks. *International Marketing Management*, **39**, 793-805 Ritter en Gemünden, 2004.

Ritter T. & Gemünden H. G. (2004). The impact of a company's business strategy on its technological competence, network competence and innovation success. *Journal of Business Research*, **57**, 548-556.

Roe N.E., Stoffella P.J., Bryan H.H. (1993). Utilization of MSW compost and other organic mulches on commercial vegetable Crops. *Compost Science & Utilization*, **1**(3), 73-84.

Sandulli F. D., Fernandez-Menendez J., Rodriguez-Duarte A., Lopez-Sanchez J. I. (2012). Testing the Schumpeterian hypotheses on an open innovation framework. *Management Decision*, **50**, 1222-1232.

Sarkar, S., Costa, A. (2008). Dynamics of open innovation in the food industry. *Trends in food science & technology*, **19**, 274-580. Shah G.A. (2012). Effects of bedding additives on N losses during storage of cattle straw manure and maize N recovery after field application. Presentatie op <https://colloque4.inra.fr/>

Sommer S.G. & Dahl P. (1999). Nutrient and carbon balance during the composting of deep litter. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **74**, 145-153.

Technologische Adviseerdienst: Farmcompost (2004). Jaargang 1, nr. 2.

Ulén B. (1993). Losses of nutrients through leaching and surface runoff from manure-containing composts. *Biological Agriculture and Horticulture*, **10**, 29-37.

Vandermeulen, V., Nolte, S., Van Huylenbroeck, G. (2010). Hoe biobased is de Vlaamse economie?, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie, UGent, Brussel, 132p.

Vandecasteele B., Willekens K., Van Delm T., Van Waes J., Baets W. (2014a). Changes in chemical and physical properties of compost-amended growing media during strawberry cropping: monitoring depletion of nutrients with petiole sap measurements. *Acta Hort. (ISHS)* **1018**, 541-549

Vandecasteele B., Willekens K., Du Laing G., Van Waes J., Tack F.M.G. (2014b). Designer compost: facts or fantasy? A case study on compost rich in lignin and low in phosphorus. *Acta Hort. (ISHS)* **1018**, 683-692

Van der Duin P., Ortt R., Kok M. (2007). The cyclic innovation model: A new challenge for a regional approach to innovation systems? *European Planning Studies*, **15**, 195-215.

Van Haverbeke W. & Cloudt M. (2006). Open innovation in value networks. In *Open innovation: researching a new paradigm*, Oxford University Press.

Van Lancker, J. & Mondelaers, K. (2014). Innoveren in de bio-economie: Innovatieproces en netwerken doorgelicht. ILVO mededeling 164. 51 p

VCM (2013). VCM-Enquête. Operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen 2012.

Veldkamp A., Van Altvorst A. C., Eweg R., Jacobsen E., Van Kleef A., Van Latesteijn H., Mager S. (2009). Triggering transitions towards sustainable development of the Dutch agricultural sector: TransForum's approach. *Agron. Sustain. Dev.*, **29**, 87-96.

Verbond van Belgische Tuinbouwveilingen (2010). Jaarverslag 2010.

VILT (2012). Compost als bemestingsvorm.

VILT (2013a). Aardbeientelers sluiten 2012 af met financiële kater.

VILT (2013b). Reportage aardbeienteelt.

VILT (2013c). Boomkwekerij breidde zijn areaal in België uit.

Vlaco vzw (2013). Activiteitenverslag 2012. www.vlaco.be

Willekens, K., Vandecasteele B., Buchan, D., De Neve, S. (2014). Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. *Applied Soil Ecology*, 82, 61-71.

8. BIJLAGEN

8.1. BIJLAGE 1: KARAKTERISTIEKEN VAN EEN AANTAL POTENTIEEL INTERESSANTE ALTERNATIEVE BRUINE MATERIALEN IN VLAANDEREN

Reststroom	Ton vers/ha	Areaal (ha)	Totaal ton vers/jaar	C:N	Beschikbaarheid
Tomatensubstraat ^a	35	9,2	322	27 ± 1	December
Aardbeisubstraat	35	293	10.255	35 ± 2	Maart-december
Houtige reststromen kleinfruitteelt	afh van fruitsoort, gem. 2,1	1.824	5.935	> 50	Jaarrond
Houtige reststromen boomteelt	6,25 – 8,75	4.638	34.785	> 50	Jaarrond
Strooisel van bos bij omvorming	249	6	1.493	34	Winter
Heideplagsel	261	56	14.621	22 ± 2	Half augustus-februari
Heidechopper	87	74	6.438	27 ± 8	Half augustus-februari
Riet ^b	0,005	20.000	91	99 ± 2	Juli-december (piek vanaf 20 aug)

^a: Data van 1 teler met 9,2 ha (composteerbare growbags)

^b: Data beperkt tot Oostkustpolder

Bronnen: Eghball et al. (1997), Meeusen et al. (1998), Smeding & Langhout (2008), Schröder et al. (2009), VBT (2010), ADLO (2012), LARA (2012), VLM (2012), Gybels et al. (2013), Bodemacademie.nl, eigen analyses (C:N), stakeholdergegevens

Contact:**Jarinda Viaene**

Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek ILVO
Eenheid Plant
Burg. van Gansberghelaan 109 - 9820 Merelbeke
Tel. +32 (0)9 272 26 81
jarinda.viaene@ilvo.vlaanderen.be

Bert Reubens

Wetenschappelijk coördinator
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek ILVO
Eenheid Plant
Burg. van Gansberghelaan 109 - 9820 Merelbeke
Tel. +32 (0)9 272 26 70
bert.reubens@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be
www.ilvogenesys.be

Deze ILVO-mededeling vormt een geheel met ILVO-mededeling 164, 165 en 166
Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding:
Viaene, J., Reubens, B., Vandecasteele, B. & Willekens, K. (2014).
Composteren als valorisatievorm van reststromen in de Vlaamse land- en tuinbouw: knelpunten en
opportuniteiten. ILVO-mededeling 167. 61 p

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 96
9820 Merelbeke - België
T +32 (0)9 272 25 00
F +32 (0)9 272 25 01
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be

