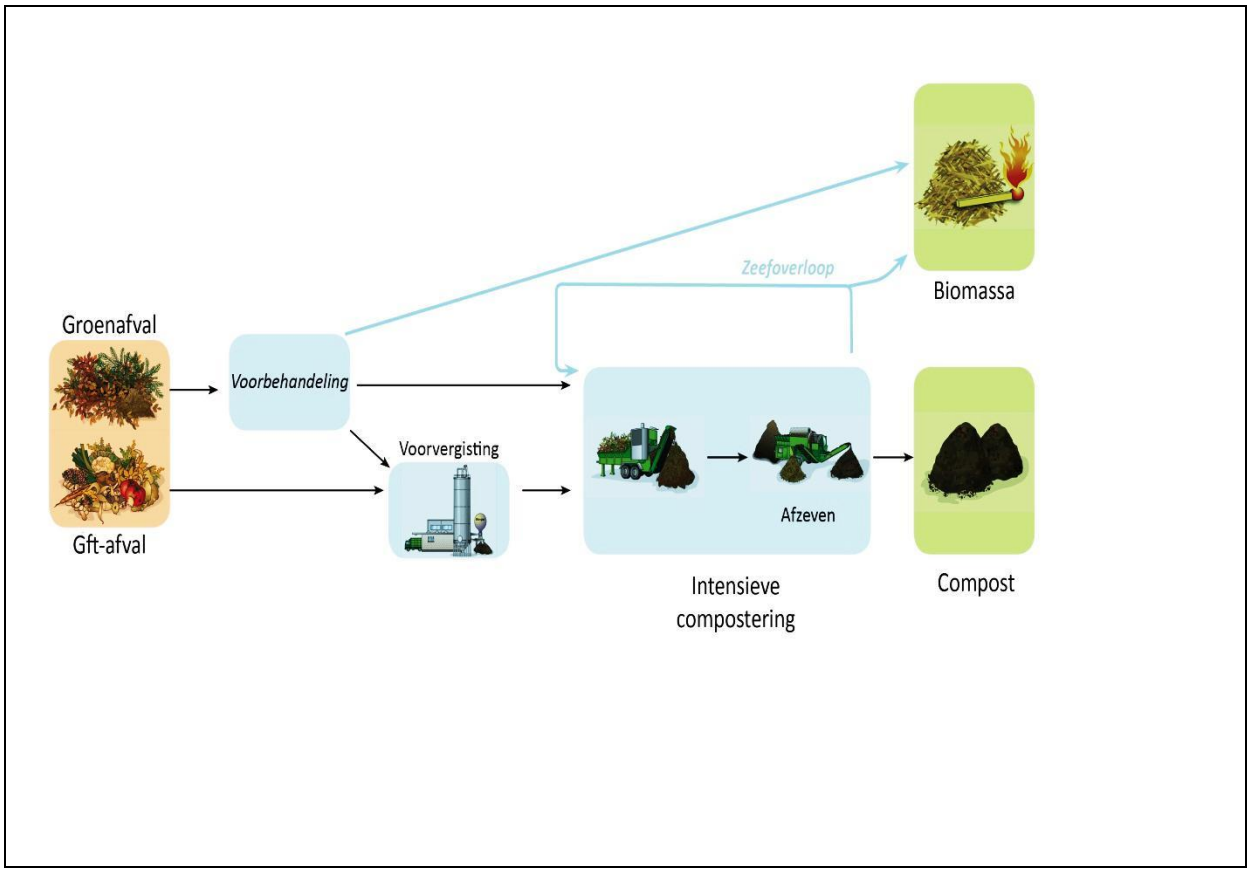
EINDRAPPORT IWT-VIS TRAJECT SYNECO (IWT-VIS 110810)



Voorwoord:

Het 2-jarige onderzoek (11/'12-10/'14) tijdens hetwelke het ILVO en Vlaco vzw de synergieën van een kwaliteitsvolle compost én groene energie, en de voorwaarden ertoe, onder de loep namen, is tot stand kunnen komen dankzij de IWT-subsidie. De resultaten zijn verder mede tot stand gekomen dankzij de ondersteuning van onderzoekslabo's OWS en KU Leuven. Tot slot wil Vlaco uitdrukkelijk de verschillende composteerders bedanken die via onder meer de gebruikersgroep-participatie en de opvolging van testbatchen de hoeksteen vormden van SYNECO.

Inhoud

1. INLEIDING 5

2. Rapport 1 – Massabalans en sorteeranalyses 8

2.1. Luik Massabalansen 9

I. Groencomposteerders 9

II. Gft-composteerders 13

2.2. Luik Sorteeranalyses 15

2.3. Verdere besluiten uit massabalansen en sorteeranalyses (groencomposteerders) 19

2.4. CONCLUSIES 21

3. Rapport 2 – Biogaspotentieel fijn groenafval: 24

3.1. Korte duurtests (3 reeksen) 25

I. Reeks 1 (stalen genomen 27/3 – 7/5/2013) 25

II. Reeks 2 (stalen genomen 25/8 – 27/9/2013) 28

III. Reeks 3 (stalen genomen 1/2014 – 3/2014) 31

3.2. Lange duurtests (2 stalen) 34

3.3. CONCLUSIES 36

4. Rapport 3 – Potentieel inputstromen voor compostering en energetische valorisatie: 39

4.1. Resultaten 40

4.2. CONCLUSIES 43

5. Rapport 4 & 5 – Experimenteel vs referentieel composteren – 'witte' vs 'zwarte' biomassa 44

5.1. batchperiode 1 (opzet tussen maart en mei 2013) 47

I. Samenstelling van uitgangsmateriaal, compost en biomassa: 47

II. Procesverloop: 50

III. Algemene conclusies 1ste batchperiode 52

5.2. batchperiode 2 (opzet tussen augustus en september 2013) 53

I. Samenstelling uitgangsmateriaal, compost en biomassa 53

II. Procesverloop: 57

III. Algemene conclusies 2de batchperiode 59

5.3. batchperiode 3 (opzet tussen december 2013 en maart 2014) 61

I. Samenstelling van uitgangsmateriaal, compost en biomassa: 61

II. Procesverloop: 66

III. Algemene conclusies 3de batchperiode 68

5.4. Kenmerken van biomassa afkomstig vanuit GFT-composteersites 69
5.5. Overzicht overige observaties vanuit compostering (WP3) en interviews (WP4) 71
5.6. Beslissingsondersteunende tool (WP4)..... 78
6. Rapport 6 & 7 – Code van goede composteerpraktijk en kwaliteitsprotocol: 80
6.1. Code van goede composteerpraktijk (rapport 6): leerpunten uit SYNECO-traject..... 81
6.2. Kwaliteitsprotocol voor compost en biomassa-stromen (rapport 7)..... 87
I. Compost 87
II. Biomassa..... 91
7. BIJLAGEN..... 92
7.1. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 1..... 93
7.2. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 1..... 94
7.3. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 1 95
7.4. Procesverloop batchperiode 1 96
7.5. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 2..... 97
7.6. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 2..... 98
7.7. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 2 99
7.8. Detail: analyse (zwarte) biomassa fracties '15-40mm' versus '>40mm' (composteerder 5)... 100
7.9. Procesverloop batchperiode 2 101
7.10. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 3..... 102
7.11. Overzicht verschillen referentie vs experimenteel uitgangsmateriaal per batchperiode 103
7.12. Overzicht verschillen tussen referentie en experimenteel uitgangsmateriaal 104
7.13. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 3..... 105
7.14. Overzicht verschillen referentie vs experimentele compost over alle batchperioden..... 106
7.15. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 3 107
7.16. Overzicht verschillen witte en zwarte biomassa over alle batchperioden 108
7.17. Relaties verbrandingswarmte en stookwaarde met OS en DS-gehalten van biomassa 109
7.18. Procesverloop batchperiode 3 110
7.19. Kenmerken van biomassa afkomstig vanuit GFT-composteersites 111
7.20. Tonnages (zeefverhoudingen) doorheen batchperioden en naargelang maaswijdte en afzeving vóór (experimenteel-wit) of na (referentie-zwart) compostering..... 112
7.21. Effect op compost (batch 1) van uitzeven (< 0,5 mm): EC, OS en DS..... 115
7.22. Regelgeving omtrent geoorloofd transport en verbranding van zeefoverloop en houtige fractie groenafval 116
7.23. Voorbeeldillustraties witte biomassa vs zwarte biomassa 118

1. INLEIDING

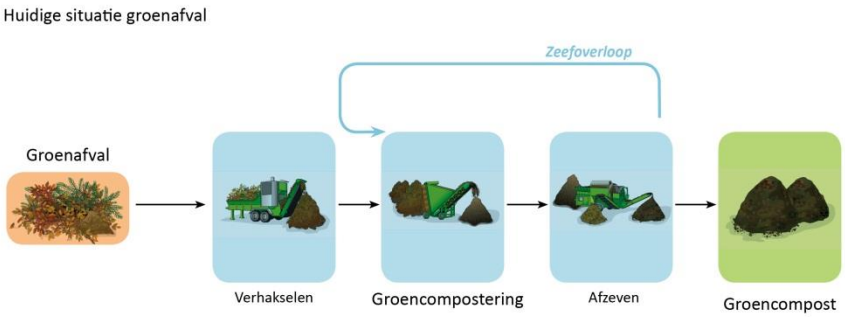
SYNECO (Nieuwe dynamiek in de compostsector dankzij SYNergie tussen groene Energie en kwaliteitsCOmpost) is een optimaliseringsonderzoek dat wil bijdragen tot de mogelijkheid van een intensiever composteringsproces waarbij een nog steeds uitmuntende compost wordt bekomen náást de afzet van biomassa voor opwekking van groene energie. Dit VIS-traject is door het consortium ingediend en werd in 2012 door IWT goedgekeurd. De aanleiding voor het project is de trend die zich de laatste jaren inzette waarbij de gate fees onder druk staan en de stromen van groenafval afnemen doordat andere (vaak illegale) operatoren de houtige fractie van groenafval wegkapen en verkopen aan de biomassa-verbrandingssector. Op deze manier dreigt er onvoldoende structuurmateriaal over te blijven voor de compostering van het fijne groenafval.

Titel	Nieuwe dynamiek in de compostsector dankzij SYNergie tussen groene Energie en kwaliteitsCOmpost (SYNECO)
Startdatum project	november 2012
Duur van het project	2 jaar
Totale projectkost	324.316 €
Totaal # mensmaanden	51,5
Onderzoekspartners	VLACO ILVO KU Leuven OWS (onderaanneming)

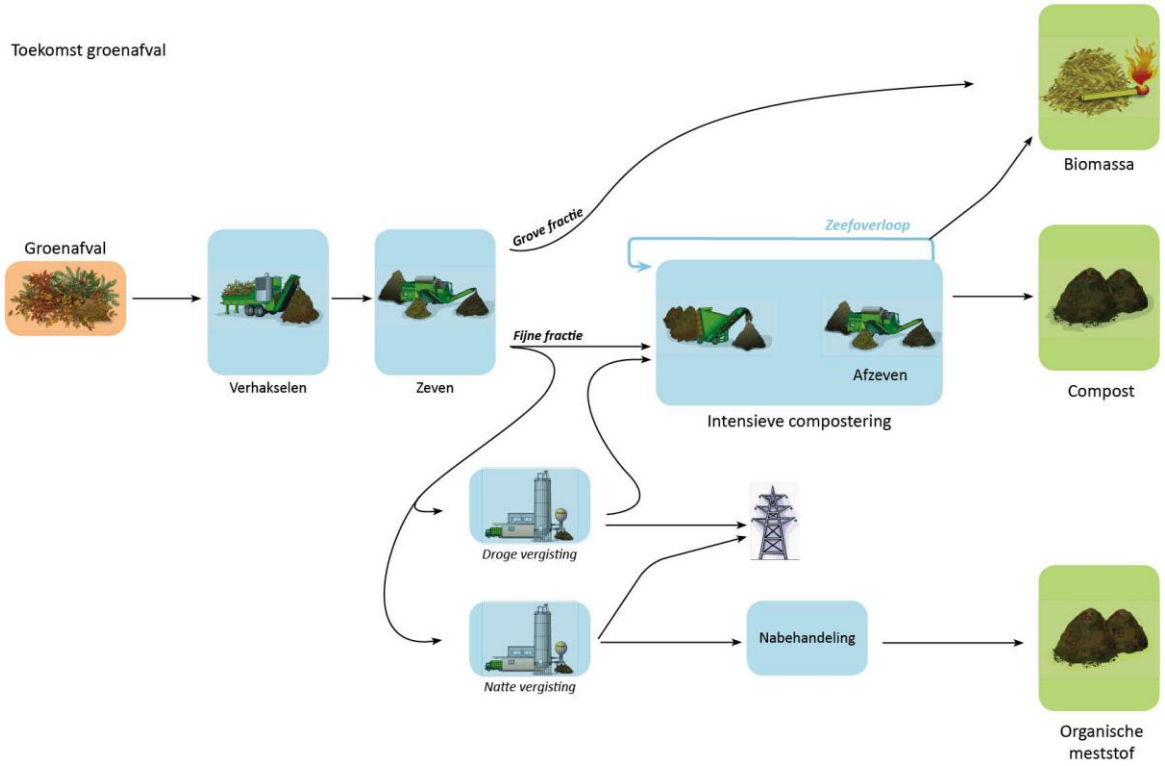
Het SYNECO-project startte in november 2012 en loopt tot en met oktober 2014. SYNECO wil via innovatie het (dreigende) omzetverlies een halt toeroepen: door onderzoek naar bijkomende voorvergisting gecombineerd met de afzet van kwaliteitsvolle deelstromen van gft- en groenafval naar energetische valoratie – met behoud van kwaliteitsvolle compost – dient dit onderzoek een veranderingstraject in te zetten voor de composteerders.

In eerste instantie voor de groencomposteerders waarbij groenafval ook een rol moet kunnen spelen in de opwekking van groene energie namelijk door biomassa (voor verbranding) voor of na het composteringsproces te onttrekken alsook eventueel door fijne fracties groenafval te onttrekken voor (voor)vergisting.

Illustratie 1: huidige situatie groencomposteerders

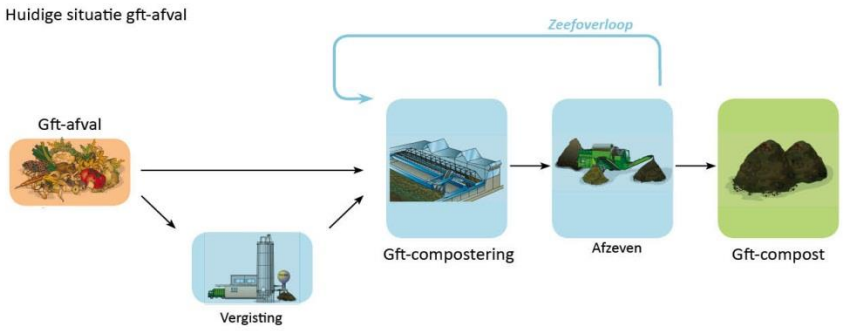


Illustratie 2: toekomstsituatie groencomposteerders

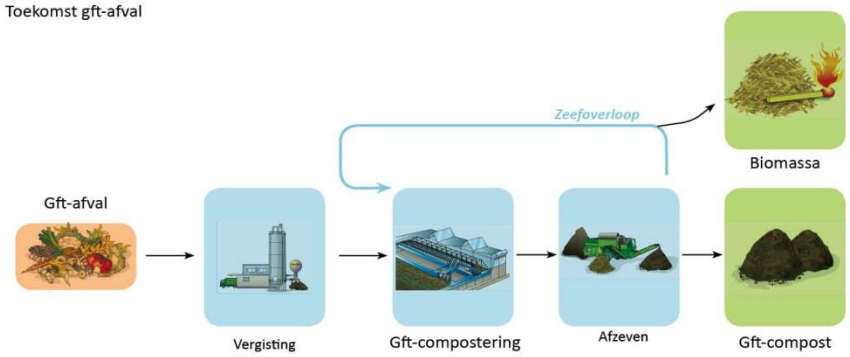


Ook bij gft-composteerders is een verderzetting van de synergie tussen kwalitatieve gft-compost en groene energie wenselijk namelijk door frequenter het gft-afval te voorvergisten (voor compostering) en door geschikte zeefoverloop ook als biomassa te hanteren.

Illustratie 3: huidige situatie gft-composteerders



Illustratie 4: toekomstsituatie gft-composteerders



De 35 Vlaamse gft- en groenafvalcomposteerders zijn de voornaamste doelgroep van het project. Ook voor de bedrijven die biomassastromen energetisch valoriseren, door vergisting en/of verbranding, zullen de resultaten van SYNECO relevant zijn. Bovendien zal het project bijdragen tot de doelstellingen 2020 rond hernieuwbare energie.

2. RAPPORT 1 – MASSABALANS EN SORTEERANALYSES

'Massabalansen van gft- en groencompostering (overzicht van de verwerkte stromen van 15 groen- en gft-composteringen) & kennis van samenstelling van gemengde stromen (sorteeranalyse groen- en gft-afval op 10 bedrijven)' **- <u>Datum rapport: mei 2014</u>**

Vermits dit rapport 1 (en de rapporten 2 en 3) in essentie de weerslag vormen van het luik Massabalansen en Sorteeranalyses van het werkpakket 1 wordt de inhoud en het doel van dit werkpakket kort hernomen:

WP 1 : Inventarisatie inputstromen

Taken:

- **Massabalans opstellen (15 bedrijven) (input / output):** hiermee wordt een breed overzicht verkregen van enerzijds de inputs (groen- en gft-afval) – de hoeveelheid en de ruwe indeling – en wordt anderzijds gekeken naar welke opbrengst dit vandaag levert in termen van compost, mulch, zeefoverlopen,… Hiermee hebben we een eerste belangrijke bouwsteen om de volgende stappen en werkpakketten te volbrengen
- **Sorteeranalyses op inputstromen (gemengde inputstromen 10 bedrijven):** een ruwe indeling uit de massabalansen leert ons niet hoeveel houtig materiaal er in het afval zit. Vooral bij groen-afval komt een grote stroom 'gemengd groenafval' binnen hetgeen sorteeranalyses vereist. Hierdoor kan duidelijker de (variatie in) hoeveelheid houtig materiaal (structuurmateriaal en potentieel biomassa) aanwezig op de composteerinstallaties geschat worden
- **Inschatten van biogaspotentieel van fijne fracties van groenafval**: een mogelijke vorm van energetische recuperatie, naast verbranding, is vergisting van fijne fracties van groenafval. Gft-vergisting in zijn integraliteit is al een beproefd en erkend proces en behoeft geen inschatting. Verschillende fijne fracties groenafval worden doorheen het jaar beoordeeld op hun biogaspotentieel

Verwachte leverbaarheden en kritische performantie indicatoren (KPI's):

- Overzicht van de verwerkte stromen
- Kennis van samenstelling gemengde inputstromen
- Overzicht van de vergistbaarheid fijne fractie groenafval (**zie Rapport 2**)
- Inschatting potentieel (2) van inputstromen (KPI 1) **(zie Rapport 3)**

Uitvoerders: Vlaco vzw, OWS en KULeuven

2.1. Luik Massabalansen

Opzet

Om te weten met welk tonnage organisch afval de composteerders aan de slag gaan, welke de ruwe indeling van de inputstromen is, en welke tonnages er vandaag uit de compostering worden afgescheiden en/of afgezeefd, moeten we minstens bij de composteerders die ook participeren aan de praktijkproeven (WP 2) al de input- en outputstromen noteren. Hiertoe werd aan het begin van het project de massabalans opgenomen bij alle aan SYNECO participerende groen-composteerders (12) en gft-composteerders (2). Daaruit werd onder meer een overzicht geëxtraheerd van de input- en outputstromen.

Methode

Tijdens een bezoek aan de composteersites werden de input-outputstromen grafisch geschetst en werd een overzicht verschaft, o.b.v. het intern registratiesysteem, van de tonnages aan verschillende stromen die gedurende de toen recentste maanden passeerden. Vlaco moest door verschillende indelingen en benamingen inzake inputstromen wel een vertaalslag doen naar een beperkt aantal types groenafval-soorten.

Resultaten

I. Groencomposteerders

Tabel 1 Massabalans: inputstromen groencomposteerders (12[1]): 2011-2012

	Totaal in (in proces gebracht) ton (incl zeefoverloop)	Gemengd groen	%	vers structuur-materiaal	%	zeef-overloop (recirculatie)	%	zacht materiaal (overig)	%	
1	**2.672**	-	**0%**	825	31%	210	8%	1.637	**61%**	
2	**21.486**	13.944	65%	489	2%	6.751	**31%**	303	**1%**	
3	**7.991**	6.858	**86%**	80	**1%**	434	5%	619	8%	
4	**51.779**	43.957	85%	394	**1%**	1.900	4%	5.527	11%	
5	**34.538**	7.779	23%	7.900	23%	6.183	18%	12.676	37%	
6	**34.638**	26.473	76%	5.183	15%	534	2%	2.448	7%	
7	**40.330**	34.509	**86%**	1.603	4%	1.267	3%	2.951	7%	
8	**25.860**	17.507	68%	3.987	15%	-	**0%**	4.365	17%	
9	**22.136**	16.783	76%	2.420	11%	590	3%	2.343	11%	
10	**28.989**	22.374	77%	751	3%	4.961	17%	903	3%	
11	**30.855**	2.595	8%	17.142	56%	2.138	7%	8.979	29%	
12	**54.761**	32.023	59%	13.762	**25%**	7.500	14%	1.476	2%	
Totaal IN (incl zeefoverloop recirc)	**356.035**	**224.802**	**63%**	**54.536**	**15%**	**32.470**	**9%**	**44.227**	**12%**	**100%**
Totaal IN (excl zeefoverloop recirc)	**323.565**		69%		17%				14%	100%

[1] De cijfers 1 t/m 12 in deze en volgende tabel verwijzen naar de 12 onderzochte groencomposteerders

De in proces gebrachte stromen over 12 maanden (december 2011-november 2012) werden opgevraagd en ingedeeld onder de stromen 'gemengd groen', 'vers structuurmateriaal' en 'zacht materiaal'. Hierbij werd ook de outputstroom 'zeefoverloop' die recirculeert (9% van totale jaarinput compostering) hernomen. Deze tonnages en het aandeel in het totaal worden steeds weergegeven. In de onderste 2 lijnen worden ook de totale tonnages van de 12 groencomposteerders gesommeerd alsook de aandelen t.o.v. de totale input (inclusief en exclusief zeefoverloop).

In totaal kwam in de beschouwde periode ongeveer 323.565 ton groenafval binnen bij de 12 onderzochte groencomposteerders. Met een totaal tonnage van 32.470 ton zeefoverloop die na afzeving van de compost opnieuw naar het begin van het composteringsproces gaat voor enting en als structuurmateriaal komt het totale starttonnage per jaar op 356.035 ton groenafval. Verder zien we dat het gemengd groenafval dat toekomt op de groencompostering-sites gemiddeld 69% uitmaakt (en 63% t.o.v. jaarinput inclusief heringebrachte zeefoverloop). Dit hoge percentage onderstreept de noodzaak van o.a. sorteeranalyses (cfr infra). Apart binnengebracht structuurmateriaal (haagscheersel, takken, wortels, stronken) staat voor 17% terwijl aparte aanvoer van zacht materiaal gemiddeld 14% uitmaakt van de te accepteren groen-afvalstroom (respectievelijk 15% en 12% t.o.v. jaarinput inclusief recirculatie zeefoverloop). Bekeken over de verschillende groencomposteerders valt de grote variatie op inzake samenstelling van het te composteren groenafval: het aandeel gemengd groenafval in de jaarinput varieert tussen 0% en 86%, vers structuurmateriaal tussen 1% en 56%, recirculerende zeefoverloop tussen 0% en 31%, zacht materiaal tussen 1% en 61%.

Tabel 2 Massabalans: outputstromen groencomposteerders (12): 2011-2012

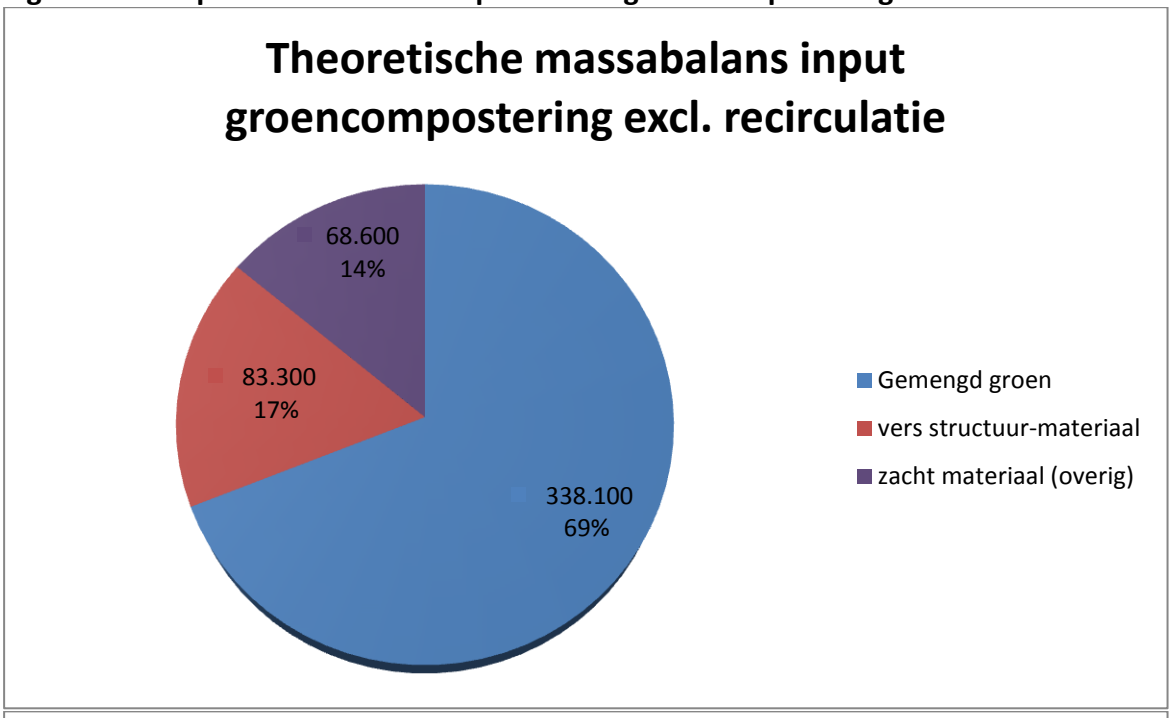
	Totaal uit (productie) ton	compost	%	zeefover-loop vr recirculatie	%	(zeefover-loop nr) biomassa	%	(zeefover-loop nr) mulch	%	nr gft	%	overig	%	
1	**1.500**	1.260	84%	210	14%	30	2%	-	0%	-	0%	-	0%	
2	**11.859**	5.108	43%	6.751	**57%**	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	
3	**5.838**	4.746	81%	434	7%	578	10%	35	1%	-	0%	45	1%	
4	**38.185**	28.041	73%	1.900	5%	3.901	10%	507	1%	2.780	7%	1.056	3%	
5	**16.977**	8.245	49%	6.183	36%	-	0%	2.549	**15%**	-	0%	-	0%	
6	**23.766**	14.673	62%	534	**2%**	7.507	**32%**	-	0%	-	0%	1.052	4%	
7	**23.047**	18.224	79%	1.267	5%	3.319	14%	-	0%	238	1%	-	0%	
8	**18.668**	7.145	**38%**	-	**0%**	1.641	9%		0%	9.882	**53%**	-	0%	
9	**13.357**	10.161	76%	590	4%	2.521	19%	-	0%	-	0%	85	1%	
10	**22.547**	9.782	43%	4.961	22%	1.670	7%	1.620	7%	4.187	**19%**	326	1%	
11	**22.388**	20.250	90%	2.138	10%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	
12	**44.156**	31.107	70%	7.500	17%	5.373	12%	-	0%	-	0%	176	1%	
Totaal UIT	**242.288**	**158.741**	**66%**	**32.470**	**13%**	**26.540**	**11%**	**4.711**	**2%**	**17.087**	**7%**	**2.739**	**1%**	**100%**
Totaal IN (excl zeefoverloop	**323.565**	**323.255**	49%		10%		8%		1%		5%		1%	75%
Totaal IN (incl zeefoverloop	**356.035**	**355.725**	45%		9%		7%		1%		5%		1%	68%

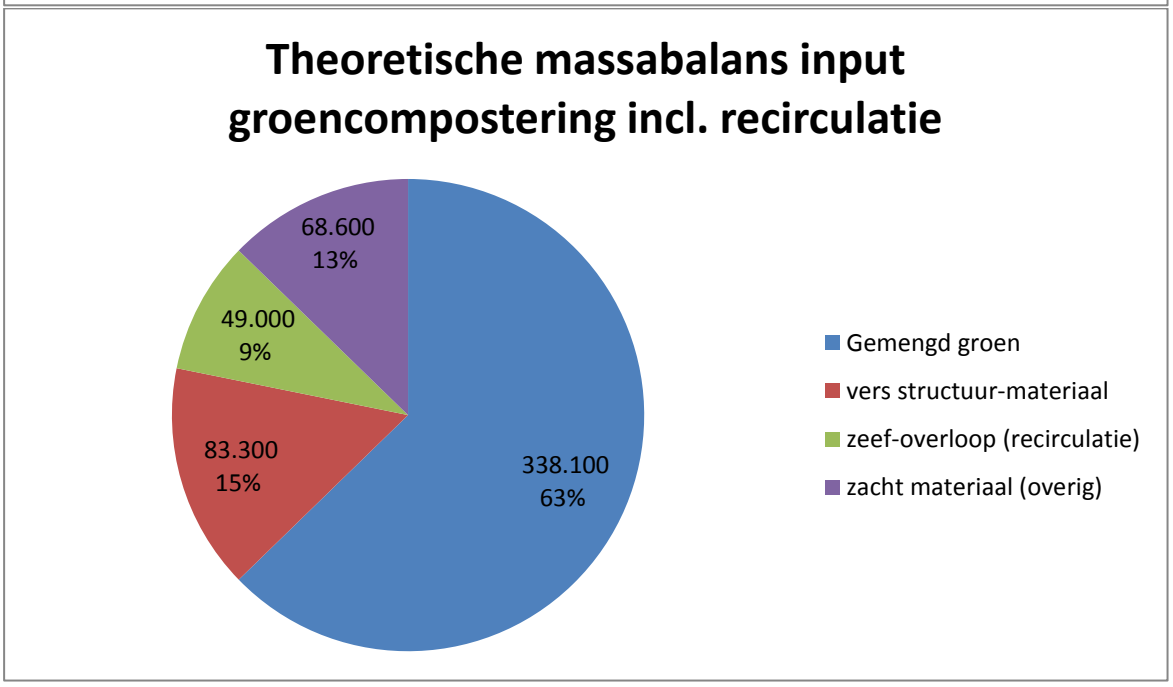
Wat betreft de outputstromen over dezelfde periode bij dezelfde groencomposteerders zijn de totale tonnages 'UIT' weergegeven: in totaal wordt 242.288 ton aan compost, zeefoverloop, doorvoer naar gft-compostering en/of restafval afgescheiden. Meer bepaald worden de tonnages 'compost', 'zeefoverloop vr recirculatie', '(zeefoverloop nr) biomassa', '(zeefoverloop nr) mulch', 'nr gft (-compostering)' en 'overig' getoond alsook hun aandeel t.o.v. de totale UIT-stroom en t.o.v. de IN-stroom (excl/incl recirculerende zeefoverloop). Zo maakt de 158.471 ton compost 66% uit van de totale output – en 49% t.o.v. de totale input exclusief de zeefoverloop, 45% t.o.v. de totale input inclusief zeefoverloop. Verder valt op dat nu reeds ervaring is bij de meeste onderzochte groencomposteerders inzake afvoeren van biomassa voor verbranding. Deze biomassa wordt dan in praktijk gehaald ofwel uit verhakseld houtig groenafval, vaak snoeihout van de containerparken, waarvan doorgaans na zeving de bovenfractie als biomassa wordt afgevoerd, ofwel na compostering uit de gecomposteerde hoop namelijk de zeefoverloop. De eerste vorm van biomassa van composteersites wordt wel eens 'witte biomassa' genoemd, de tweede de 'zwarte biomassa'. Over alle composteerders heen vormde deze biomassa gemiddeld 11% van de output en 8% t.o.v. de netto-input. Hiermee is deze stroom slechts enkele %-punten lager dan de zeefoverloop die recirculeert naar het begin van de compostering (respectievelijk 13% en 10%). Bij drie groencomposteerders wordt structureel een deel van het binnenkomende groenafval overgebracht naar een (eigen) gft-compostering (7% op de totale 'output' of 5% van input) vermits voor gft-compostering extra structuur moet ingebracht worden. Voor of na compostering afgezeefde mulch vertegenwoordigt met 2% t.o.v. de output maar een bescheiden nevenstroom. Overige outputstromen - doorgaans verontreinigingen (plastiek en metaal) en grond (van tussen boomwortels) – die apart worden geregistreerd en afgevoerd vormen samen ongeveer 1%, meer bepaald gemiddeld 1,3% van de output of 0,9% van de input. Dit illustreert dat het groenafval in Vlaanderen zeer zuiver is en dat de richtlijnen inzake acceptatie ter harte worden genomen met een zuivere groencompost tot gevolg. Over het algemeen zien we ook hier relatief grote variaties tussen groencomposteerders onderling inzake de samenstelling van de output.

Ter info

Als we deze cijfers over inputstromen extrapoleren naar alle groencomposteerders (26 groencomposteerders met totale inputstroom van 490.000 ton vers groenafval (2012)) krijgen we voor Vlaanderen de volgende hypothetische massabalansen voor input (excl/incl recirculatie):

Figuur 1: extrapolatie naar totale inputstroom groen-compostering Vlaanderen





II. Gft-composteerders

Tabel 3 Massabalans: inputstromen gft-composteerders (2): 2011-2012

	Totaal in (in proces gebracht) ton (incl zeefoverloop)	gemengd groen (verhakseld)	%	gft	%	zeef-overloop (recirculatie)	%	zacht materiaal (gras, blad, maaisel)	%	andere (obba)	%	
1	**62.407**	10.047	16%	38.324	61%	13.771	22%	207	0,3%	57	0%	
2	**71.220**	4.806	7%	40.178	56%	17.827	25%	8.223	12%	187	0%	
Totaal IN (incl zeefoverloop recirc)	**133.627**	**14.853**	**11%**	**78.502**	**59%**	**31.598**	**24%**	**8.430**	**6%**	**244**	**0%**	**100%**
Totaal IN (excl zeefoverloop recirc)	**102.029**		15%		77%				8%		0%	100%

Ook van 2 gft-composteerders die instapten in het traject werd de massabalans (dec. '11-nov. '12) geregistreerd en wat betreft inputstromen onderverdeeld in 'gemengd groen', 'gft', 'zacht materiaal', 'andere', alsook de recirculerende 'zeefoverloop'. Deze zeefoverloop maakt overigens met 24% van de totale jaarinput (incl recirc.) een groter deel uit dan zeefoverloop bij groencompostering (slechts 9%). Gft maakt uiteraard de hoofdmoot uit van het te verwerken afval - 59% van de totale jaarinput of 77% van de input exclusief zeefoverloop. Verder wordt gemiddeld 11% van de totale jaarinput aan extra gemengd groenafval binnengehaald alsook 6% zacht materiaal (gras, maaisel en bladeren). Deze laatste stroom is weliswaar quasi volledig te wijten aan 1 van de 2 gft-composteerders.

Tabel 4 Massabalans: outputstromen gft-composteerders (2): 2011-2012

	Totaal uit (productie) ton	compost	%	zeefover-loop vr recirculatie	%	zeefover-loop vr biomassa	%	plastiek, steen, glas, vloerkorst	%	overige afvoer residu (voor- en nabewerking)	%	metaal (en takken)	%	
1	**33.777**	18.300	54%	13.771	41%	-	0%	1.487	4%	325	1%	87	0%	
2	**35.350**	15.245	43%	17.827	50%	1.794	5%	-	0%	150	0%	335	1%	
Totaal UIT	**69.128**	**33.545**	**49%**	**31.598**	**46%**	**1.794**	**3%**	**1.487**	**2%**	**475**	**1%**	**422**	**1%**	100%
Totaal IN (excl zeefoverloop recirc)	**102.029**		33%		31%		2%		1%		0%		0%	68%
Totaal IN (incl zeefoverloop recirc)	**133.627**		25%		24%		1%		1%		0%		0%	52%

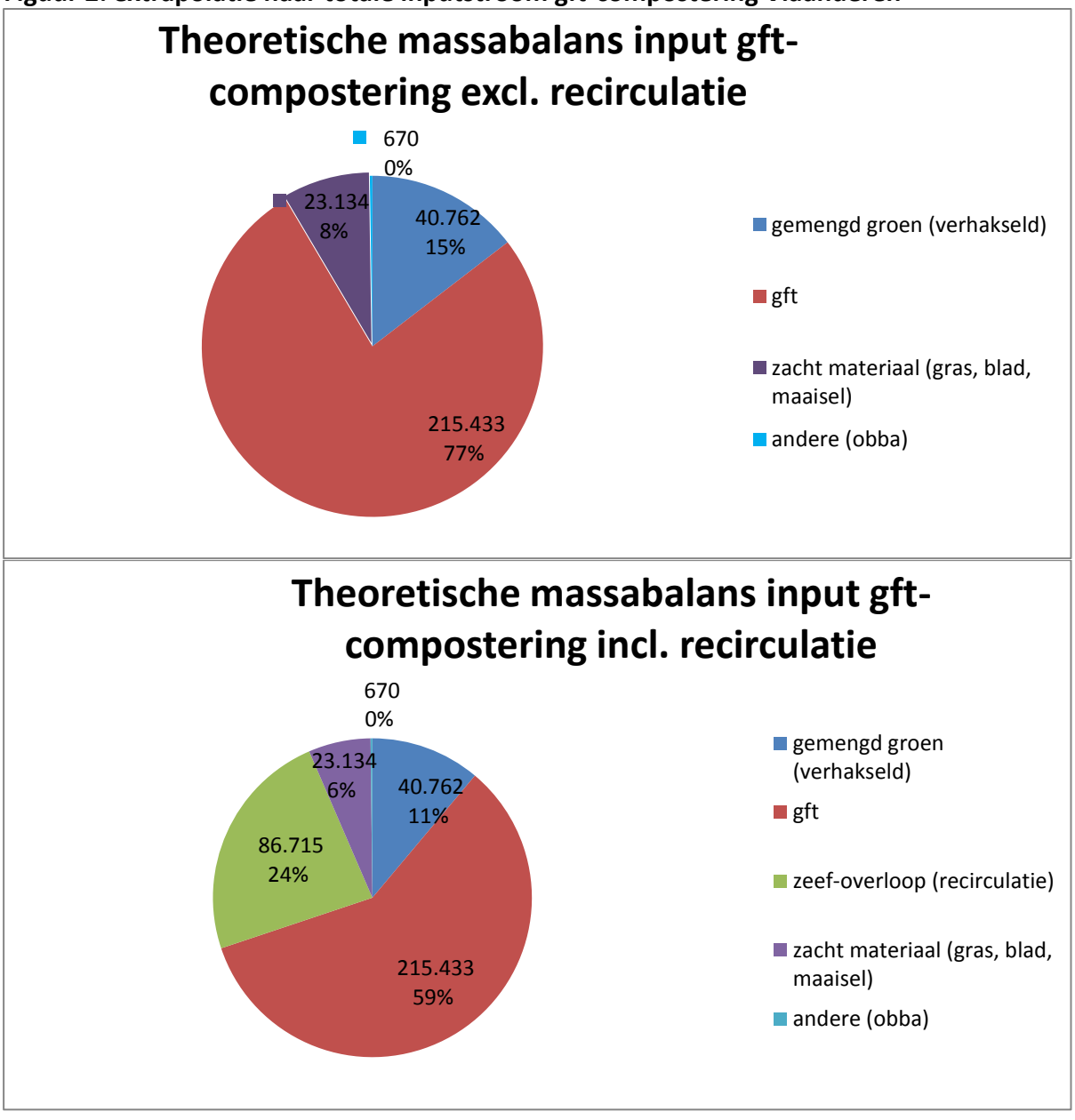
Wat betreft de output (UIT)-stromen bij de geverifieerde gft-composteerders wordt opgemerkt dat deze voor 49% bestaat uit de gft-compost – t.o.v. de totale input exclusief en inclusief recirculerende zeefoverloop betekent deze compost overigens respectievelijk 33% en 25%. Met 33% gft-compost t.o.v. de input (exclusief zeefoverloop) betekent dit cijfers (o.b.v. 2 composteerders) overigens een iets lager cijfer dan de 37,5% die Vlaco hanteert tot nu toe. Het valt op dat op jaarbasis de zeefoverlopen een even grote outputstroom vertegenwoordigden dan de gft-compostproductie: de zeefoverloop voor recirculatie (46%) en zeefoverloop naar biomassa (3%) maakten tesamen eveneens 49% uit. Slechts 1 gft-

composteerder echter haalt biomassa uit zeefoverloop voor verbrandingsdoeleinden. De 2de gft-composteerder – alsook een 3de bevraagde partij stellen dat uit de gft-zeefoverloop geen geschikte biomassa voor verbranding kan worden gehaald. Iets minder dan 4% van de totale output zijn verschillende onzuiverheden die via voor- en/of nabewerking uit het proces worden gehaald: voornamelijk plastiek, metaal, steen, glas, vloerkorst en takken. Op input betekenen deze onzuiverheden nauwelijks 2,35% hetgeen opnieuw de zuiverheid aantoont van gft-afval en – compost.

Ter info

Als we deze cijfers over inputstromen extrapoleren naar alle gft-composteerders (8 gft-composteerders met totale inputstroom van 280.000 ton vers gft-afval (2012)) krijgen we voor Vlaanderen de volgende hypothetische massabalansen voor input (excl/incl recirc.):

Figuur 2: extrapolatie naar totale inputstroom gft-compostering Vlaanderen



2.2. Luik Sorteeranalyses

Opzet:
Zoals reeds gezegd leren deze massabalansen ons niet hoeveel houtig materiaal er in het afval zit. Vooral bij groen-afval komt een grote stroom 'gemengd groenafval' binnen hetgeen sorteeranalyses vereist. Hierdoor kan duidelijker de hoeveelheid houtig materiaal (structuurmateriaal en/of potentieel biomassa) en de variatie erin – zowel tussen composteersites als tussen seizoenen – geschat worden.
Bij deze sorteeranalyses is uit utiliteits- en haalbaarheidsredenen enkel gekeken naar de inputstroom bij groencomposteerders – waar vandaag al zeefoverloop (na compostering) wordt afgevoerd naar biomassa-verbrandingsinstallaties en waar tevens biomassa vóór de compostering apart kan worden gehouden voor energiewinning – en niet naar de gf-composteerders. Overigens moet het structuurmateriaal (kleine takken en haagscheersel) dat bij gft-composteerders toekomt in principe integraal mee in composteerproces gaan om structuur te bieden. Getuige hiervan het (gemengd) groenafval van containerparken dat additioneel aan de gft-compostering moet worden toegediend. Conform de SYNECO-stroomschema's is een te onderzoeken piste bij gft-composteerders dan ook louter de energetische valorisatie van de zeefoverloop. Hiertoe werd als onderdeel van werkpakket 3 bij een gft-composteerder op drie verschillende tijdstippen de stalen zeefoverloop geanalyseerd op hun biomassa-potentieel.

Methode
Op drie verschillende tijdstippen – om variatie doorheen jaar/in verschillende seizoenen te kennen – werd bij alle groencomposteerders[2] een sorteeranalyse georganiseerd door Vlaco om de verhouding houtig structuurmateriaal versus zacht materiaal te achterhalen. Of nog, aangezien de massabalans-onderverdeling van de inputstromen in onder meer 'boomwortels/boomstronken', 'haagscheersel en takken met diameter < 5 cm' en 'snoeihout met diameter > 5 cm' (al dan niet verhakseld) minder relevant is, werd vanaf de 2de sorteeranalyse louter de opdeling tussen 'zacht materiaal' (blad, gras en maaisel) en 'structuurmateriaal' (haagscheersel, takken, boomstronken en wortels) nagegaan. Ook het percentage gft (1% bij 1 composteerder in de 1ste sorteeranalyse) werd omwille van verwaarloosbaarheid niet meer meegenomen. De drie analyses leidden dan ook o.b.v. tonnages tot een procentuele onderverdeling in 'zacht materiaal' en 'structuurmateriaal'. Concreet werd een staal via een wiellader uit het recent binnengekomen groenafval genomen en gesorteerd. Meer bepaald een zo representatief mogelijk ogend staal uit een hoop recent binnengekomen groenafval (onverhakseld). Deze greep werd vervolgens uit elkaar getrokken en gewogen zodat de gewichtspercentages (vers) afgeleid konden worden.

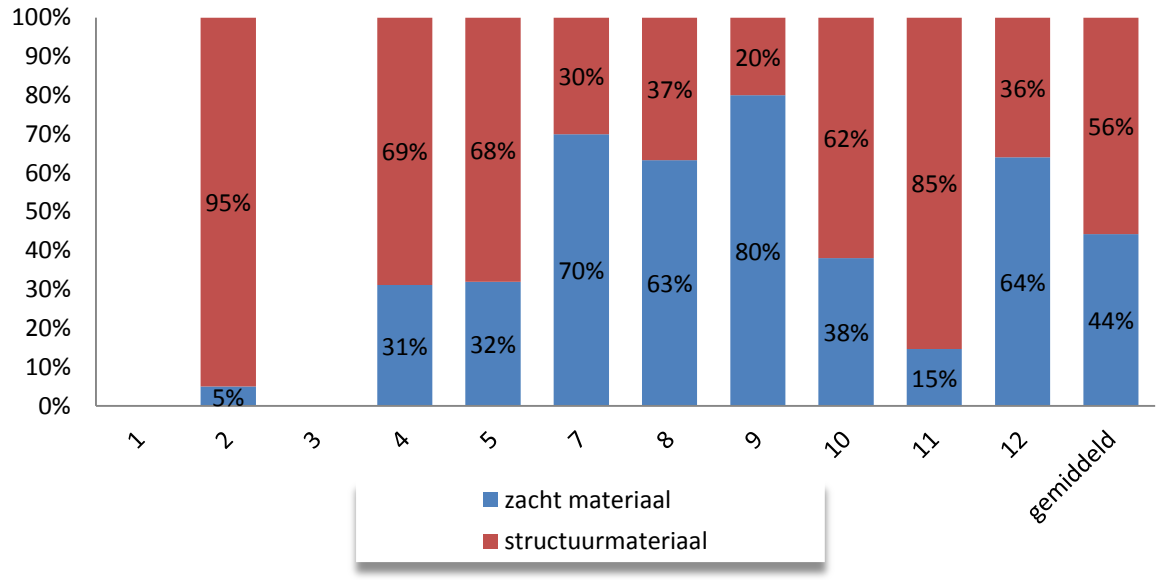
[2] 1 composteerder participeerde louter aan massabalansen (en niet aan sorteeranalyses en experimentele proeven (WP2) en bij 1ste sorteeranalyse (winter) was niet voldoende representatief groenafval aanwezig bij een andere composteerder waardoor hier 9 sorteringen werden verricht tegen 10 sorteringen in de 2de en 3de sorteeranalyse.

Hierbij werd rekening gehouden met het gewichtspercentage (op basis van massabalansen) van eventuele stromen die apart opgeslagen lagen (bijvoorbeeld boomwortels).

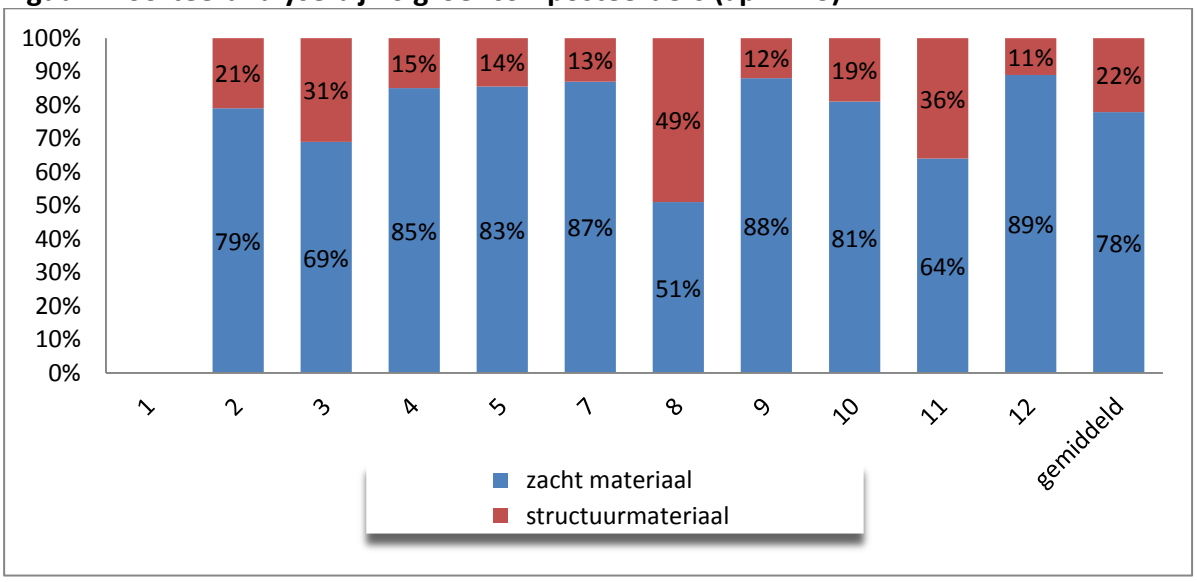
Resultaten

Een eerste reeks sorteeranalyses vond plaats tussen 18 december 2012 en 19 februari 2013 (hetgeen binnen de winterperiode valt). In de 2de helft van april 2013 werd de tweede reeks sorteeranalyses uitgevoerd. Een laatste reeks sorteringen gebeurde in de zomerperiode van 20 augustus 2013 tot 26 september 2013. De 3 reeksen sorteeranalyses geven volgende bevindingen:

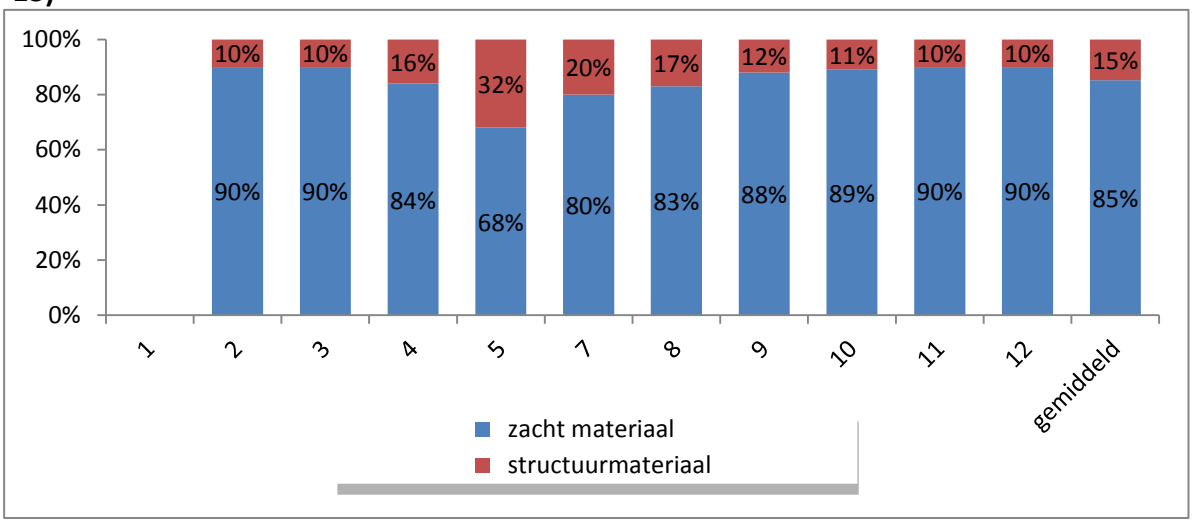
Figuur 3: Sorteeranalyse bij 9 groencomposteerders (december '12 – februari '13)



Figuur 4: Sorteeranalyse bij 10 groencomposteerders (april '13)



Figuur 5: Sorteeranalyse bij 10 groencomposteerders (eind augustus '13 – eind september '13)

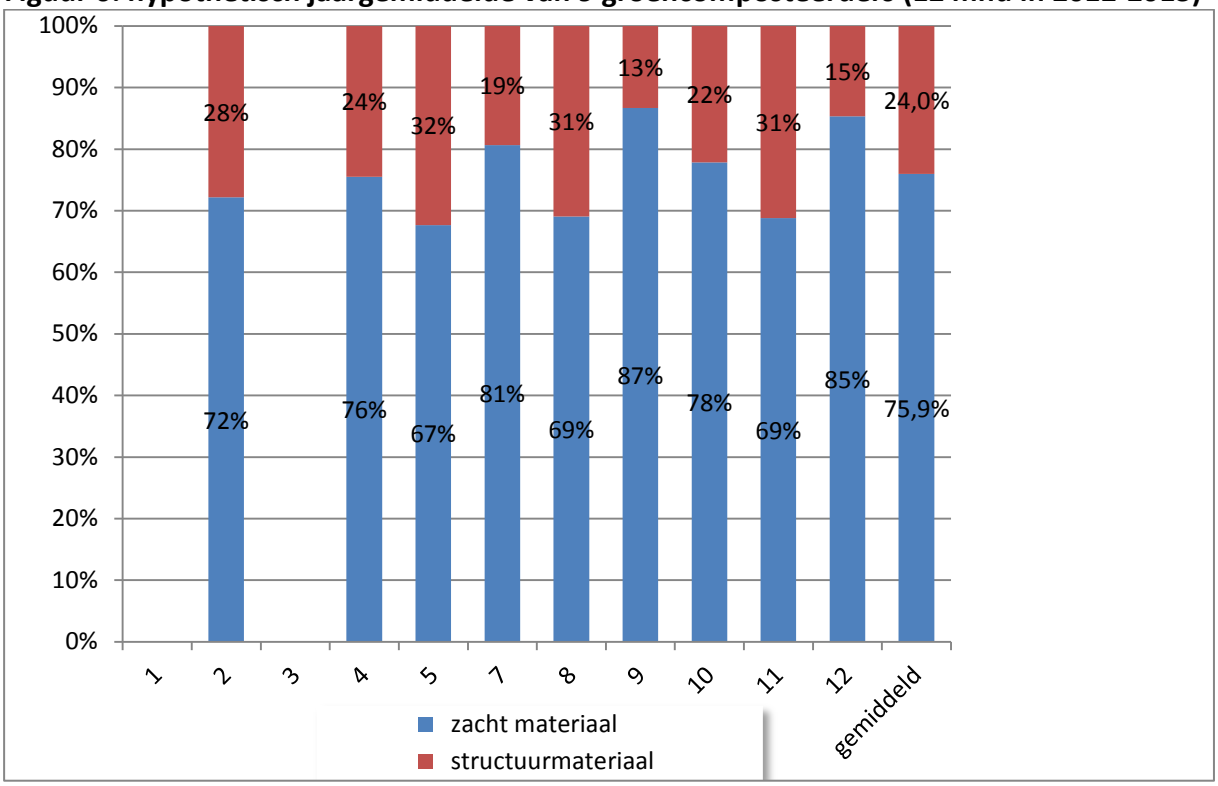


Terwijl bij de eerste reeks sorteeranalyses een grote variabiliteit in de gewichtspercentage-verhoudingen 'zacht materiaal' versus 'structuurmateriaal' opvalt, zien we in de analyses van de 2de helft van april 2013 en de late zomer veel minder variabiliteit: het gemeten gewichtspercentage zacht materiaal in een representatief geacht staal groenafval in april lag steeds in de vork 51% à 89% (versus structuurmateriaal 49% à 11%) en in augustus-september in de vork 68% à 90% (versus structuurmateriaal 32% à 10%).
De gemiddelden aan structuurmateriaal in de input groenafval bij deze groep composteerders evolueerden dus van 56% in de 1ste reeks tot 22% in de 2de reeks (niettegenstaande het feit dat de lente in 2013 zeer laat begon, na weken van droog weer, en met het maaiseizoen van de bermen nog niet gestart was) en 15% in de 3de reeks (late zomer). Vlaco leidt hieruit af dat in de wintermaanden met haast geen vegetatieve groei een zeer duidelijk hoger potentieel structuurmateriaal aanwezig is van gemiddeld ruim de helft van de totale inputtonnages. In de periode die grosso modo overeenstemt met lente en zomer valt het structuurmateriaal tonnage-gewijs terug tot gemiddeld ongeveer 1/5de à 1/6de van de verse input.

Om een idee te hebben van de aanwezigheid van houtig materiaal op jaarbasis zouden in principe bvb maandelijks een sorteeranalyse bij zoveel mogelijk composteerders moeten gebeuren, hetgeen niet mogelijk was binnen de huidige SYNECO-opzet. Om niettemin een onderbouwd richtpercentage te hebben werd een gewogen set percentages voortgebracht uit de 3 reeksen sorteeranalyses (voor 9 composteerders waarvan alle data beschikbaar). Voor elke composteerder werd namelijk een gemiddelde gemaakt van de 3 reeksen waarbij gecorrigeerd (gewogen gemiddelde) werd voor de hoeveelheid input in deze periode: de periode dec-febr (cfr 1ste reeks sorteeranalyses) komt namelijk overeen met 1/6de van de totale jaarinput (geaggregeerd cijfer uit massabalansen composteerders). De percentages van sorteerreeksen 2 en 3 werden dan respectievelijk met 2/6de en 3 /6de vermenigvuldigd zodat in onderstaande figuur de 'jaargemiddelde' verhouding zacht materiaal-structuurmateriaal voor 9 composteerders kan worden geraamd.

Over alle composteerders samen zou dit een jaargemiddelde beschikbaarheid betekenen van ongeveer een kwart (24%) houtig materiaal op de volledige jaarinput (exclusief recirculatie).

Figuur 6: hypothetisch jaargemiddelde van 9 groencomposteerders (12 mnd in 2012-2013)



2.3. Verdere besluiten uit massabalansen (2012) en sorteeranalyses (2012-2013) (groencomposteerders)

Tabel 5 Structuurmateriaal (SM)-bewegingen uit composteringsproces

	sorteeranalyse: % SM (jaargemiddelde) in compost-starthoop (excl zeefoverloop)	Totaal in/jaar (in proces gebracht) ton (incl zeefoverloop) vr compostering (excl tonnages direct nr gft)	mulch (vóór compos-tering afgeschei-den)	%	witte bio-massa	%	grijze bio-massa	%	zwarte bio-massa	%	mulch (zeefover-loop)	%	totaal % boven- of tussenfractie definitief onttrokken voor-tijdens-na compostering (ton/ton input)	zeefover-loop recirculatie	%	totaal % boven- en tussenfractie voor-tijdens-na compostering gezeefd uit inputstromen groencompostering doorheen jaar
6	?	**34.638**		0%		0%	7.507	22%		0%		0%	**22%**	534	2%	**23%**
10	22%	**24.801**	1.620	7%		0%		0%	1.670	7%		0%	**13%**	4.961	20%	**33%**
9	**13%**	**22.136**		0%	650	3%		0%	1.900	9%		0%	**12%**	590	3%	**14%**
12	**15%**	**54.761**		0%		0%		0%	5.373	10%		0%	**10%**	7.500	14%	**24%**
8	31%	**15.978**		0%	1.320	8%		0%	320	2%		0%	**10%**	0	0%	**10%**
7	**19%**	**40.092**		0%		0%		0%	3.319	8%		0%	**8%**	1.267	3%	**11%**
4	24%	**48.999**		0%		0%		0%	3.901	8%		0%	**8%**	1.900	4%	**12%**
3	24%	**7.991**		0%		0%		**0%**	578	7%		0%	**7%**	434	5%	**13%**
5	32%	**34.538**	-	0%	-	0%		0%	-	0%	2.549	7%	**7%**	6.183	18%	**25%**
11	31%	**30.855**	-	0%	-	0%		0%	-	0%	-	0%	**0%**	2.138	7%	**7%**
2	28%	**21.486**	-	0%	-	0%		0%	-	0%	-	0%	**0%**	6.751	31%	**31%**

Tabel 6 Structuurmateriaal (SM)-bewegingen versus kwaliteit, composteringsduur en werkwijze

	totaal % boven- of tussenfractie definitief onttrokken voor-tijdens-na compostering (ton/ton input)	zeef-overloop %	totaal % boven- en tussenfractie voor-tijdens-na compostering gezeefd uit inputstromen groencompostering doorheen jaar	opbrengst compost (tov input)	% tonnage uit /tonnage in	sorteeranalyse: % SM (jaargemiddelde) in compost-starthoop (excl zeefoverloop)	kwaliteit 2012 (check)	gemidd duur comp (mnd)	gemidd duur totaal in -> uit	werkwijze	hakselaar
6	22%	2%	23%	42%	66%		...	2,8	3,7	Ta	traag/korf 100mm
10	13%	20%	33%	39%	73%	22%	...	4,8	5,3	R/Ta	snel/korf 150mm
9	12%	3%	14%	46%	60%	13%	...	4,7	6,0	Tu/Ta	snel/korf 300mm
12	10%	14%	24%	57%	80%	15%	...	6,0	7,7	Ta	snel/korf 250mm
8	10%	0%	10%	45%	55%	31%	...	4,7	7,0	Ta	snel/korf 250mm (of 60, 120)
7	8%	3%	11%	45%	57%	19%	...	3,1	6,0	Ta/R	traag/korf 250mm
4	8%	4%	12%	57%	69%	24%	...	4,0	5,6	Ta	snel (afreg)/korf 100mm
3	7%	5%	13%	59%	72%	24%	...	7,0	9,2	Ta	snel (afreg)/korf 100mm
5	7%	18%	25%	24%	49%	32%	...	2,8	>3,0	R/Ta	snel/korf 400mm
11	0%	7%	7%	66%	73%	31%	...	4,0	>5,1	Ta	snel/korf 150mm
2	0%	31%	31%	24%	55%	28%	...	3,2	6,7	Ta	snel/korf 250mm

In bovenstaande tabellen 5 en 6 wordt van de participerende groencomposteerders een verder detail gegeven.

Enerzijds (tabel 5) wordt per composteerder (nr 2 t/m 12) een detail getoond van het % structuurmateriaal (gewogen gemiddelde hernomen uit sorteeranalyse cfr supra), en de totale inputstroom[3] versus de verschillende zeefoverlopen. Deze afgescheiden zeefoverlopen vóór, tijdens en na de compostering zijn chronologisch per kolom gezet: 'mulch vóór compostering', 'witte biomassa', 'grijze biomassa[4]', 'zwarte biomassa', 'mulch na compostering', en 'zeefoverloop recirculatie'. Ervan uitgaande dat deze gezeefde boven- of tussenfracties als structuurmateriaal kunnen worden beschouwd, geven de gekleurde kolommen dus eveneens een beeld van hoeveel en waar in het proces het structuurmateriaal de compostering (definitief) verlaat.

Anderzijds (tabel 6) wordt per composteerder de eerste kolommen van vorige tabel hernomen met verder kolommen 'opbrengst compost', totaal 'tonnage uit/in', alsook data over duur, werkwijze en eindresultaat van het composteringsproces.

Beide tabellen kunnen bijdragen tot beter inzicht in relaties tussen hoeveelheid structuurmateriaal, mogelijkheden tot (al dan niet definitief) onttrekken van structuurmateriaal (boven- of tussenfracties), composteerwijze, opbrengsten en kwaliteit van de compost[5].

2.4. CONCLUSIES

- Vanuit de massabalans 2012 kon al opgemaakt worden dat verschillende composteerders reeds tonnages structuurmateriaal onttrokken aan de compostering namelijk zowel mulch als biomassa, en dit zowel vóór als na de compostering. Zo onder meer 3.600 ton structuurmateriaal vóór opzet compostering, of nog 1,1% (nog niet in sorteeranalyse gedetecteerd) op het inkomend groenafval. Samen met de (p18) reeds berekende gemiddelde jaarinhoud structuurmateriaal van 24% op verse input groenafval geeft dit een totale geraamde jaarverhouding van een kwart structuurmateriaal (25,1%) op het inkomend vers groenafval.

[3] Waarbij totale inputstroom hier de jaarinputstroom (vers) inclusief recirculerende zeefoverloop gecorrigeerd voor het tonnage (gemengd) groenafval dat al dan niet naar gft-composteringen werd doorgevoerd.
[4] 'Grijze biomassa': bij deze composteerder wordt het groenafval, na ca 4 weken vooropslag, verhakseld en 2 à 4 weken gecomposteerd waarna verschillende tussenfracties biomassa worden afgescheiden. Compostering op kleinste fractie(s) loopt verder.
[5] De kolom 'Kwaliteit (2012) staat er pro forma zonder daadwerkelijk alle kwaliteitsdata te vermelden. Hiervoor is immers onvoldoende plaats. Volstaat te vermelden dat naar jaardata en seizoensdata werd gekeken van de finaal afgezeefde compost, meer bepaald DS, OS, rijpheid, en fytotoxiciteit.

- Bovenstaande getallen liggen zeer dicht bij het cijfer uit de studie van INVERDE (2012, Houtige biomassa voor energie in Limburg) waar een gemiddelde % 'houtig materiaal' van 27% wordt verondersteld in het Vlaams groenafval.
- Uitgaand van 25,1% structuurmateriaal zou dit betekenen – met als referentie de massabalansen 2012 van de in SYNECO verenigde groep composteerders – dat deze 25% op jaarbasis is verdeeld over enerzijds de 17% (16,85%) puur structuurmateriaal (snoeihout, stronken, wortels) in de input groenafval (bij de 12 onderzochte groencomposteerders) en anderzijds 8,3% structuurmateriaal afkomstig uit de 69% gemengd groenafval input. Of anders verwoord: gemiddeld ca 1/8ste van het inkomend gemengd groenafval is structuurmateriaal.
- Naast dit structuurmateriaal in de verse input groenafval wordt meestal zeefoverloop gerecirculeerd, in totaal 32.470 ton cfr de massabalansen: herrekend naar totaal tonnage opgezet op jaarbasis inclusief recirculatie zou dit betekenen dat gemiddeld ca 32% van de opgezette hopen bestaat uit structuurmateriaal.
  - Het valt op dat bij 3 composteerders (nr 7, 9, en 12) met laagste jaargemiddelden inzake structuurmateriaal (13% à 19% van de jaarinput **exclusief** zeefoverloop) ook een behoorlijk % witte en voornamelijk zwarte biomassa werd afgescheiden (8% à 12%)[6]. Zeker bij 2 van deze 3 composteerders werd daarenboven een vrij beperkt % recirculerende zeefoverloop (3%)[7] vastgesteld.
  - De combinatie van <20% structuurmateriaal bij aanvang, en relatief veel afscheiding van mulch en biomassa (voor, tijdens en/of na de compostering), én (dus) relatief weinig recirculerende zeefoverloop leidde bij deze 3 composteerders nog tot een degelijke compostkwaliteit (2012-jaargemiddelden inzake DS, rijpheid,..) met weliswaar relatief lagere OS-gehalten (19 à 20,7%). Er wordt berekend dat deze composteerders in de lente- en zomerperiode een composthoop opzetten met minder structuurmateriaal namelijk ca 13 à 18% **inclusief** zeefoverloop. Dit leidde tot een degelijke compost-kwaliteit in de 2de helft van het jaar (data 2012) met echter af en toe OS-waarden onder de 18% OS-grens (kwaliteitsdoelstelling van Vlaco compost met label) en slechts enkele %-punten boven de 16% OS-norm (FOD). Dergelijk lage aanwezigheid van structuurmateriaal is dus mogelijks problematisch zeker indien een hoge kwaliteit of kwaliteitslabel wordt geambieerd.
  - Composteerders met procentueel nog meer mulch en biomassa afgescheiden, of minder recirculerende zeefoverloop halen soms betere compostresultaten mede-afhankelijk van het hogere startpercentage inzake aanwezig structuurmateriaal. Anderzijds zijn de betere compostresultaten doorgaans geboekt bij composteerders die een combinatie toepassen van tunnel-, tafel- of ril. Een composteerder zoals bvb nr 8 die weliswaar gemiddeld 31% houtig materiaal (in input excl recirculatie) maar hieruit een behoorlijk percentage biomassa (8% wit en 2% zwart) afscheidt, die geen zeefoverloop recirculeert, én composteert op tafel had van alle composteerders de minst goede compostkwaliteit op jaarbasis met een DS van 53 en OS van 16,6%.
  - Vlaco merkt inderdaad dat tafel-composten zeer kwaliteitsvol kunnen zijn maar dat iets vaker zeer goede compostkwaliteit wordt bereikt – in termen van o.a. DS en rijpheid, – indien compostering gebeurt o.b.v. een combinatie van tafel met tunnel of

[6] Hogere percentages bij 2 andere composteerders (nr 6 en 10): 13% en 22%.
[7] Lagere percentages bij 2 andere composteerders (nr 6 en 8): 2% en 0%

ril. Algemeen lijkt er een positieve relatie tussen enerzijds het toepassen van een relatief kleine korfgrootte en/of het actief beluchten en/of de introductie van rillen en anderzijds de compostkwaliteit en/of beperking van de composteringsduur.

- Een absolute ondergrens van 20% 'structuurmateriaal' (op input inclusief zeefoverloop) lijkt daarom een goede vuistregel zeker als er op louter tafel wordt gecomposteerd.[8] Om een robuuster composteringsproces en een hogere OS in de compost te krijgen, kan een hoger percentage aangewezen[9] zijn.
- Anders gesteld: 20% structuurmateriaal als gemiddelde minimale aandeel in de compostering t.o.v. ca 32% aanwezig structuurmateriaal (cfr supra) betekent dat gemiddeld ruim 10% van het groenafval op jaarbasis als structuurmateriaal zou kunnen verwijderd worden voor energetische valorisatie. Het valt op dat dit % aansluit bij andere studies van o.a. UHasselt en ECP Beerse-Merksplas[10].
- Een interessant composteringsproces (composteerder nr° 6) is dat waarbij een relatief groot % zeefoverloop aan biomassa afgescheiden werd - en (dus) weinig recirculerende zeefoverloop – in een overdekte tafelcompostering mét niettemin een zeer goede compostkwaliteit (2012). Meer bepaald een proces waarbij na enkele weken opslag en 2 à 4 weken compostering een 1ste reeks afzevingen gebeurden van 'grijze biomassa' waarbij de tussenfracties als biomassa werden afgevoerd en de bovenfractie (>80mm) onmiddellijk naar het begin recirculeerde terwijl de onderfractie verder op tafels door composteerde. Dit gaf finaal zowel een goede compostkwaliteit als een hoge hoeveelheid biomassa.

Slot:

I.k.v. SYNECO wordt verder gefocust niet zozeer op de aanwezigheid en impact van 'structuurmateriaal' maar, zoals opgegeven in de traject-beschrijving, naar het uitzeven van een bepaalde tussen- of bovenfractie met bepaalde maaswijdte(s) en de impact hiervan op de kwaliteit en kwantiteit van de bekomen compost en biomassa – ook naargelang seizoen en composteerwijze. Reden is o.a. dat 'structuurmateriaal' of 'houtig materiaal' een te subjectieve maatstaf is t.o.v. een duidelijker meetbare en weegbare maaswijdte & zeefoverloop.

[8] Belangrijke opmerking, die overigens ook aansluit bij slotbedenking, is dat groencomposteerders vaak een hogere inschatting maken van het in het verse groenafval aanwezige structuurmateriaal. Zo blijkt uit data die groencomposteerders zelf meegaven bij de proefbatchen uit SYNECO werkpakket 2. Voor goede verstandhouding wijzen we nogmaals naar de door Vlaco gehanteerde definitie (p15) van structuurmateriaal.

[9] Verwijzing naar o.a. contacten met Nederland (Van Iersel Compost en BVOR-tool) waarin '30% houtachtig materiaal/structuurmateriaal' als ondergrens wordt gehanteerd. Het is anderzijds niet duidelijk of dezelfde benadering van structuurmateriaal wordt gehanteerd als bij dit SYNECO-traject.

[10] 11% uit studie 'Vergisten of composteren? Een vergelijkende studie voor natuur- en bermgrasmaaisel'. Te downloaden op: https://uhdspace.uhasselt.be/dspace/handle/1942/14040, en 11% (2.100 ton houtsnippers per 19.000 ton groenafval) uit ECP studie Beerse-Merksplas. Te downloaden op: http://www.ecp-biomass.eu/sites/default/files/pages/20130503%20samenvatting.pdf.

3. RAPPORT 2 – BIOGASPOTENTIEEL FIJN GROENAFVAL:

'Overzicht van de vergistbaarheid van de fijne fracties groenafval'
Datum rapport: mei 2014

Opzet

Deel van de door SYNECO onderzochte piste voor een betere synergie van compostering en energetische valorisatie van groen- en gft-afval is het kijken naar de vergistbaarheid van dit afval. Meer bepaald werd in SYNECO de potentiële biogasopbrengst bepaald van onderfracties groenafval, namelijk de fracties 0-20mm, 0-30mm en 0-40mm die vlak na verhakseling en dus vóór compostering werden afgescheiden als fijne afzeeffractie. Hiermee doelt Vlaco te kijken naar de mogelijkheid van (deel)vergisting op de eigen of een externe site van het fijne groenafval waarna het digestaat verder wordt gecomposteerd. De noodzaak om biogaspotentieel-tests uit te voeren voor (fracties) gft-afval stelt zich niet vermits voorvergisting van gft reeds bij 2 gft-composteerders succesvol gebeurt. Het is een technisch haalbare en interessante optie met een gekende biogas-opbrengst van – al naar gelang van onder meer natte of droge vergisting – 100 à 120 Nm^3/ton vers materiaal. Hier zijn voorts ook al verschillende studies & K/B-analyses[11] gebeurd waardoor dit niet expliciet in SYNECO opgenomen werd.

Methode

a. Op drie verschillende tijdstippen – om variatie doorheen het jaar/in verschillende seizoenen te kennen – werd bij 6 actief participerende groencomposteerders een staal genomen van de onderfractie van de verhakselde hoop vers groenafval. Daar het traject verschillende opties inzake fractiegrootte wil testen, is in overleg met de composteerders en naargelang hun capaciteiten een verdeling van afzevingen voorgesteld op maaswijdten 20mm, 30mm, 40mm of 60mm. In onderstaande rapport worden verder de biogaspotentieel-tests beschreven die volgden op de staalname meer bepaald van volgende stalen: verschillende stalen <20mm, 1 staal <30mm, 1 staal met een mix van materiaal <20mm (snoeihout containerparken) en <40mm (rest groenafval), en verschillende stalen <40mm. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van het proefopzet kan men in de SYNECO-projectbeschrijving te rade gaan. De stalen werden telkens in tweevoud genomen en afgeleverd aan enerzijds KU Leuven voor de biogaspotentieel-bepaling op dag 25 van een natte, mesofiele vergisting (model van meeste landbouw en industriële vergisters) en anderzijds OWS voor de biogaspotentieel-bepaling op dag 21 van een droge, thermofiele vergisting (in principe geschikter voor fijn groenafval dat droger en vezeliger is dan het inputmateriaal dat doorgaans wordt gevoed aan natte vergister).
b. KU Leuven voerde tevens semi-continue tests uit in een pilootreactor (50L) met automatische sturing en voeding meer bepaald een lange duurtest (4 mnd), in welke

[11] Zie o.a. MIPLAN (2009), case-studies Ecowerf en IOK (ECP-project UHasselt).

biogasproductie en –samenstelling en de evolutie van procescondities in de reactor dagelijks werden opgevolgd.

Resultaten

3.1. Korte duurtests (3 reeksen)

I. Reeks 1 (stalen genomen 27/3 – 7/5/2013)

Tabel 7

	FRACTIE eind maart /begin mei	**Type vergisting/ labo**	**ODS** op vers (%)	**C/N**	**BIOGAS** Nm³/ton vers	**BIOGAS** Nm³/ton ODS	**CH4** op biogas	**Massaverlies tgv vergisting** %
3	<20	KUL (nat, meso)	24%	18,36	60,15	247,26	55,45%	6,43%
		OWS (droog, thermo)	20%	23,20	20,60	105,20	55,30%	2,62%
2	<20	KUL (nat, meso)	26%	17,41	33,79	130,65	56,86%	3,59%
		OWS (droog, thermo)	22%	21,50	14,50	66,30	57,00%	1,82%
8	<20	KUL (nat, meso)	25%	18,89	34,5	160,41	52,71%	3,67%
		OWS (droog, thermo)	23%	24,00	39,80	170,47	55,20%	5,07%
7	<30	KUL (nat, meso)	23%	21,00	31,06	125,17	56,05%	3,30%
		OWS (droog, thermo)	21%	26,70	23,40	109,57	54,50%	3,01%
5	<40	KUL (nat, meso)	26%	16,43	48,28	223,4	58,55%	5,13%
		OWS (droog, thermo)	25%	20,20	50,90	204,10	55,70%	6,45%
9	<20&<40	KUL (nat, meso)	29%	14,89	32,89	112,04	55,80%	3,50%
		OWS (droog, thermo)	28%	21,00	60,10	213,10	54,30%	7,72%

Deze eerste observaties (late winter/lente) wijzen op een (sterke) correlatie bij de droge biogaspotentieel-testen tussen fractiegrootte en de hoeveelheid organische droge stof (g ODS/kg vers) enerzijds en de biogasproductie (Nm³/ton vers) anderzijds. Bij de natte vergisting werden geen (positieve) correlaties vastgesteld.

Correlaties

	fractiegrootte - Biogas (Nm³/ton vers)	ODS (vers) - Biogas (Nm³/ton vers)	C/N - Biogas (Nm³/ton vers)
nat mesofiel	-0,12	-0,21	-0,09
droog thermofiel	**0,79**	**0,91**	-0,48

Een zeer groot verschil in gemeten biogaspotentieel en massaverlies tussen de stalen én tussen beide vergistingswijzen valt op. Het feit dat de waarden in (O)DS en C/N van bij aanvang verschilden, bemoeilijkte het formuleren van verbanden. Dit verschil in aanvangswaarden heeft deels met heterogeniteit van de stalen te maken en een andere voorbereiding van het staal (verschillende substalen versus kwarteren tot 1 gebruiksstaal). Om deze problematiek te vermijden werd vanaf de 2de reeks uitgegaan van dezelfde meetwaarden in DS en OS (afkomstig van ILVO) en werd dezelfde staalvoorbereiding toegepast door beide labo's. Een aanpassing vanaf de 2de reeks werd tevens gemaakt in de verhouding ent- substraat: OWS (droge vergisting) paste in lab-opstelling steeds 10:1 toe terwijl KUL (natte vergisting) aanvankelijk een verhouding 1:1 toepaste maar overstapte naar 2:1 (ent op substraat).

KUL en OWS verduidelijkten dat de biogas-opbrengsten niet konden verklaard worden door de C/N-verhouding noch de fractiegrootte van de stalen. OWS merkte op dat daarentegen de verklarende factor naar waarschijnlijkheid gelegen is in de fijn- versus grofvezeligheid van de stalen. Om het verschil in structuur en type van de organische fractie beter aan te tonen zeefde OWS twee monsters (beide fractie < 20 mm) nog eens extra over 5 mm.

Afbeelding 1. Foto van >5mm-fractie van 2 stalen (initiële fractie <20mm)

biogasopbrengst (Nm³/ton vers) :

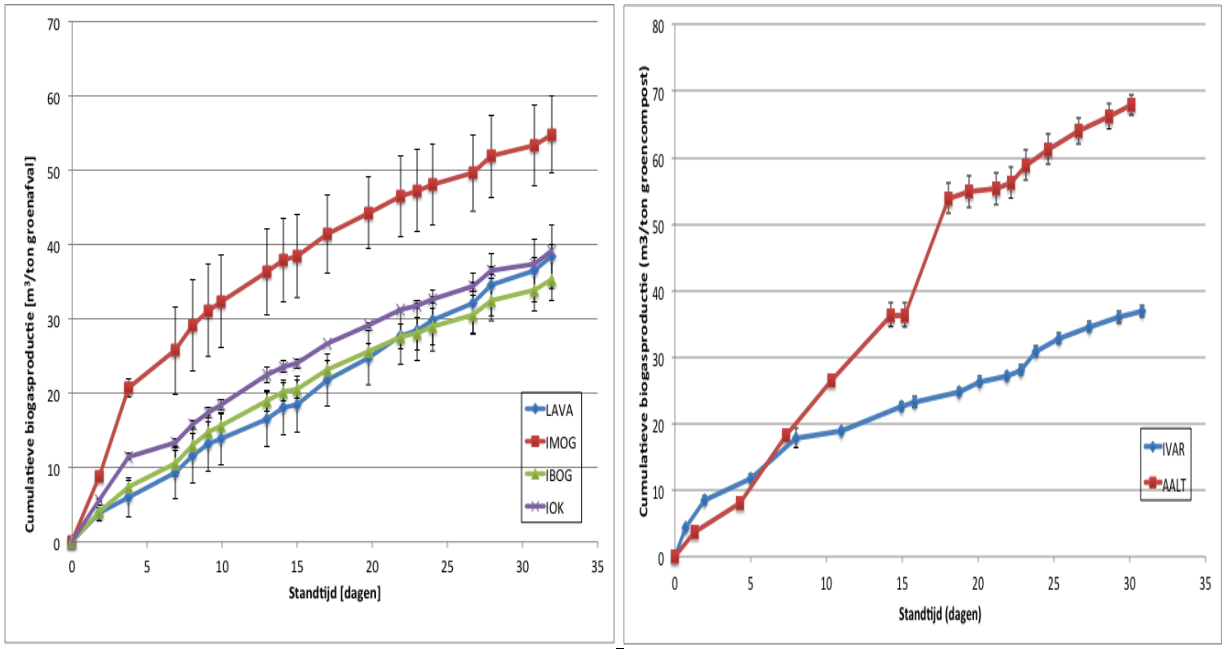
staal 6 : 14,50 staal 2: 39,80

Het linkse monster met duidelijk minder doch dikkere/houtachtigere stukken levert een relatief lage biogasopbrengst, het rechtse monster met heel veel fijne vezels geeft een relatief hoge biogasopbrengst.

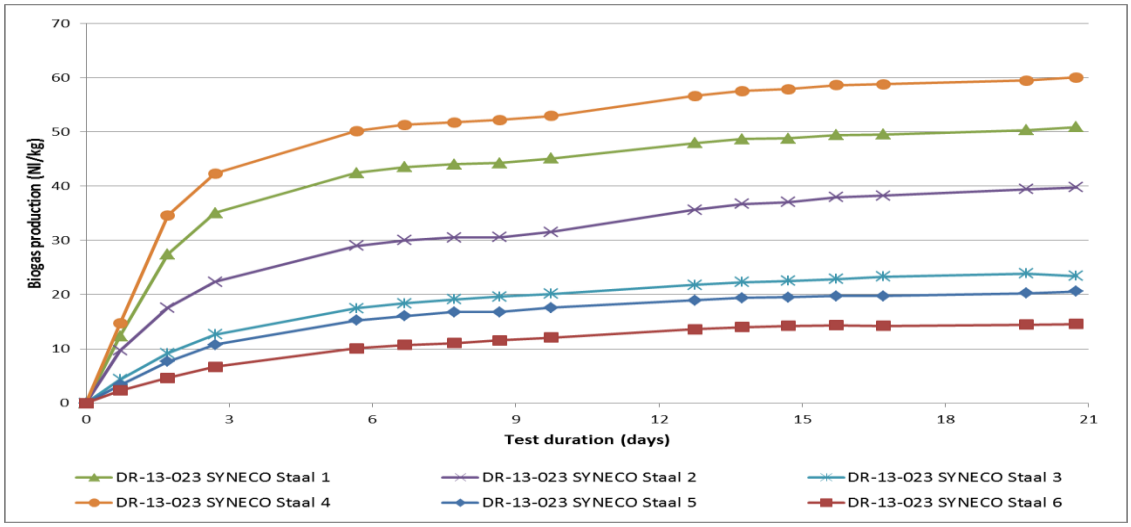
Gemiddeld lag de biogasopbrengst (Nm³/ton vers) in deze reeks voor de natte, mesofiele vergisting op 40 Nm³/ton vers en voor droge, thermofiele vergisting op 35 Nm³/ton vers. Gezamenlijk lag het gemiddelde op 37,5 Nm³/ton vers. Het methaan-gehalte tussen de verschillende stalen en tussen beide vergistingsmethoden lag steeds in dezelfde lijn en bedroeg gemiddeld 55,6%.

Wat betreft de biogasproductie-snelheid tonen onderstaande grafieken de cumulatieve biogasopbrengst uitgezet op een tijdsas. Bij de natte, mesofiele vergisting (KULeuven) werden metingen gedaan ook na dag 25 en meer bepaald tot dag 30. Zelfs dan was de biogasproductie niet beëindigd maar werd de test stopgezet omdat een langere standtijd in praktijk niet haalbaar is.

Figuur 7. Biogasproductie-snelheid natte, mesofiele vergisting (reeks 1)



Figuur 8. Biogasproductie-snelheid droge, thermofiele vergisting (reeks 1)



Bij anderzijds de droge, thermofiele biogaspotentieeltesten die in totaal 3 weken liepen, stelde OWS vast dat de biogasproductie grotendeels afgevlakt was na het einde van de 2de week

II. Reeks 2 (stalen genomen 25/8 – 27/9/2013)

Tabel 8

	FRACTIE		**ODS**	**C/N**	**BIOGAS**	**BIOGAS**	**CH4**	**massa-verlies (verg)**
	aug/sept	**Type vergisting/labo**	op vers (%)		Nm³/ton vers	Nm³/ton ODS	op biogas	weg/vers input (%)
3	<20	KUL	25,70%	21,7	45,6	177,35	56,40%	5,34%
		OWS	25,70%	20,4	55,6	216,35	54,00%	7,15%
2	<20	KUL	35,70%	17,9	34,4	96,24	56,67%	4,25%
		OWS	35,70%	20,6	60,4	169,18	53,20%	7,84%
7	<30	KUL	26,80%	18,8	49,6	185,02	57,03%	6,42%
		OWS	26,80%	17,6	39,4	147,02	53,40%	5,10%
8	<40 (!)[12]	KUL	21,50%	23,5	23,9	111,54	54,36%	2,99%
		OWS	21,50%	18,8	32,9	153,03	55,20%	4,20%
5	<40	KUL	22,70%	21,9	58,7	235,58	58,72%	6,42%
		OWS	22,70%	17	51	224,66	54,00%	6,57%

[12] Merk op dat groencomposteerder 8 ipv een fractie <20mm nu een fractie <40mm liet testen om redenen van preferentiële afzeving op 40mm ipv 20mm, hetgeen te maken had met een betere biomassa-kwotering van de >40mm fractie dan van de 20-80mm fractie.

9	<20&<40	KUL	35,30%	26,5	56,2	159,11	57,32%	6,84%
		OWS	35,30%	24,3	58,1	164,58	53,70%	7,52%

Bij deze tweede reeks, waarbij werd uitgegaan van dezelfde waarden DS en OS (Ilvo; zie reeks 1), is niettemin nog een verschil te zien in aanvangswaarden C/N, vermoedelijk doordat KU Leuven andere stikstof (N)-waarden mat en hanteerde. Verder zitten zoals in reeks 1 ook bij deze biogas-opbrengsten nog flinke verschillen (zowel positief als negatief) tussen waarden gemeten n.a.v. een nat-mesofiele vergisting respectievelijk een droog-thermofiele vergisting.

Ook hier blijkt opnieuw dat er geen algemeen, rechtlijnig verband te trekken valt tussen fractiegrootte, ODS & de C/N-ratio enerzijds en de biogasproductie anderzijds. De meest duidelijke positieve correlatie is die tussen de ODS-waarde en de biogas-productie (Nm^3/ton vers) gemeten door OWS.

Correlaties

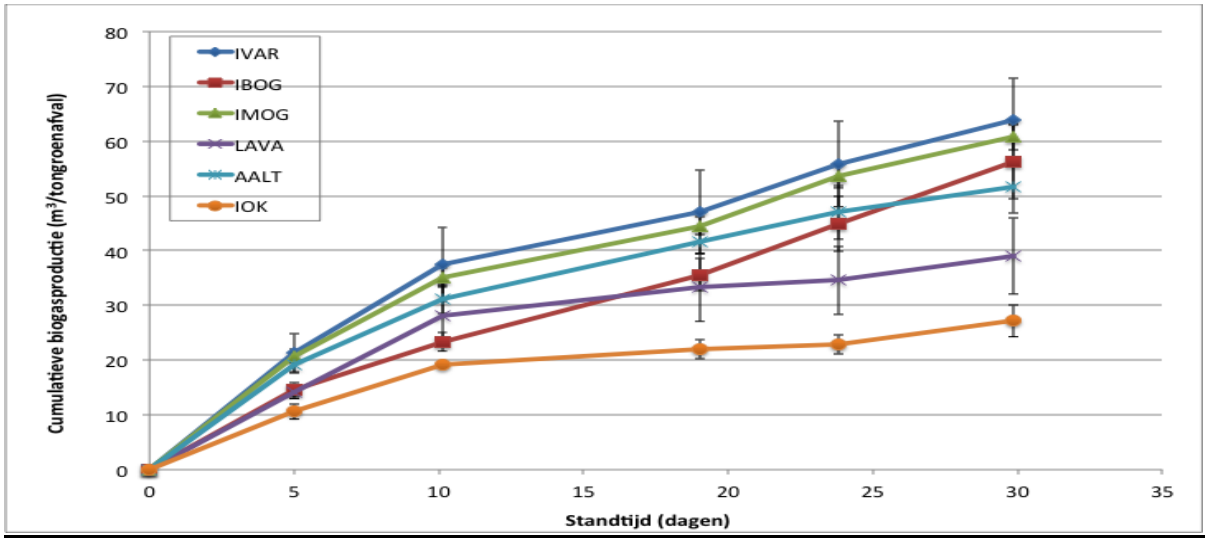
	fractiegrootte - Biogas (Nm^3/ton vers)	ODS (vers) - Biogas (Nm^3/ton vers)	C/N - Biogas (Nm^3/ton vers)
nat mesofiel	0,21	0,14	0,21
droog thermofiel	-0,43	**0,71**	0,58

In vergelijking met de 1ste reeks biogasopbrengst-cijfers van stalen genomen in de vroege lente (gemiddeld 37,5 Nm^3/ton vers) vertoont deze reeks fijne groenafval-stalen uit de zomer een hogere gemiddelde opbrengst namelijk 47,15 Nm^3/ton vers. Gemiddelde natte, mesofiele biogasopbrengst was 44,7 Nm^3/ton vers tegen 49,6 Nm^3/ton vers voor de droge, thermofiele vergisting. Het laagste en hoogste genoteerde biogaspotentieel van de zomerstalen bedroeg 23,9 en 60,4 Nm^3/ton vers daar waar deze bij de 1ste reeks respectievelijk 14,5 en 60,15 Nm^3/ton vers noteerden.

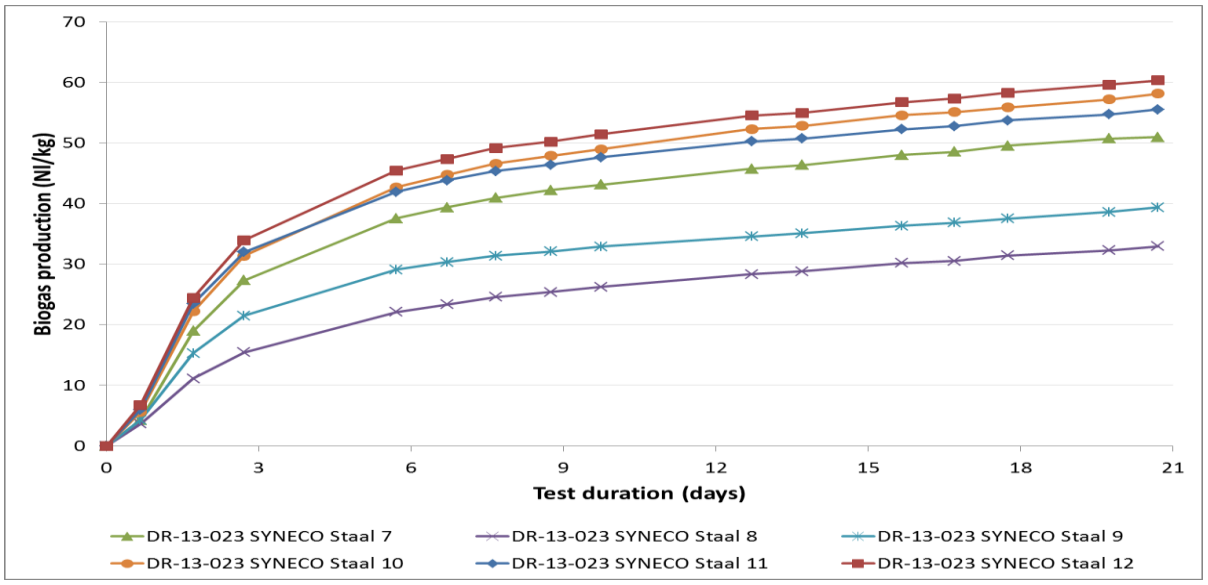
Het methaan-gehalte in het biogas lag gemiddeld rond de 55,3% (cfr 55,6% in 1ste reeks) met een iets lager gemiddelde voor de droge vergisting (wellicht ook door kortere testduur t.o.v natte biogaspotentieel-tests).

Bij de natte, mesofiele vergisting werd een soortgelijk verloop over in totaal 30 dagen opgemeten als bij reeks 1.

Figuur 9. Biogasproductie-snelheid natte, mesofiele vergisting (reeks 2)



Figuur 10. Biogasproductie-snelheid droge, thermofiele vergisting (reeks 2)



Bij de biogaspotentieeltests van de droge vergisting die opnieuw 3 weken liep, stelde OWS vast dat de biogasproductie ditmaal wél doorliepen tot na stopzetting test. Dit bevestigt dat een hoger potentieel te bereiken is met droge, thermofiele vergisting in het zomerseizoen met een hoger % fijnvezelig materiaal (maaisels).

III. Reeks 3 (stalen genomen 1/2014 – 3/2014[13])

Tabel 9

	FRACTIE		**ODS**	**C/N**	**BIOGAS**	**BIOGAS**	**CH4**	**massa-verlies (verg)**
	jan (maart)	Type vergisting/labo	op vers (%)		Nm³/ton vers	Nm³/ton ODS	op biogas	weg/vers input (%)
3	<20	KUL[14]						
		OWS	45,10%	38,5	25,2	82,66	52,30%	3,31%
2	<20	KUL	51,70%	14,98	37,75	235,49	56.57%	3,90%
		OWS	51,70%	14,3	12,2	67,04	58,30%	1,51%
7	<30	KUL	46,00%	22,78	49,33	287,23	58.33	5,61%
		OWS	46,00%	18,6	14,4	73,83	55,80%	1,83%
8	<40 (!)	KUL	47,90%	22,67	43,36	185,78	57,75%	4,28%
		OWS	47,90%	29	36	135,91	53,60%	4,66%
5	<40	KUL	32,40%	19,12	42,79	225,96	57,89%	4,89%
		OWS	32,40%	37	20,8	96,83	55,30%	2,64%
9	<20&<40	KUL	47,40%	17,07	52,83	166,16	55,37%	6,23%
		OWS	47,40%	49,1	39,6	109,78	53,80%	5,11%

Bij deze laatste proeven op winter-stalen[15] fijne fractie groenafval van dezelfde 6 composteerders valt opnieuw een (nog groter) verschil te zien in aanvangswaarden C/N, tussen beide labo's, alsook de grootste (van de 3 reeksen) verschillen inzake biogaspotentieel. In concreto valt op dat de natte vergisting nu steevast hogere waarden Nm³ biogas/ton vers oplevert – tot 3 maal hoger – die overigens nauwer onderling aansluiten (37,8<x<52,8) dan de biogaspotentieel-waarden bij droge, thermofiele vergisting die feller fluctueren tussen 12,2 en 39,6 Nm³/ton vers.

Verder blijkt opnieuw dat er geen sterk positieve relatie is tussen fractiegrootte, ODS & de C/N-ratio enerzijds, en de biogasproductie anderzijds. De meest duidelijke positieve correlatie lijkt die te zijn tussen de C/N-waarde en de biogas-productie (Nm³/ton vers) gemeten in de droge, thermofiele biogaspotentieeltest (OWS).

[13] Alle stalen werden genomen in de 2de helft van januari 2014 behoudens 1 staal (composteerder nr 8) dat begin maart werd genomen

[14] Één van de stalen (nr 3) kon niet tot bij het labo gebracht worden waardoor slechts op 5 stalen ipv 6 het natte vergistingspotentieel werd opgemeten.

[15] De winter van 2013-2014 was een vrij atypische winter daar beduidend hogere gemiddelde temperaturen werden ervaren, in januari bvb 8,6 °C ipv 5,7°C en slechts 4 dagen lichte vries (-0,5°C) ipv 8 dagen.

Correlaties

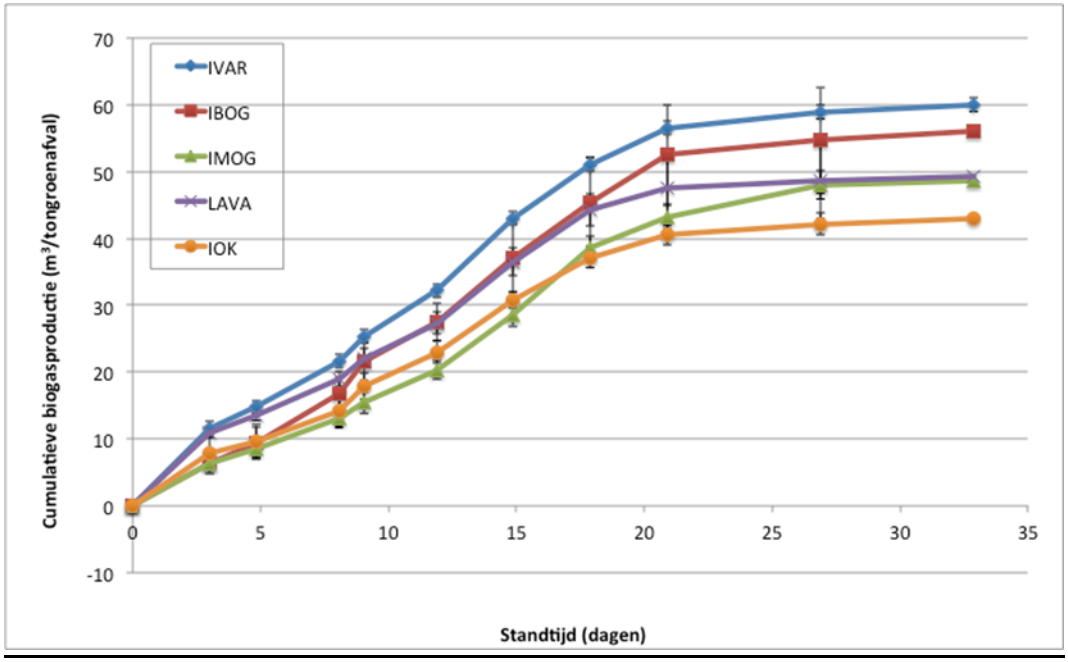
	fractiegrootte - Biogas (Nm³/ton vers)	ODS (vers) - Biogas (Nm³/ton vers)	C/N - Biogas (Nm³/ton vers)
nat mesofiel	0,51	-0,01	0,29
droog thermofiel	0,62	0,06	**0,76**

De gemiddelde biogas-opbrengst van de laatste reeks fijne groenafval-stalen uit de winter 2013-2014 bedroeg 34 Nm³/ton vers. Gemiddelde natte, mesofiele biogasopbrengst was 45 Nm³/ton vers tegen 24 Nm³/ton vers voor de droge, thermofiele vergisting. Opmerkelijk is m.a.w. dat droog, thermofiel er beduidend minder biogaspotentieel schuilt in deze stalen t.o.v. vorige reeks daar waar bij nat, mesofiel er nog net iets méér biogas werd gehaald dan uit de zomerbatch. Het laagste en hoogste genoteerde biogaspotentieel was 12,2 en 52,8 Nm³/ton vers daar waar deze bij de 1ste reeks respectievelijk 14,5 en 60,15 Nm³/ton vers noteerden.

Het methaan-gehalte in het biogas lag gemiddeld nog iets lager dan vorige proefronde: 54,85% met opnieuw een iets lager gemiddelde voor de droge vergisting (wellicht ook door kortere testduur t.o.v natte biogaspotentieel-tests).

Bij de natte, mesofiele vergisting werd een andersoortig verloop over in totaal 30 dagen opgemeten als bij reeksen 1 en 2.

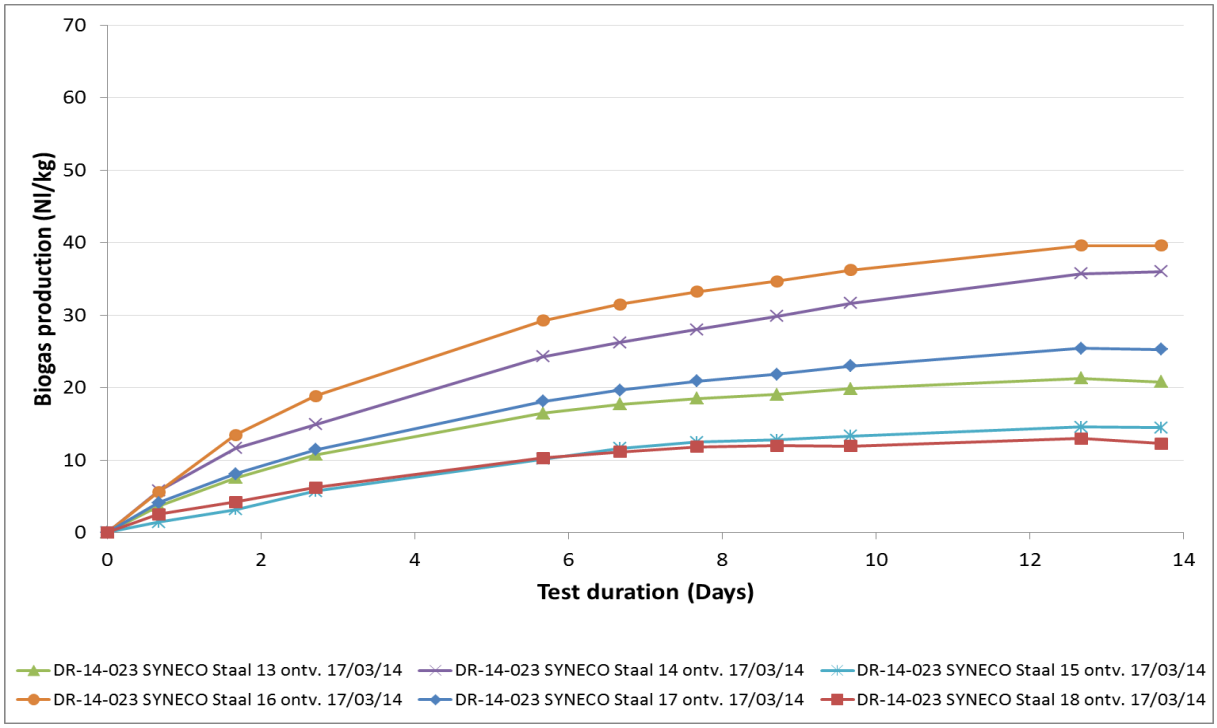
Figuur 11. Biogasproductie-snelheid natte, mesofiele vergisting (reeks 3)



KU Leuven besluit met *'… de biogasproductie (bereikt) nu wel haar maximaal potentieel na ca. 30 dagen. Bij vergelijking met de vorige resultaten, is duidelijk dat dit te wijten is aan een snellere vergisting tussen dag 10 en dag 20. Een verklaring waarom de afbraak van organisch*

materiaal tot biogas tijdens deze reeks sneller verliep, is moeilijk eenduidig af te leiden. … Wat betreft de totale biogasopbrengst ligt de volgorde ook van deze reeks anders dan de vorige reeks. Over het algemeen ligt de opbrengst iets hoger dan in vorige reeksen werd opgemeten. De C/N-verhouding kan geen verklaring bieden voor het al dan niet beter vergisten van een materiaal. De fractiegrootte is een tweede factor die in rekening kan gebracht worden. Maar ook hier zien we dat deze niet altijd de bepalende factor is: de structuur van het materiaal speelt ook een belangrijke rol. Daarnaast dienen andere zaken gekarakteriseerd te worden om een volledig beeld te schetsen van het proces zoals het lignine-gehalte. Deze organische component, in grote mate aanwezig in houtachtige gewassen, is immers niet bio-afbreekbaar en kan verschillen in opbrengst waarschijnlijk (ten dele) verklaren.'

Figuur 12. Biogasproductie-snelheid droge, thermofiele vergisting (reeks 3)



Bij de droge vergistingstest was opnieuw de biogasproductie na een kleine 2 weken afgevlakt. OWS concludeert dat er '*opnieuw geen duidelijke relatie bestaat tussen de zeeffractie van het staal en de biogasproductie. Daarnaast is het opmerkelijk dat het biogaspotentieel van deze monsters beduidend lager lag dan bij eerdere analyses. Aangezien er nauwelijks nog een bijkomende netto biogasproductie werd gemeten, werd de BPP-test gestopt na 14 dagen…. Op visueel en structureel vlak was er meer overeenkomst tussen deze stalen met de eerste levering dan met de tweede reeks stalen wat logisch lijkt als seizoenale variaties in rekening worden genomen*.'

3.2. Lange duurtests (2 stalen)

De tests werden uitgevoerd door middel van een set van semi-pilootvergisters, elke met een actief volume van 50L.

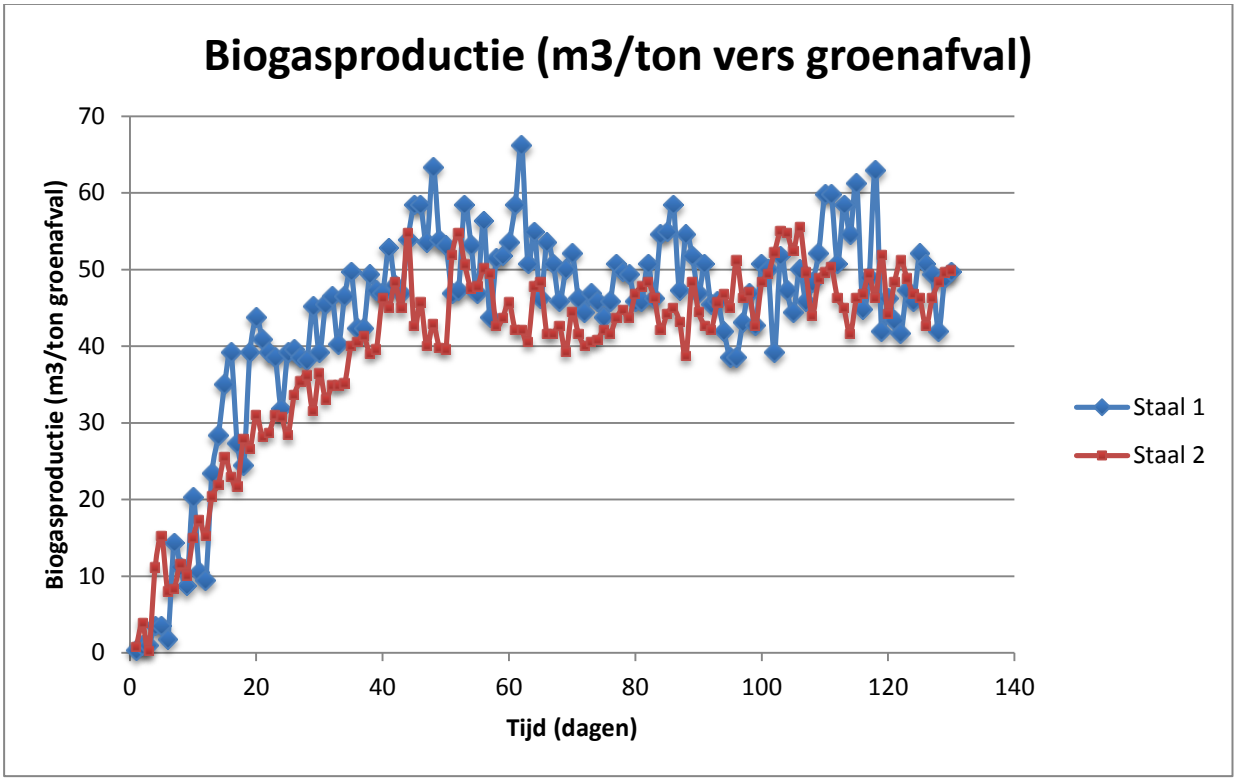
Figuur 13: Semi-pilootvergisters

De vergisters worden op een constante temperatuur gehouden door middel van een elektrische verwarmingsmantel die elektronisch op temperatuur wordt gestuurd. Voor deze testreeksen werd een temperatuur van 37°C aangehouden (mesofiele vergisting). De inhoud van de reactoren wordt geroerd (om de inhoud homogeen te houden en uitzakken van deeltjes te vermijden) door middel van traagdraaiende bladroerders. Het mengsysteem werd gedimensioneerd zodanig de micro-organismen niet worden beschadigd.

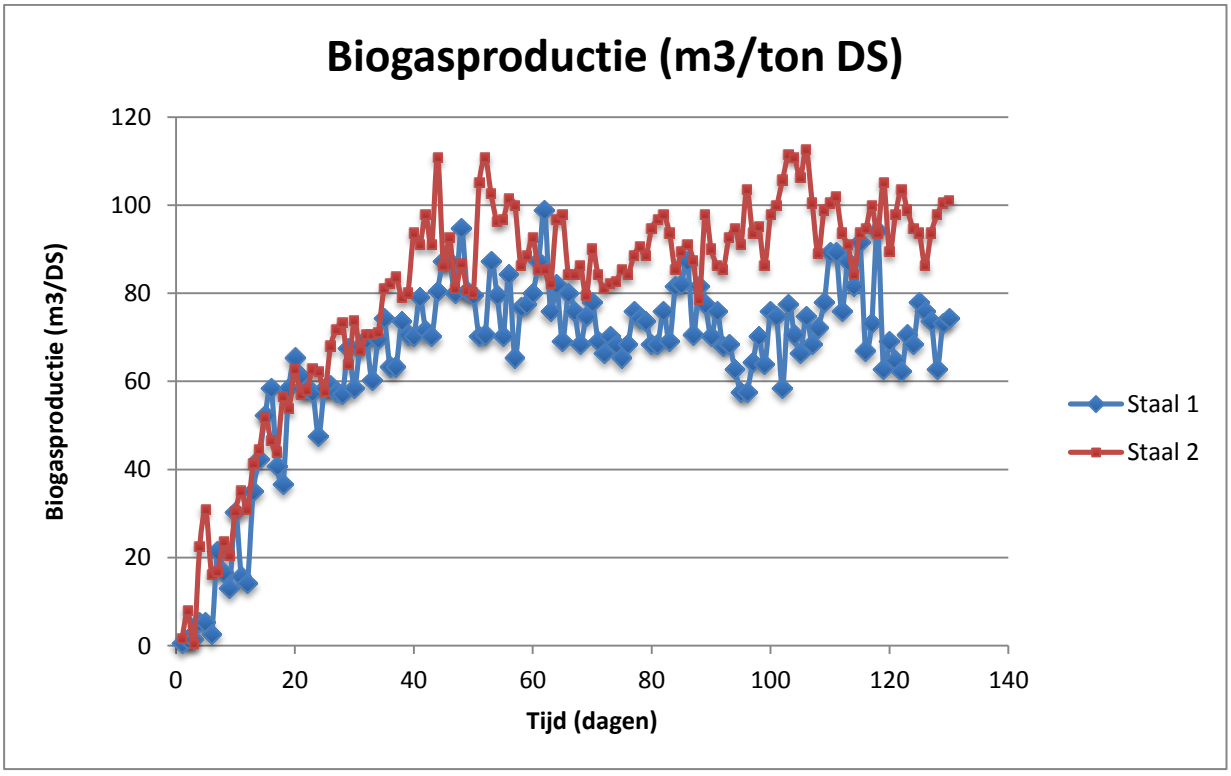
Bij de start van de testrun worden de vergisters gevuld met 50 L inoculum (digestaat van een full scale vergister), dat gedurende 2 weken in de reactoren wordt geacclimatiseerd, zonder toevoeging van voeding. Op dag 1 van de testreeks wordt gestart met het voeden van het groenafval. Vermits het in deze tests een natte vergisting betreft, wordt het aangeleverde groenmateriaal verdund met water, totdat een drogestofgehalte van 100 g DS/L wordt bereikt. Van dit voedingsmengsel wordt tweemaal daags 0.8 L aan aan de reactoren gevoed, wat leidt tot een totale dagelijkse voeding van 1.6 L. Gelet op de het volume van de vergisters van 50L, leidt dit tot een gemiddelde verblijftijd van 31.2 dagen.

Bij deze semi-continue tests werd tweemaal (batchperiode 1 (<20mm) & 2 (<40mm)) het staal fijne fractie van composteerder 8 genomen.

Figuur 14. Biogasproductie semi-continue test batch 1 en 2: Nm³/ton vers (KU Leuven)



Figuur 15. Biogasproductie semi-continue test batch 1 en 2: Nm³/ton DS (KU Leuven)



Tijdens de eerste 45 dagen van het experiment is een geleidelijke stijging van de biogasproductie op te merken. Dit is te wijten aan de graduele toevoeging van voeding. Op dag 1 bevatten de vergisters immers enkel digestaat, waardoor er slechts een beperkte gasproductie wordt waargenomen. Om deze opstartverschijnselen uit te sluiten, dienen conclusies omtrent de biogasproductie te worden gebaseerd op de metingen, startend vanaf dag 60 (ongeveer 2x de gemiddelde verblijftijd van in de vergister).

Een zeer stabiele biogasproductie wordt waargenomen in beide vergisters. De fluctuaties die geobserveerd worden, liggen duidelijk binnen de grenzen die typisch in een vergister worden waargenomen. Dit duidt op een zeer stabiele vergisting. De stabiliteit van de vergisting wordt tevens bevestigd door de zeer stabiele pH-waarden binnen de vergister. De pH-waarden schommelden tussen 6,7 en 7,2 voor Staal 1; en tussen 6,6 en 7,0 voor Staal 2 (pH werd tweemaal per week opgemeten, tezamen met de methaanconcentratie).

Gerekend vanaf dag 60, wordt een gemiddelde biogasproductie waargenomen van 73,6 m3/ton DS of 49,3 m3/ton vers voor Staal 1, en van 93,1 m3/ton DS of 46,0 m3/ton vers voor Staal 2. Staal 1 geeft een beduidend lagere biogasproductie op DS-basis. Echter, door het hogere DS gehalte in de aangeleverde stalen wordt per ton vers materiaal een licht hogere biogasproductie geobserveerd. De gemiddelde methaanconcentratie over dezelfde periode gemeten bedraagt 51,3% voor Staal 1 en 52,1 % voor Staal 2. In methaangehalte is er dus slechts een verwaarloosbaar verschil tussen de beide vergisters.

De gemeten waarden voor biogasproductie en methaangehalte sluiten aan bij de eerder opgemeten BMP-tests voor gelijkaardige stalen (ook gemeten in het kader van dit project).

3.3. CONCLUSIES

- Er is geen coherente relatie tussen de (maximale) partikelgrootte van de onderfractie (maaswijdte van de zeef) en het biogasproductie-potentieel
- Slechts in sommige seizoenen wordt een duidelijke correlatie[16] vastgesteld bij de droge, thermofiele vergisting tussen de ODS en/of C/N-verhouding enerzijds en de biogasproductie anderzijds
- De gemiddelde (korte duur) biogasopbrengsten (nat en droog) over het jaar liggen tussen de 34 en de 47 Nm³/ton vers met de hoogst mogelijke waarden gelegen rond de 60 Nm³/ton vers.
- De hoogste biogaspotentiëlen (gemiddeld en aparte score) werden gerealiseerd bij de droge vergisting van de fijne groenafval-stalen genomen in de proefreeks aug-sept (zomer). Hierbij liep de biogasproductie ook in beide proefopstellingen nog door bij stopzetting test. Reden is naar alle waarschijnlijkheid:

[16] > 0.7

- de structuur van het dan aangeboden inputmateriaal, namelijk meer fijn vezelig groen materiaal (maaisel) dat zich overigens het best droog thermofiel laat vergisten, alsook,
- een grotere aanvoer van groenafval in het algemeen waardoor verwerkingssnelheid hoger ligt en gemiddelde versheid groter is

- In de andere proefreeksen bleek natte, mesofiele vergisting tot een (iets) hoger biogaspotentieel te leiden.
- Het biomethaan-gehalte in het biogas schommelde steeds rond de 51 à 55% voor beide type vergistingstesten. Dit ligt in de lijn van de gehalten methaan in biogas uit vergisting van substraten met een aanzienlijk % maaisel[17]. 55% ligt daarentegen gevoelig onder wat voor co-vergisting als een normaal methaan-gehalte in biogas wordt gezien namelijk 60 à 65%.
- Uit de semi-continue vergistingstests blijkt dat pas na ongeveer 2 maanden continue bijvoeding een maximale biogasproductie van 50 à 60 Nm³/ton vers tot stand komt die verder schommelt rond een gemiddelde van 45 à 50 Nm³/ton vers.

In vergelijking met andere courant vergiste reststromen of energiegewassen – maaisel (104 [18]Nm³/ton vers), organisch-biologisch (voedings)bedrijfsafval (150 Nm³/ton vers), maïs (175 Nm³/ton vers) en gft (110 Nm³/ton vers) – betekent een onderfractie van verhakseld groenafval dus een beperkt biogas-houdende inputstroom en dit ongeacht de fractiegrootte. Mogelijks bevat deze inputstroom tevens een relatief hoog percentage steentjes, plastiek en metaal die bij compostering vaak bij afzeving en windziften eruit gaan maar bij vergisting optimaliter reeds op voorhand dienen verwijderd voornamelijk i.g.v. natte vergisting. Het afscheiden van deze onderfractie, zeker buiten het maaiseizoen, lijkt – gegeven ook de investeringskosten van een eventuele droge (dure) voorvergistingsinstallatie (in situ) of de transportkosten naar & van een externe vergister – dan ook geen aan te raden piste. Hiervoor dient dus niet alleen naar de biogasopbrengst maar ook naar de verhouding biogasopbrengst/gate fee[19] gekeken te worden: deze is voor bvb gft en maaisel veel hoger dan voor (fijne fractie) groenafval. Veel onderzoeken gebeuren vandaag de dag naar vergisting van maaisel hetgeen op lange termijn een interessantere optie is dan onderfracties groenafval.

[17] Studie Graskracht (2012).
[18] Rekenkundig gemiddelde van minimum (49Nm³/ton vers) en maximum (158 Nm³/ton vers) uit studie Graskracht.
[19]

	Biogasopbrengst (Nm³/ton VM)	Gate fee (€/ton)**
Mest (vers)	35	14,5
Fijne fractie groenafval (0 – 20mm; NM)	40 (!)	35
Fijne fractie groenafval (0 – 40mm; DT)	55 (!)	35
Maaisel (bermen)	104*	35 (?)
OBA	150	-16
Maïs	175	-31
GFT	100 à 120	60
*:Tss 49 en 158Nm³/T **: gemiddelde waarden		

Voorts werd over deze SYNECO-piste gedebatteerd op de stuurgroep van 28/1/2014:
Het zelf bouwen van een vergister werd ervaren als een zeer dure keuze t.o.v. de verhouding biogasopbrengst/gate fee[20] waardoor enkel de keuze voor afvoer naar externe vergisters overbleef. Maar ook dit werd niet onmiddellijk als haalbaar beschouwd vermits

- het wetgevend kader[21] hierrond onvoldoende uitgediept is,
- bereidheid tot inname bij de (grotendeels natte) vergisters in twijfel werd getrokken,
- onduidelijkheid of de gate fee van de externe vergister en de terugname wel rendabel kan zijn. De additionele transportkosten van het fijne groenafval naar de vergister en het (nat) digestaat terug naar de composteersite zouden alleszins aanzienlijk zijn,

Er werd dan ook werd besloten deze piste niet verder op te volgen en evenmin een plaats te geven in de uitbouw van de beslissingstool (werkpakket 4).

[20] In het licht van de verstrenging van de groene stroomcertificaat-ondersteuning sinds januari 2013 wordt daarenboven verwacht dat nieuwe investeringen in vergistingsinstallaties enige tijd zullen getemperd worden.

[21] bvb hygiënisatie, statuut meststof van digestaat,..

4. RAPPORT 3 – POTENTIEEL INPUTSTROMEN VOOR COMPOSTERING EN ENERGETISCHE VALORISATIE:

'Het potentieel van de inputstromen voor compostering en energetische valorisatie wordt ingeschat (incl quotering voor de mate van geschiktheid voor voorvergisting, verbranding en compostering.'
Datum rapport: mei 2014

Opzet
Vlaco wil een beeld vormen van de mogelijke inputstroom-verdeling conform een ideale synergie tussen kwalitatieve compostvorming en energetische valorisatie.

Methode
Gebaseerd op de eerder beschreven data uit werkpakket 1 (massabalansen, sorteeranalyses en biogaspotentieel) alsook informatie van werkpakket 3 (calorische waarde zeefoverloopfracties) worden enkele scenario's gegeven omtrent het potentieel van de inputstromen naar composteringshoeveelheid en energetische valorisatie. Hierbij zal niet in detail gegaan worden op fractiegroottes, types biomassa en seizoensvariaties versus het biogaspotentieel[22] of calorische verbrandingswaarde[23] maar zal uitgegaan worden van een onderbouwde procentuele verdeling van de totale invoerstromen over verschillende opties. De finale resultaten van werkpakket 3 – onder meer de experimentele compostkwaliteiten en biomassa-eigenschappen – dienen complementair met dit rapport gelezen te worden.

Concreet worden volgende zaken bekeken:

- In een eerste deel wordt de verdeling van de inputstromen bij groencomposteerders bekeken waarbij zowel een scenario 10% als 15% van de totale inputstroom (inclusief recirculatie) naar biomassa-verbranding wordt berekend. Vandaag werd al bij de onderzochte groencomposteerders vastgesteld dat gemiddeld 7%[24] van de totale inputstromen (incl. recirculatie) naar biomassaverbranding gaat. Vermoedelijk ligt het actuele cijfer lager door een oververtegenwoordiging van dergelijke groencomposteerders in de SYNECO-onderzoeksgroep. Uitgaande van vuistregel 20% structuurmateriaal bij aanvang groencompostering versus de jaargemiddelde aanwezigheid van 32% structuurmateriaal op de verwerkte stromen zou theoretisch gezien 12% van de totale inputstromen (incl. recirculatie) naar een biomassa-verbrandingsinstallatie kunnen vertrekken. Eerder werd al gewezen dat een intensievere compostering met combinaties van tafel-ril-tunnel steeds zeer goede resultaten geeft en dat anderzijds ook 'grijze biomassa' een interessante piste lijkt om relatief veel biomassa af te scheiden én goede compost voort te brengen. Daarom zal ook 15% als scenario ingeschat worden. Tenslotte wordt het potentieel

[22] In vorig rapport werd overigens sowieso geen verband tussen fractiegrootte en biogaspotentieel vastgesteld.
[23] Deze analyses zijn overigens nog lopende op ogenblik van opstel van huidige (eerste) rapporten.
[24] Zie luik Massabalansen (2.1) tabel 2.

van voorvergisting van de fijne fractie groenafval ingeschat maar in grijs gezet wegens weinig realistische karakter (cfr conclusies uit rapport 2).

- een tweede deel zal de verdeling van de inputstromen bij gft-composteerders bekijken waarbij alle gft-afval wordt voorvergist. Fracties gft-zeefoverloop werden getest op o.a. calorische waarde[25], stikstof en zwavel- en chloorinhoud (op DS). Hieruit bleek dat, in combinatie met sporadisch hoge gehalten onzuiverheden deze zeefoverloop energetisch, en qua alkali-elementen en onzuiverheden minder geschikt is als te verbranden biomassa. Mogelijks kan een deel van het groenafval dat gft-composteerders binnentrekken voor mee te composteren wel dienen als biomassa. Het bepalen van de noodzakelijke hoeveelheid (structuurmateriaal uit) groenafval voor gft-compostering (al dan niet na voorvergisting) ligt echter niet in de scope van SYNECO. We gaan nu m.a.w. uit van het aantrekken van het noodzakelijke tonnage groenafval om de gft-compostering naar behoren uit te voeren.
- het energetisch potentieel (elektriciteit en eventueel warmte) en het composteringspotentieel worden berekend

4.1. Resultaten

In onderstaande 2 tabellen worden potentiëlen getoond. Hierbij wordt uitgegaan van reeds eerder in dit rapport gehanteerde cijfers en assumpties en verder:

- Een omzettingscoëfficiënt van groenafval naar groencompost van 50%[26] en van gft-afval naar gft-compost van 35% (cfr literatuur en massabalansen SYNECO).
- Een biomassa-waarde 9 MJ/kg (9.000 MJ/ton) gebaseerd op gemiddelde calorische onderwaarden van zwarte en witte biomassa van de 1ste proefbatch (werkpakket 2 & 3) van 9,3 MJ/kg. Waarden van batch 2 (zomer) geven lagere waarden. Waarden van batch 3 (winter) zullen n.a.w. weer hogere waarden geven in lijn of hoger dan 1ste batch die verder kunnen worden verhoogd door de biomassa voor te drogen. Hier werd dan ook geopteerd uit te gaan van stookwaarde 9 MJ/kg.
- Elektrisch rendement van een klassieke, grootschalige verbrandingsoven (bvb wervelbed of rooster) van 25%, namelijk de efficiëntie bij omzetting van verbrandingswarmte naar de stoomturbine en generator. Uitgaand dat ook warmte wordt gerecupereerd uit het retourcondensaat van de stoomturbine en eventueel ook de rookgassen van de verbrandingsketel kan het rendement drastisch verhoogd worden tot een totaal energetisch rendement van 90% of meer.
- Een voorvergisting van 70% van het totale tonnage groenafval hetgeen een vrij conservatieve inschatting is van de gemiddelde massa van een onderfractie bij zeving op 20mm (indien dus alle Vlaamse groencomposteerders de fractie <20mm groenafval zouden voorvergisten). Hier wordt overigens uitgegaan van een natte voorvergisting[27] waarbij 25% (zelfafname ZAth) van de uit de WKK gehaalde warmte

[25] Meer bepaald 'calorische onderwaarde' alias '(netto) stookwaarde bij constante druk'

[26] In feite ligt deze (cfr rapport 4 & 5) hoger dan 50%, zo blijkt bij composteringen van uitgangsmateriaal waaruit eerst biomassa werd onttrokken.

[27] Hier wordt gekozen voor natte voorvergisting omdat de meerderheid van de vergisters in Vlaanderen natte vergisters zijn en er daarentegen zeer weinig droge vergistingsinstallaties bestaan. Natte vergisting lijkt dan ook plausibeler voor deze simulatie dan een situatie waarin verschillende droge vergistingsinstallaties zouden

dient om de vergistingsreactor voor te verwarmen, en dus niet als externe groene warmte kan fungeren. Conform het OT-model (VEA) gaat men bij dit type vergisting ook uit van 10% zelfafname elektriciteit (ZAel).

- Bij de voorvergisting van gft-afval wordt uitgegaan van thermofiele vergisting waarbij 50% (zelfafname ZAth) van de uit de WKK gehaalde warmte dient om de vergistingsreactor op thermofiele temperaturen te behouden, en dus niet als externe groene warmte kan fungeren. Conform het OT-model (VEA) gaat men bij dit type vergisting ook uit van 30% zelfafname elektriciteit (ZAel).
- We gaan tevens uit van een massaverlies door voorvergisting groenafval van 5% (zie biogaspotentieel-data rapport 2) en een massaverlies door voorvergisting gft-afval van 10%.
- Een biogas-potentieel van gemiddeld 40 Nm^3/ton vers groenafval en gemiddeld 100 Nm^3/ton vers gft-afval.
- Een elektrisch en thermisch rendement van een (gft)-vergister van respectievelijk 39% en 49% (cfr OT-model VEA) en een energie-inhoud per Nm^3 biogas van 6 Kwh.
- Een gemiddelde elektrisch verbruik/j/gezin van 3,5 MWel en een gemiddeld thermisch verbruik/j/gezin van 23 MWth

bijgebouwd worden (door groencomposteerders). In werkelijkheid echter zouden onderfracties groenafval en vooral maaisel (voor)vergist en gecomposteerd moeten worden om aan hygiënisatievereisten te voldoen.

Tabel 10. Potentieel van de inputstromen voor compostering en energetische valorisatie

POTENTIEEL	input (ton) naar composterin g	compost	input (ton) naar biomassa-verbranding		MJ/ton	rendement elektrisch	groene stroom (GJe)	groene stroom (MWe)	zelfafname (ZAel) bij BM-installatie	(netto) groene stroom (MWe) geïnjecteerd	gezinnen (stroomverbruik;j)	rendement thermisch	groene warmte (GJth)	(netto) groene warmte (MWth)	zelfafname (ZAth) bij BM-installatie	(netto) groene stroom (MWe) geïnjecteerd	gezinnen (stroomverbruik;j)
groencomposteerders subscenario 10% input nr biomassa	441.000	220.500	49.000		9.000	25%	110.250	30.625		30.625	8.750	65%	286.650	79.625	0%	79.625	3.462
groencomposteerders subscenario 15% input nr biomassa	416.500	208.250	73.500		9.000	25%	165.375	45.938		45.938	13.125	65%	429.975	119.438	0%	119.438	5.193
POTENTIEEL	**input (ton) naar composterin g**	**compost**	**input (ton) naar voorvergisting**	**Nm³ biogas/ton VM**		**rendement elektrisch**	**groene stroom (GJe)**	**groene stroom (MWe)**	**zelfafname (ZAel) bij vergister**	**(netto) groene stroom (MW) geïnjecteerd**	**gezinnen (stroomverbruik;j)**	**rendement thermisch**	**groene warmte (GJth)**	**(netto) groene warmte (MWth)**	**zelfafname (ZAth) bij vergister**	**(netto) groene warmte (MWth) gebruikt**	**gezinnen (stroomverbruik;j)**
groencomposteerders c	472.850	236.425	343.000	40		39%	115.577	32.105	10%	28.894	8.256	49%	145.212	40.337	25%	30.253	1.315
POTENTIEEL	**input (ton) naar composterin g**	**compost**	**input (ton) naar voorvergisting**	**Nm³ biogas/ton VM**		**rendement elektrisch**	**groene stroom (GJe)**	**groene stroom (MWe)**	**zelfafname (ZAel) bij vergister**	**(netto) groene stroom (MW) geïnjecteerd**	**gezinnen (stroomverbruik;j)**	**rendement thermisch**	**groene warmte (GJth)**	**(netto) groene warmte (MWth)**	**zelfafname (ZAth) bij vergister**	**(netto) groene warmte (MWth) gebruikt**	**gezinnen (stroomverbruik;j)**
gft-voorvergisting bij huidige 2gft-composteer	280.200	98.070	98.000	100		39%	82.555	22.932	30%	16.052	4.586	49%	103.723	28.812	50%	14.406	626
gft-voorvergisting bij alle 8 gft-composteerde	261.000	91.350	290.000	100		39%	244.296	67.860	30%	47.502	13.572	49%	306.936	85.260	50%	42.630	1.853

4.2. CONCLUSIES

Uit de scenario's van 15% biomassaverbranding uit groenafval en gft-voorvergisting bij alle gft-composteerders kan dan een totale groene stroom van ca 114 GWel (45,9 + 67,8 GWel) en een groene warmte van ca 205 GWth (119,4 + 85,2 GWth) bereikt worden naast 300.000 ton groen- en gft-compost. Rekening houdend met zelfafname-percentages van elektriciteit en warmte bij biomassa-installaties en droge (thermofiele) vergisters (gft) betekent dit een energetisch potentieel equivalent aan het elektrisch verbruik van ca 27.000 gezinnen en het thermisch verbruik van 7.000 gezinnen.

5. RAPPORT 4 & 5 – EXPERIMENTEEL VS REFERENTIEEL COMPOSTEREN – 'WITTE' VS 'ZWARTE' BIOMASSA

- **'Rapport met gegevens over de invloed van 4 variaties in samenstelling van inputstromen (van weinig tot veel structuurmateriaal) op de nutriëntenverliezen (C, N en P) en het procesverloop tijdens het composteringsproces' - Datum rapport: augustus 2014**

- **'Rapport met de samenstelling/eigenschappen van de biomassastromen (taak 1), compost (taak 2), invloed van behandelings- en verwerkingsprocessen' - Datum rapport: augustus 2014**

Deze rapporten worden hier samengebundeld tot 1 rapport vermits het in essentie de resultaten betreft van het 'normaal' composteren versus het experimenteel composteren met bepaalde fracties uitgezeefd groenafval: namelijk de invloed op de fysico-chemische eigenschappen (van startmateriaal, compost en biomassa) alsook de invloed van verschillende behandelingsprocessen (tafel, ril, tunnel, met/zonder beluchting, etc…). Het onderstaande rapport vormt meer bepaald de weergave van SYNECO-werkpakketten 2 & 3 waarvan kort de inhoud en doel worden hernomen:

- **WP 2 :** Analyse van de kritische procesfactoren voor de behandeling van deelstromen van groen- en gft-afval (via composteren, vergisten en energetisch valoriseren)

  - **Taken en verwachte leverbaarheden/KPI's:**
    - Opvolgen invloed samenstelling input op het composteerproces
    - Massabalansen: verschillen inzake startmateriaal (referentie) versus uitgezeefd startmateriaal (experimenteel)
    - Opmaken van een code goede composteerpraktijk (o.a. tafel vs rillen, hoogte van de hopen, aantal keerbeurten, actieve beluchting, …

  - **Uitvoerders:** Vlaco vzw, ILVO

- **WP 3 :** Opstellen van een kwaliteitsprotocol voor de eindproducten

  - **Taken en verwachte leverbaarheden/KPI's:**
    - Analyses biomassastromen
    - Analyses compost
    - Verbetering compost door uitzeving van fijne fractie (tussen 0 en 2mm)
    - Vastleggen van een kwaliteitsprotocol voor de eindproducten

  - **Uitvoerders:** Vlaco vzw, ILVO

Opzet

Bepalen van de nodige omstandigheden om met 'minder structuurmateriaal' toch een goede compostkwaliteit te bekomen. Meer bepaald het kennen van de invloed van het initieel uitzeven van bepaalde boven- of tussenfracties uit het startmateriaal op het composteringsproces alsook de rol van de composteringsvorm op de experimentele compost. Kennis van deze tests en analyses geeft het basismateriaal om besluiten te formuleren voor een optimale synergie[28] tussen kwaliteitscompost en energetische valorisatie. Deze besluiten worden doorvertaald naar een code van goede composteerpraktijk en een kwaliteitsprotocol (rapporten 6 & 7) die op hun beurt als addenda dienen voor een aanpassing van of opname in het lastenboek en het Algemeen Reglement van Certificering.

Methode

10 groencomposteerders werden in 2012 bereid gevonden experimentele compost-batchen op te zetten o.b.v. reeds op voorhand uitgezeefd verhakseld groenafval, náást een gewone referentiebatch. Het afzeven vóór de compostering van het verhakseld groenafval leverde m.a.w. enerzijds een te onderzoeken biomassa-staal op in de vorm van een boven- of tussenfractie (>20mm, >40mm, >60mm, 20-80mm, 30-60mm, 20-100mm, 20-120mm)[29] op – ook 'witte biomassa' genoemd – en anderzijds de te composteren restfractie(s). Door dit relatief minder structuurmateriaal bij aanvang ging Vlaco, conform literatuur en ervaringen vroeger en elders (NL), uit van de nood tot een actiever composteringsproces. Een omschakeling van tafel naar ril of een geforceerde beluchting behoorden niet tot de korte termijn-mogelijkheden zodat Vlaco adviseerde een hogere keerfrequentie toe te passen op de experimentele batchen. De referentiebatch leverde steeds de referentiecompost alsook een zeefoverloop – 'zwarte' biomassa genoemd – ter vergelijking met de 'witte' biomassa. Op enige uitzonderingen na werd dit opzet bij alle composteerders driemaal uitgevoerd in 2013-2014 om seizoens-effecten op materiaal en proces te onderkennen. Telkens werd een set van fysisco-chemische parameters getest met name op zowel de verschillende startmaterialen, de composten als de biomassa's. De stalen van de composten en biomassa werden, om logistieke redenen en omwille van vergelijkbaarheid, steeds genomen vlak na de afzeving. Ook werd aan de composteerders gevraagd een vooraf bepaalde set parameters (tonnages, temperatuursverloop, vocht(toedieningen), geurontwikkeling, keerfrequenties, e.a.) op te volgen voor een vollediger inzicht in de processen.

Resultaten

In onderstaande tabel wordt een overzicht geschetst van de batchtests die tussen maart 2013 en maart 2014, in drie verschillende 'batchperioden' werden opgestart en waarvan de laatste stalen eind augustus 2014 in het labo binnengebracht werden. De composteerders staan genummerd van 1 t/m 12. Parameterwaarden en procesverloop zullen aansluitend per batchperiode besproken worden.

[28] Gegeven ook de conclusie uit Rapport 2 dat de piste van fijne fractie groenafval (voor)vergisten geen interessante optie lijkt.

[29] Hierbij werd getracht om verschillende fractiegroottes te testen om tot ruimere besluitvorming te komen

Tabel 11. Overzicht composteerders, parameters opzet en afzeving over 3 batchperioden

opzet lente (maart-mei)	TYPE COM-POSTERING	BELUCHTINGS-FASE?	EXPERIMENTELE OPZET COMPOSTERING	WITTE BIOMASSA	COMPOST	ZWARTE BIOMASSA
1	/	/	/	/	/	/
2	Tafel	/	0-20mm + >60mm	20-60mm	<20mm (1)	/
3	Tafel	/	<20mm	>20mm	<20mm (2)	>20mm
4	Tafel	/	<60mm	>60mm	<20mm (2)	>20mm
5	Ril+Tafel	ja	<40mm	>40mm	<15mm (2)	15-40mm/>40mm
6	/	/	/	/	/	/
7	Tafel+Ril	/	0-30mm	30-60mm	<30mm (2)	30-60mm
8	Tafel	/	0-20mm + >80mm	20-80mm	<10mm (2)	>10mm
9	Tunnel+Tafel	ja	<20/<40mm	>40mm	<20mm (2)	20-120mm
10	Ril+Tafel	ja	<20mm	>20mm	<20mm (1)	>20mm
11	Tafel	ja	<40mm	>40mm	<15mm (2)	>15mm
12	Tafel	/	0-20mm + >100mm	20-100mm	<20mm (2)	20-100mm
opzet zomer (aug-sept)	**TYPE COM-POSTERING**	**BELUCHTINGS-FASE?**	**EXPERIMENTELE OPZET COMPOSTERING**	**WITTE BIOMASSA**	**COMPOST**	**ZWARTE BIOMASSA**
1	/	/	/	/	/	/
2	Tafel	/	0-20mm + >60mm	20-60mm	<20mm (1)	/
3	Tafel	/	/	>20mm	<20mm (1)	>20mm
4	Tafel	/	/	/	<20mm (1)	>20mm
5	Ril+Tafel	ja	<40mm	>40mm	<15mm (2)	15-40mm/>40mm
6	/	/	/	/	/	/
7	Tafel+Ril	/	0-30mm	30-60mm	<30mm (2)	30-60mm
8	Tafel	/	<40mm	>40mm	<10mm (2)	>10mm
9	Tunnel+Tafel	ja	<20/<40mm	>40mm	<20mm (2)	20-120mm
10	Ril+Tafel	ja	<20mm	>20mm	<20mm (1)	>20mm
11	Tafel	ja	/	/	<15mm (1)	15-60mm
12	Tafel	/	0-20mm + >100mm	20-100mm	<20mm (2)	20-100mm
opzet winter (dec-maart)	**TYPE COM-POSTERING**	**BELUCHTINGS-FASE?**	**EXPERIMENTELE OPZET COMPOSTERING**	**WITTE BIOMASSA**	**COMPOST**	**ZWARTE BIOMASSA**
1	/	/	/	/	/	/
2	Tafel	/	0-20mm + >60mm	20-60mm	<20mm (1)	/
3	Tafel	/	<20mm	>20mm	<20mm (2)	>20mm
4	Tafel	/	<60mm	>60mm	<20mm (2)	>20mm
5	Ril+Tafel	ja	<40mm	>40mm	<15mm (2)	15-40mm/>40mm
6	/	/	/	/	/	/
7	Tafel+Ril	/	0-30mm	30-60mm	<30mm (2)	30-60mm
8	Tafel	/	<40mm	>40mm	<10mm (2)	>10mm
9	Tunnel+Tafel	ja	<20/<40mm	>40mm	<20mm (2)	20-120mm
10	Ril+Tafel	ja	<20mm	>20mm	<20mm (1)	>20mm
11	Tafel	(ja)	/	/	<15mm (1)	15-60mm
12	Tafel	/	0-20mm + >100mm	20-100mm	<20mm (2)	20-100mm

30

[30] Composteerder 7 gaf aanvankelijk aan een sterrenzeef met stermaten 15mm & 80mm te hebben maar corrigeerde nadien deze info, n.a.v. slijtage op de sterren, tot waarschijnlijker fractiegroottes <30mm, 30-60mm en >60mm.

5.1. batchperiode 1 (opzet tussen maart en mei 2013)

I. Samenstelling van uitgangsmateriaal, compost en biomassa:

1. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel:

1. Een overzicht van alle parameterwaarden (OS, DS, densiteit, C/N, as, nutriënten) wordt gegeven in bijlage 7.1. Composteerders 2 en 10 konden door recente gebeurtenissen slechts 1 soort compost produceren voor de SYNECO-tests[31] hetgeen dus ook maar telkens 1 uitgangsmateriaal-analyse opleverde. Van de overige composteerders zijn telkens de waarden van beide soorten uitgangsmateriaal weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**: in de eerste reeks tests bij opzet in de lente van 2013 bleek dat er stelselmatige (statistisch significante) verschillen zijn tussen het referentie-uitgangsmateriaal (ongezeefd) en het experimentele uitgangsmateriaal (gezeefd):
   bij het experimentele uitgangsmateriaal liggen de organische stof en C/N gevoelig lager, ligt de densiteit hoger en liggen ook de as-waarden en de meeste nutriënten (behoudens N, K en Na) gevoelig hoger. Deze verschillen lijken des te groter naarmate het experimentele uitgangsmateriaal bestaat uit (louter) een kleinere onderfractie bvb <20mm. De droge stof-waarde (DS) verschilt niet tussen beide en bedraagt gemiddeld rond de 58%.

2. Compost Referentie vs Compost Experimenteel:

1. Een overzicht van alle parameterwaarden (uitgebreide set macro- en micro-nutriënten, pH, EC, densiteit, OS, DS, C/N, rijpheid (OUR), gehalte kiemkrachtige zaden,..) wordt gegeven in bijlage 7.2. Composteerders 2 en 10 hebben maar 1 soort compost geproduceerd voor de SYNECO-tests. Van de overige composteerders zijn telkens de waarden van beide soorten compost weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**: in tegenstelling tot de toestand bij aanvang van compostering zijn zowel de gewone compost als de experimentele compost vergelijkbaar in zowat alle parameterwaarden: pH (7,88 à

[31] Door recente proceswijziging kon composteerder 2 louter een (nieuwe) experimentele composteerwijze toepassen met tussenfractie reeds op voorhand uitgenomen voor gebruik als biomassa, terwijl composteerder 10 door recent verstrengd toezicht n.a.v. historische geurklachten louter de referentie-composteerwijze wenste toepassen uit vrees dat een compostering met louter 'fijn materiaal' een groter risico op geurproductie zou teweegbrengen.

7,94), EC (615,88 à 613,50), DS (68,78% à 66,73%), OS (vers)(23,36% à 21,88%), C/N (18,36 à 17,53), OUR (8,66 à 9,06). Densiteit van de referentiecompost is evenwel licht lager (425 vs 457 g/l vers substraat) en verder liggen enkel ijzer (Fe (CaCl2/dtpa)) en aluminium (Al_totaal) significant hoger in de experimentele compost in deze batchperiode. Niettegenstaande initiële verschillen in parameterwaarden van het uitgangsmateriaal opgezet in de 'lente-batch' zijn er dus – 12 à 35 weken later (zie 'Procesverloop') – haast geen beduidende verschillen in de samenstelling van de referentie- versus de experimentele compost. En dit ongeacht de composteerwijze en omzetfrequentie. Inzake aantal kiemkrachtige zaden (per L 'potgrond') merken we weliswaar dat bij enkele tafelcomposteringen die louter maandelijks keerden 1 kiem/L werd teruggevonden, wat niet voldoet aan de kwaliteitsdoelstelling van Vlaco-compost..

3. **'Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie):**

1. Een overzicht van alle parameterwaarden (OS, DS, C/N, densiteit, nutriënten, as, onzuiverheden >2mm, steentjes > 5mm, verbrandingswaarden, stookwaarde) wordt gegeven in bijlage 7.3. Behalve van composteerders 2 en 10 zijn van alle composteerders telkens de waarden van de beide types bekomen biomassa weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**:
   - Op het eerste zicht valt op dat er weinig statistisch significante verschillen zijn tussen de witte en zwarte biomassa hetgeen onverwacht is gezien de doorgaans gerealiseerde meerprijzen voor witte biomassa. Wat betreft organische stof (OS op versgewicht) bevinden beide gemiddelden zich rond de 55% (wit: 56,9% - zwart 54,8%) en inzake as (op versgewicht) rond de 12% (wit: 12,9% - zwart: 11%). Zwarte biomassa heeft een licht hogere densiteit (191 vs 145 g/L vers substraat) en heeft qua gehalte alkali-elementen[32] een hogere kalium (K)-waarde en een significant hogere natrium (Na)-waarde. Chloor (Cl)-gehalte ligt gemiddeld hoger bij de zwarte biomassa doch zwavel (S) niet. Inzake verbrandingswarmte en voornamelijk stookwaarde bij constante druk (j/g vers), de zogenaamde 'lower heating value' (LHV), zijn beide biomassa's gemiddeld evenwaardig: LHV is +/- 9,3 MJ/kg (vers).

   Deze cijfers van de biomassa's uit de 'lentebatch' verdienen een verdere nuance:

[32] Deze alkali-elementen hebben smeltpuntverlagend effect (van zand) en zijn dus ook relevante parameter voor (biomassa-)verbrandingscentrales van het type wervelbed.

- Enerzijds zijn de fractiegrootte van de vergeleken witte versus zwarte biomassa soms verschillend bvb bij composteerinstallatie 11 waarbij witte biomassa >40mm tegenover de zwarte biomassa >15mm stond. De intuïtie echter dat een fijnere fractie doorgaans een negatieve impact heeft op de OS (op ADS gemeten) en een positieve op de as-waarde (op ADS gemeten) blijkt niet voor alle stalen te kloppen. Overigens scoorden bij composteerder 11 beide biomassa-stalen opvallend hoog in calorische waarde (LHV > 13 MJ/kg vers) hetgeen illustreert dat fractiegrootte zeker niet een unieke bepalende factor is inzake calorische waarde. De minst goede biomassa-scores inzake OS, as, DS, alkali-gehalte (K, Mg, Ca, Na) etc… lijken voor te komen onder de biomassa-stalen van type '>20mm' en kleiner waardoor het aangeraden is om met biomassa-fracties groter dan 20mm te werken. Zoals verder wordt aangehaald zal echter ook de combinatie van factoren *initieel gehalte houtig materiaal*, *composteerduur*, *neerslag*, en *composteerwijze* de aantrekkelijkheid van de (finale) biomassa bepalen.
- Anderzijds vallen ook de extreme waarden op van composteerder 9 die een relatief langdurig composteerproces volgt via tunnel en vervolgens tafel, wat minder interessante zwarte biomassa oplevert. Indien de gemiddelden van deze batchperiode worden vergeleken zonder de waarden van composteerder 9 is zwarte biomassa beduidend interessanter qua OS, as en verbrandingswarmten, en een stookwaarden (LHV) van gemiddeld +/- 10 MJ/kg vers.

- Wat betreft gehalte steentjes > 5mm kennen beide biomassa's hetzelfde lage gemiddelde gehalte van 0,1%. Inzake onzuiverheden > 2mm zijn de gemiddelden voor witte (experimentele) en zwarte biomassa respectievelijk 2,3% en 1%. M.a.w. zou gemiddeld zwarte biomassa minder onzuiverheden bevatten, doch wat betreft aantal overschrijdingen van de OVAM-regel '<1% niet-inerte, niet-houtachtige verontreinigingen'[33] zijn er 4 gemeten bij de zwarte biomassa tegenover slechts 2 bij de witte biomassa. Doorheen de compostering en afzeving gebeurt een opconcentratie van onzuiverheden in de overloop. Ook dient vermeld dat deze zeefoverloop (zwarte biomassa) inzake onzuiverheden

[33] OVAM stelt in een brief van 8/1/2013 o.a. dat zeefoverloop ('zwarte biomassa') niet onder het verbrandingsverbod valt (witte biomassa wel) en als voorwaarde voor vrijstelling van milieuheffing voor de zeefoverloop dat o.b.v. een zomer- en winteranalyse de niet-inerte, niet houtachtige onzuiverheden de 1% niet mag overschrijden.

bovengemiddeld scoort bij de composteerders die een groot percentage zeefoverloop recirculeren[34]. Anderzijds lijkt ook de specifieke fractiegrootte een bepalende factor voor het percentage onzuiverheden: naarmate de overloop een grotere ondermaat heeft (bvb >40mm) is het tonnage biomassa kleiner t.o.v. de onzuiverheden die gemakkelijker in de bovenfracties blijven. Zowel zwarte biomassa als een witte biomassa zullen m.a.w. meestal een zuivering nodig hebben via bijvoorbeeld een windzifter. Ook door blijvend strenge acceptatienorm te hanteren voor inkomend groenafval kan het probleem van onzuiverheden beheerd worden.

II. Procesverloop:

Een overzicht van cruciale opgevraagde en afgeleide procesparameters (keerfrequentie, temperatuur, hygiënisatie, vocht, geur, composteerduur (tussen opzet en afzeving/staalname) wordt gegeven in bijlage 7.4.
Systematisch kijken we naar:

1. **Keerfrequentie**: gemiddelde keerfrequenties waren gelegen tussen 2x/week en maandelijks. Meestal werden de referentiebatchen op tafel maandelijks gekeerd en werden referentiebatchen op ril wekelijks of vaker gekeerd, en kozen verschillende composteerders waar mogelijk ervoor om bij de experimentele compostering vaker te keren.
2. **Temperaturen**:(Pure tafel)composteringen waar gemiddeld maandelijks of om de 2 weken werd gekeerd, haalden vergelijkbare of hogere gemiddelde temperaturen in de experimentele batch t.o.v. de referentiebatch. Voornamelijk daar waar wekelijks of vaker werd omgezet, composteerders 12 en 7, werden merkelijk lagere temperaturen opgetekend:

in concreto lag bij composteerder 12 de gemiddelde temperatuur van de experimentele compostering ruim lager[35]. Bij composteerder 7 werd na een relatief korte tafel-fase verschillende weken in rillen verder gecomposteerd en 2 maal per week omgezet bij de experimentele batch – i.p.v. 1 maal per week (referentiebatch) –. De veel grotere omzetfrequentie gehanteerd door deze composteerder werd ingegeven om inzakkingen die zich voordeden te voorkomen en in mindere mate ook door temperatuurinversie opgemeten op 150 cm diepte t.o.v. 30 cm diepte[36] tijdens de tafelfase.
De gemiddelde temperatuur tijdens de experimentele compostering lag ruim 10 °C lager dan tijdens de referentiecompostering.

[34] Zie massabalans UIT (groencomposteringen): composteerders 2, 5, 10 en 12 die op jaarbasis 17 à 57% van de gecomposteerde tonnages recirculeren.
[35] Tot 20 °C lager op bvb 4 weken na aanvang compostering
[36] Daar waar normaliter op 150 cm diepte (tafel) de temperatuur hoger is dan op 30 cm diepte, werd nu over ca 5 weken een gemiddeld 5°C lágere temperatuur opgemeten op 150 cm diepte.

Problematisch is echter dat bij een keerbeurt de temperatuur veelal kortstondig zakt, soms met een 10-tal graden hetgeen niet alleen de gemiddelde temperatuur beïnvloedt maar ook kan leiden tot een moeilijke hygiënisatie (zie verder).

3. **Hygiënisatie**: hygiënisatie werd bij alle experimentele composten behaald hoewel slechts nipt bij composteerder 7 door frequente daling van de temperatuur onder bepaalde drempels: hieruit observeren we een mogelijk risico van té vaak keren omdat dit de verplicht ononderbroken periode van 12 weken >45°C & 12dd/4dd >55°C/60°C kan verhinderen. Daarnaast werd bij composteerder 3 nét bij de referentiecompost een niet afdoende hygiënisatie gerealiseerd in tegenstelling tot bij de experimentele compostering (met ongewijzigde maandelijkse omzetfrequentie).
4. **Vochtgehalte/-toediening**: de via knijptest of vochtmeting bepaalde vochtgehalten waren steeds in orde. Er zijn geen verschillen tussen beide referentie- en experimentele batch vastgesteld. 3 composteerders (5, 7 en 9) voegden vocht toe – meestal meer aan de experimentele batch – terwijl bij de andere composteerders geen extra bevochtiging nodig was om de compostering te optimaliseren.
5. **Geur**: nooit problematisch
6. **Composteerduur:** het opgemeten aantal weken compostering tussen opzet – na verhakseling en zeving (experimenteel) – en afzeving (en staalname) varieerde van 12 weken tot 35 weken dus exclusief narijping. De kortste composteringsduur geschiedt op de sites waar een combinatie is van tafel- en rilcompostering en/of beluchtingsfase. Zelfs composteerder 2[37] die recent overstapte naar een experimentele compostering met tafel kon op 14 weken groenafval composteren tot een kwaliteitsvolle compost (behoudens aanwezigheid kiemkrachtig zaden à rato van 1 per L). De langste composteringsduur is steevast bij tafelcomposteringen die slechts 1 maal per maand omzetten[38]. Tafelcomposteerder 12 bekwam met een wekelijkse omzetting op 16 weken een goede compost (met hogere rijpheid (lagere OUR)) t.o.v. de referentiecompost na 25 weken tafelcompostering. Hieruit kunnen we concluderen dat tafelcomposteerders een kortere composteerduur kunnen bereiken door hetzij over te stappen naar een combinatie met rillen en/of te investeren in actieve beluchting en/of frequenter dan maandelijks de tafel te keren.[39]

[37] Na aankoop van sterrenzeef werd overgegaan tot <20 en >60mm composteren (20-60mm is witte biomassa) en na 1 maand/maandelijks worden met behulp van o.a. een trommelzeef de tafels gekeerd & de >20mm fractie terug naar begin van de compostering gebracht.

[38] Hetgeen mogelijks medeoorzaak kan zijn van aanwezigheid van 1 of meer kiemkrachtige zaden per liter.

[39] De experimentele compoststalen vertonen t.o.v. de referentie compoststalen – beiden genomen vlak na afzeving en dus vóór narijpingsfase – gemiddeld een lagere N-immobilisatie m.a.w. ook een indicatie dat fijner materiaal composteren met vaak frequentere omzetting sneller tot stabilisatie komt.

III. Algemene conclusies 1ste batchperiode

Niettegenstaande initiële, stelselmatige en grote verschillen in de samenstelling van de uitgangsmaterialen (lente) zijn er haast geen beduidende verschillen in de fysico-chemische samenstelling van de referentie- versus de experimentele compost. En dit ongeacht de composteerwijze en omzetfrequentie. Een hogere omzetfrequentie dan louter maandelijks lijkt aangewezen om het risico op aantal kiemkrachtige zaden te verkleinen en om een hogere compostrijpheid te bereiken. Een hogere keerfrequentie en/of actieve beluchting en/of rillen kunnen het composteringsproces daarenboven aanzienlijk versnellen zonder de compostkwaliteit in gevaar te brengen en dus gemiddeld oppervlaktegebruik verlagen/verwerkingscapaciteit verhogen. Te vaak keren kan echter tot te lage temperaturen of een te snelle temperatuursdaling leiden, waardoor de hygiënisatie in het gedrang komt. Een keerfrequentie gelegen tússen maandelijks en wekelijks moet het evenwicht bewaren tussen temperatuur, hygiënisatie, en vermijden van inzakking, zeker in geval van het experimenteel composteren met als uitgangsmateriaal groenafval waaruit reeds een boven- of tussenfractie is uitgezeefd als 'witte biomassa'. Een voldoende diep gemeten (80 à 150 (tafel) cm) temperatuur is belangrijk om adequaat beeld te hebben van de effectieve temperatuurschommelingen aangezien temperatuurinversies mogelijk zijn.
Observaties van geur en vocht bevestigen dat een synergie van goede compost en afscheiden van houtige fractie groenafval en/of zeefoverloop mogelijk is, en waarbij de 'zwarte biomassa' (zeefoverloop) minstens even goed is als brandstofbron dan de 'witte biomassa' (houtige fractie groenafval). Hierbij wijzen eerste analyses van de lentebatch op het voordeel van biomassa-fracties '>20mm' of nog hoger: bovenfracties met lagere ondergrens (bvb 10mm) bevatten doorgaans een lager DS-gehalte en een hoger gehalte alkali-elementen. Bovenfracties met hogere ondergrens (bvb 40mm) bevatten evenwel doorgaans een hoger % onzuiverheden. Ook om deze laatste reden is het aangewezen strenge acceptatienormen te (blijven) hanteren en de biomassa additioneel te zuiveren, bijvoorbeeld met windzifter, om acceptabele (zwarte) biomassa tegen een goede prijs op de markt te brengen.

5.2. batchperiode 2 (opzet tussen augustus en september 2013)

I. Samenstelling uitgangsmateriaal, compost en biomassa

1. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel:

1. Een overzicht van alle analyses (OS, DS, densiteit, C/N, as, nutriënten) wordt gegeven in bijlage 7.5. Naast composteerders 2 en 10 (zie 5.1) konden ditmaal composteerders 4 en 11 eveneens niet participeren aan de experimentele compostering wegens plaatsgebrek (voor aparte batchbehandeling). De reden hiervoor is de drukte van het zomerseizoen in combinatie met bouwwerkzaamheden aan een loods op de composteersite. Van de overige composteerders zijn telkens de waarden van beide soorten uitgangsmateriaal weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**:
   in deze tweede reeks tests (opzet zomer 2013) bleek ditmaal dat er géén statistisch significante verschillen zijn tussen het referentie-uitgangsmateriaal (ongezeefd) en het experimentele uitgangsmateriaal (gezeefd): de fysico-chemische analyses van de gewone versus de experimentele compostering, waarbij biomassa op voorhand wordt afgescheiden, blijken zeer gelijkaardig. Het afscheiden van een witte biomassa onder vorm van een boven- of tussenfractie uit het verhakseld groenafval heeft m.a.w. geen noemenswaardig effect[40] op de waarden van OS, nutriënten, C/N, as, etc van het uitgangsmateriaal tijdens de zomerperiode.
   Daarentegen als we beide uitgangsmaterialen vanuit deze periode spiegelen aan deze uit de eerste batchperiode (opzet maart-mei 2013) valt het volgende op:
   - Organische stofgehalte ligt lager dan het experimenteel uitgangsmateriaal (batch 1)
   - As-gehalten van referentie en experimentele zomerbatch ligt op (hoger) niveau van het experimenteel uitgangsmateriaal (batch 1)
   - Stikstof (N) ligt in uitgangsmateriaal in de zomer duidelijk hoger dan in de lente (batch 1)
   - Droge stof (DS) is ditmaal lager dan DS van het uitgangsmateriaal van batch 1
   - C/N-verhouding is nu significant lager (ca 22) dan C/N-verhoudingen uit de vorige batch (31 à 49)

[40] Een verklaring zou kunnen liggen in het feit dat er enerzijds veel minder houtig materiaal in deze periode toekomt, en anderzijds veel meer en verser maaisel en ander zacht groen afval dat bovendien na verhakseling en zeving evenredig over verschillende fracties verdeeld is.

- Andere nutriënten met name P, K, Mg, Ca kennen duidelijk hogere gemiddelde waarden in zomers uitgangsmateriaal t.o.v. de lentebatch.

3. Deze waarnemingen geven enerzijds aan dat er in de zomerperiode maar een geringe invloed is van het afscheiden van boven-of tussenfracties witte biomassa. Maar anderzijds is er de zeer lage startverhouding C/N en het hoger gehalte nutriënten dan in de vroege lente-periode, samenhangend met de grote hoeveelheden maaisel die op composteersites toekomen tussen mei en september, en dus de behoefte aan extra structuurmateriaal[41]. Daarom is het volgende aan te bevelen inzake afscheiding witte en zwarte biomassa: witte biomassa afscheiden kan enkel in het voorjaar eventueel samen met een deel[42] van de zeefoverloop (zwarte biomassa) bij eindafzeving van deze voorjaarsbatchen. Deze lente-zeefoverloop kan niet volledig afgescheiden worden. Er dient zeker ook zeefoverloop van de lentecompostering te worden toegevoegd bij opzet van de groencompostering in de 'zomerperiode'. In de zomer zelf kan afhankelijk van de toevloed van houtig material, gras en maaisel geen of slechts weinig structuurmateriaal worden onttrokken aan de compostering.

2. Compost Referentie vs Compost Experimenteel:

1. Een overzicht van alle analyses (uitgebreide set macro- en micro-nutriënten, pH, EC, densiteit, OS, DS, C/N, rijpheid (OUR), aluminium en gehalte kiemkrachtige zaden) wordt gegeven in bijlage 7.6. Zoals hoger reeds gesteld, konden verschillende composteerders (2, 4 ,10 en 11) door omstandigheden niet beide compoststalen aanleveren. Composteerder 3 startte weliswaar de verhakseling en afzeving met maaswijdte 20 mm maar kwam samen met de biomassa-trader tot de conclusie dat de bovenfractie (witte biomassa) teveel maaisel bevatte en niet geschikt was als biomassa. Deze composteerder stelde daarenboven bevreesd te zijn dat ook de onderfractie relatief teveel maaisel bevatte[43] en aangezien hij niet vaker dan maandelijks kan keren, besliste hij samen met Vlaco om de experimentele batch niet verder te zetten uit schrik voor meer of fellere geurklachten Van de overige composteerders zijn telkens de waarden van beide soorten compost weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).

[41] De sorteeranalyse (luik I.b) gaf reeds aan dat in de zomerperiode (augustus-september) het % houtig materiaal op het laagste niveau zit

[42] Wegens goede biomassa-kwaliteit van zeefoverloop uit lente-opzet (IV.1)

[43] Composteerder 3 deelde in interview (onderdeel van werkpakket 4) vuistregel mee: maximaal aandeel maaisel van 30% moet gerespecteerd worden om nog een goede compost(ering) te bekomen

2. **Conclusie**:
   Er zijn, net zoals bij het uitgangsmateriaal, zowat geen significante verschillen tussen de gewone referentiecompost en de experimentele compost. Beide vertonen gelijklopende analyseresultaten: pH (8,68 à 8,60), EC (1047 à 1084), DS (52% à 54%), OS (vers)(17,60% à 17,77%), C/N (12,37 à 12,79), en nergens kiemkrachtige zaden. Ook hier is de densiteit van de referentiecompost enigzins lager (518 vs 533 g/l vers substraat) en liggen zink, lood, en kalium-waarden (totaalwaarden ADS of verswaarden (extractie ammoniumacetaat)) wat hoger in de experimentele compost in deze batchperiode. Meest opvallend is de beduidend hogere gemiddelde rijpheid van de experimentele compost: oxitop van 6,12 (tov van 8,81 in de referentiebatch). Dit bevestigt dat groener en 'fijner' uitgangsmateriaal en/of een hogere keerfrequentie (composteerder 5, 7 en 12) een sneller composteringsproces mogelijk maakt.[44]
   Daarentegen als we beide composten vanuit deze periode spiegelen aan deze afkomstig uit de eerste batchperiode (opzet maart-mei 2013) valt het volgende op:
   - pH ditmaal hoger dan composten uit vorige proefbatchen
   - veel hogere geleidbaarheid (EC)
   - hogere stikstof- en andere nutriëntwaarden
   - veel lagere DS-, OS (op vers-) en C/N-waarden

   Met in deze batch gemiddelde OS-waarden onder de grens van 18% (op vers) betekent dit dat verschillende composten moeilijker[45] aan de voorwaarden zullen kunnen voldoen van het Vlaco-kwaliteitslabel. Slechts 5 compoststalen halen de norm van de 18%. Enkele composten haalden (net) niet de norm van 16%, wat essentieel is om van FOD-ontheffing als compost te kunnen spreken.

3. 'Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie):[46]

1. Een overzicht van alle analyseresultaten (OS, DS, C/N, densiteit, nutriënten, as, onzuiverheden >2mm, steentjes > 5mm, verbrandingswaarden, stookwaarde) wordt gegeven in bijlage 7.7. Zoals hogerop (cfr uitgangsmateriaal) al vermeld, kon van composteerders 2, 4, 10 en 11 niet de beide biomassa-stalen (wit en zwart) bekomen worden. Van alle overige composteerders zijn telkens

[44] De experimentele compoststalen vertonen t.o.v. de referentie compoststalen – beiden genomen vlak na afzeving en dus vóór narijpingsfase – een gemiddeld lagere N-immobilisatie m.a.w. ook een indicatie dat fijner materiaal composteren met vaak frequentere omzetting sneller tot stabilisatie leidt.
[45] Meer bepaald de voorwaarde (voortschrijdende reeks) OS % op vers-waarden: percentiel 20 met percentielwaarde 18%: zie lastenboek (rapport 7): 4/5de van de waarden vd voortschrijdende reeks moet boven de 18% OS op vers gelegen zijn.
[46] Zie bijlage 7.23 voor illustratie 'witte biomassa' vs 'zwarte biomassa'.

de waarden van de beide types bekomen biomassa weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).

2. **Conclusie**:
   - op het eerste zicht valt op dat er weinig statistisch significante verschillen zijn tussen de witte en zwarte biomassa: enkel de densiteit van witte biomassa is volgens de gepaarde T-test significant lager dan de zwarte biomassa (139 g/L vs 305 g/L vers substraat) terwijl het zwavel-gehalte (S) significant hoger ligt bij witte biomassa. Verder merken we kleinere verschillen inzake droge stof (% op vers) (58% vs 47%), as (% op vers) (14% vs 9%), alsook verschillende nutriënten (voornamelijk N, P, K, S (!), Mg) en aluminium die lager liggen voor de zwarte biomassa. Zwarte biomassa (vers) heeft m.a.w. de lagere waarden van as en sommige alkali-elementen maar is anderzijds veel vochtiger met (daardoor) een stookwaarde van slechts **5,3 MJ/kg** (cfr gemiddelde van 9,3 MJ/kg in vorige batchen). Witte biomassa heeft een hogere 'lower heating value' (LHV) van **7,3 MJ/kg** (cfr gemiddelde van 9,3 Mj/kg uit vorige testbatchen).
   - Deze cijfers van de biomassa's uit deze 'zomerbatch' verdienen een verdere nuance:
     - Enerzijds zijn de fractiegrootte van de vergeleken witte versus zwarte biomassa soms verschillend bvb bij composteersite 8 waarbij witte biomassa >40mm tegenover de zwarte biomassa >10mm stond: dit beïnvloedde mogelijks de zwarte biomassa qua OS (lager), as (hoger), en stookwaarde (lager).
     - Zoals ook blijkt uit detail (bijlage 7.8) van de analyse van zwarte biomassa fracties '15-40mm' versus '>40mm' van dezelfde composteerder 5 is de bovenfractie >40mm vanuit energetisch standpunt de meest interessante: de ruwere zeefoverloop heeft een veel hogere OS-gehalte, veel lagere as-waarden en Cl-,S-,Mg-, Ca, Fe-, en Al-waarden en scoort (daardoor) beter qua calorische waarde. Indien een compostering voor de keuze staat tussen het afscheiden van hetzij bvb een fractie 15-40mm of 20-60, hetzij bvb een fractie >40mm of 40-80mm, zal deze laatste optie energetisch de beste zijn.
   - Indien men louter de gemiddelden vergelijkt en ook spiegelt tegen de witte en zwarte biomassa-eigenschappen vanuit batch 1 zien we dat ditmaal:
     - DS, OS (vers) en ODS lager scoren
     - As-waarden (vers en op DS) duidelijk hoger zijn
     - (hierdoor) de stookwaarde lager is

- Er minder overschrijdingen zijn van de 'max 1% onzuiverheden': 3 overschrijdingen (namelijk 2 maal door zwarte biomassa en 1 maal door witte biomassa) in batch 2 t.o.v. 6 overschrijdingen in batch1. Het probleem van onzuiverheden (in witte biomassa) en de opconcentratie ervan (in zwarte biomassa) lijkt op eerste zicht minder acuut. Opnieuw dient vermeld dat de zwarte biomassa inzake onzuiverheden bovengemiddeld scoort bij de composteerders die een groot percentage zeefoverloop recirculeren[47].
- Er zijn ook maar weinig steentjes in deze biomassastromen (maximaal 0,4% bij zeefoverloop).

▪ Op voorhand afgezeefde witte biomassa en de zeefoverloop (enige maanden later) uit deze batchen zijn voor verbrandingsdoeleinden dus beduidend minder interessant. Ook bleek reeds dat de C/N van het startmateriaal zeer laag is en dat, zeker indien veel maaisel binnenkomt, extra structuurmateriaal nodig is bvb in de vorm van toevoeging van zeefoverloop. Eventueel zou wel een kleine hoeveelheid biomassa afgehouden kunnen worden afhankelijk van de input maaisel (laag) en de input structuurmateriaal (hoog): in dit geval is witte biomassa het meest geschikt en/of moet alleszins gekozen worden voor een niet te kleine fractiegrootte (>40mm (wit) of hoger, en minimaal >20mm (zwart)). Strenge acceptatie en/of windziften is nog nodig om soms de onzuiverheden onder de 1% te krijgen.

II. <u>Procesverloop:</u>

Een overzicht van de cruciale, opgevraagde en afgeleide procesparameters (requentiekeerfrequentie, temperatuur, hygiënisatie, vocht, geur, composteerduur (tussen opzet en afzeving/staalname) wordt gegeven in bijlage 7.9. Systematisch kijken we naar:

1. **Keerfrequentie**: gemiddelde keerfrequenties waren gelegen tussen 2x/week en 8-wekelijks. Dit zijn ongeveer dezelfde omzetfrequenties als in vorige batch. Enkel bij composteerder 3 zagen we een duidelijk lagere omzetfrequentie[48].
2. **Temperaturen**: in tegenstelling tot de vorige proefbatch lagen de gemiddelde temperaturen van de experimentele compostering steeds onder die van de referentiecompostering. Voornamelijk daar waar de experimentele batch veel frequenter (wekelijks of vaker) werd omgezet dan de referentiebatch, composteerders 12 en 7, werden merkelijk lagere temperaturen gemeten. Cfr vorige test geldt ook hier

[47] Zie massabalans UIT (groencomposteringen): composteerders 2, 5, 10 en 12 die op jaarbasis gemiddeld 17 à 57% van de gecomposteerde tonnages recirculeren.
[48] Voornamelijk door laatste 3 maand maar 1 keer te keren.

dat de gemiddelde temperatuur 10 à 15°C lager lag tijdens het hele proces[49].

Niettegenstaande het positieve effect van keren om inzakking te vermijden/ voldoende zuurstof in hoop te brengen, blijkt een te hoge keerfrequentie dus problematisch omdat bij een keerbeurt de temperatuur kortstondig zakt, soms met een 10-tal graden. Dit beïnvloedt niet alleen de gemiddelde temperatuur maar ook kan leiden tot een moeizame hygiënisatie (zie verder).

3. **Hygiënisatie**: werd behaald bij alle referentiecomposten doch niet bij alle experimentele composten. Composteerder 7 geraakte niet aan het vereiste temperatuursverloop en ook composteerder 9 die na de tunnelfase op tafel composteert met (slechts) maandelijkse omzet kwam slechts moeizaam tot hygiënisatie van de groencompost.
4. **Vochtgehalte/-toediening**: in de laatste maanden van de batchperiode was het eerst zeer droog (december) en vervolgens zeer nat (januari en februari). Dit maakte dat batchhopen die werden afgezeefd einde januari of later doorgaans een 'hoog' vochtgehalte hadden of 'vochtig' tot 'zeer vochtig' scoorden. Bij 3 van de 4 composteerders waar referentie- én experimentele batch simultaan liepen, bleek dit impact te hebben op voornamelijk de experimentele batch (met tussen- of bovenfractie groenafval verwijderd): composteerder 5 diende er minder water aan toe (dan de referentiehoop), composteerder 7 bestempelde (enkel) de experimentele hoop als 'visueel nat', en composteerder 8 evalueerde de hoop als 'zeer vochtig' (i.p.v. 'vochtig') en koos ervoor de hoop ruim 10 weken langer te composteren en om te zetten. Dit wijst op de waarschijnlijkheid van een grotere gevoeligheid van fijner opgezet groenafval voor neerslag/vochttoediening[50] tijdens de compostering en dit zowel voor ril- als tafelcompostering. Samenhangend hiermee bleek bij composteerder 5 dat de zeefoverloop-fractie 15-40mm een hoger tonnage had dan de 0-15mm compost-fractie of m.a.w. een ongunstige zeefbalans. Dit versterkt de conclusie dat voor voldoende compost en voor goede witte of zwarte biomassa een zeving op minstens 20mm aangewezen is.[51] Tot slot blijkt uit de ervaring van composteerder 12 dat het frequenter[52] keren (van de experimentele tafelbatch) de vochtigheid wel mee helpt reduceren. Het frequenter omzetten, hetzij op ril of tafel, van een experimentele batch met

[49] Vermoedelijk deed zich bij composteerder 7 overigens opnieuw een temperatuur-inversie voor (kern tafel (150 cm) kouder dan rand (30 cm)) maar dit werd niet bemeten; bemetingen in derde proefbatch (IV.3) bevestigden deze trend effectief. Een zekere nuance is wel nodig vermits de experimentele batch vaak beduidend kleiner was dan de referentiebatch en dus een lagere gemiddelde temperatuur voor de hand ligt.

[50] En vice versa uitdroging

[51] We willen echter aangeven dat voor sommige toepassingen fijner afzeven wel noodzakelijk is bv voor potgrond of compost in zakken. Voor deze toepassingen adviseren we dan ook specfieke batchen te selecteren waarbij meer structuurmateriaal is gebruikt.

[52] Wekelijks i.p.v. maandelijks

'minder structuurmateriaal' lijkt dus aangewezen zeker als bij een open compostering de neerslag te overvloedig is geweest.

5. **Geur**: nooit problematisch
6. **Composteerduur**: het opgemeten aantal weken tussen opzet en afzeving (en staalname) varieerde van 10 weken tot 36 weken dus exclusief narijping. De kortste composteringsduur gebeurt op de sites waar een combinatie is van tafel- en rilcompostering en/of beluchtingsfase. De langste composteringsduur is steevast bij tafelcomposteringen die slechts 1 maal per maand omzetten[53]. Composteerder 12 bekwam met een wekelijk omgezettee tafelcompostering op 20 weken een goede compost (met beduidend hogere rijpheid (lagere OUR)) t.o.v. de referentiecompost na 24 weken tafelcompostering. Hieruit kunnen we concluderen dat tafelcomposteerders een beduidend kortere composteerduur kunnen bereiken door hetzij over te stappen naar een combinatie met rillen en/of te investeren in actieve beluchting en/of frequenter dan maandelijks de tafel te keren.

III. Algemene conclusies 2de batchperiode

Het afscheiden van een witte biomassa onder vorm van een boven- of tussenfractie uit het verhakseld groenafval heeft ditmaal geen grote invloed op de waarden van het uitgangsmateriaal. Ook tussen de gewone referentiecompost en de experimentele compost zijn er geen significante verschillen in de fysico-chemische parameterwaarden. En dit ongeacht de composteerwijze en omzetfrequentie. Meest opvallend is de beduidend hogere gemiddelde rijpheid van de experimentele compost hetgeen erop wijst dat de combinatie van 'fijner' uitgangsmateriaal en een hogere keerfrequentie een sneller composteringsproces mogelijk maakt. Anderzijds zijn de verse organische stof-waarden gemiddeld laag in deze batch. Wat betreft de biomassa blijkt enerzijds dat de zwarte biomassa opnieuw lagere as-waarden maar ook lagere DS- en calorische waarden heeft dan de witte biomassa en anderzijds dat de beide types biomassa afkomstig uit de zomerbatch energetisch duidelijk minder beloftevol zijn. Ook werd minstens 1 maal de bovenfractie (witte biomassa) >20mm afgekeurd wegens te veel maaisel-inhoud. Op voorhand afgezeefde witte biomassa of zeefoverloop zijn voor verbrandingsdoeleinden dus minder interessant vanuit dit seizoen. Ook bleek reeds dat de C/N van het startmateriaal zeer laag is en dat, zeker indien veel maaisel binnenkomt, extra structuurmateriaal nodig is, bij uitstek in de vorm van toevoeging van zeefoverloop. Aan te raden valt dan om geen witte biomassa af te zeven in de zomerperiode noch zwarte biomassa (afkomstig van zomeropzet). De lage gemiddelde OS-waarden bevestigen dat het behalen van een hoog kwalitatieve compost of zelfs de FOD-ontheffing in het gedrang kan

[53] Hetgeen mogelijks medeoorzaak kan zijn van aanwezigheid van 1 of meer kiemkrachtige zaden per liter.

komen door met te weinig structuurmateriaal te composteren in de zomer. Indien, omwille van aanwezigheid van weinig maaisel en een grote hoeveelheid structuurmateriaal, toch biomassa uit de zomerperiode wordt afgenomen is witte biomassa het meest geschikt en moet gekozen worden voor een niet te kleine fractiegrootte (>40mm of hoger). Het DS-gehalte van de biomassa kan dan verder verhoogd worden door deze te drogen. Strenge acceptatie en/of additioneel zuiveren (bvb windziften) is nodig om de onzuiverheden onder de 1% te krijgen. Indien biomassa wordt afgehouden, is, niettegenstaande de bekommernis om inzakking te vermijden/voldoende zuurstof in hoop te brengen, een te hoge keerfrequentie problematisch voor het behoud van temperatuur nodig voor de hygiënisatie. Zowel bij rillen als bij tafel zien we bij dat 2x per week respectievelijk wekelijks keren de nodige temperatuur moeilijk gehaald kan worden. Een rilcompostering met een bovenfractie uitgezeefd en een keerfrequentie van 1x per week i.p.v. 2x per week levert een betere hygiënisatie op. Het voordeel van intensiever composteren is een potentieel veel kortere looptijd (ca 10 weken[54]) en dus een lager gemiddeld oppervlaktebeslag/hogere capaciteit. Anderzijds zijn ook tafelcomposteringen gevoelig aan neerslag i.g.v. een experimentele composthoop en dient frequenter te worden omgezet (bvb 2-wekelijks) om een mogelijks te hoge vochtigheidsgraad tegen te gaan én het composteringsproces te versnellen. Hier blijkt dan een looptijdverkorting mogelijk tot 20 weken of zelfs 16 weken[55]. Ook de afgedekte rilcompostering met actieve beluchting geeft deze batch weer goede resultaten in termen van vochtcontrole, temperatuur/hygiënisatie, en composteringsduur.

[54] Exclusief narijping
[55] Exclusief narijping

5.3. batchperiode 3 (opzet tussen december 2013 en maart 2014)

I. Samenstelling van uitgangsmateriaal, compost en biomassa:

1. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel:

1. Een overzicht van alle analyseresultaten (OS, DS, densiteit, C/N, as, nutriënten) wordt gegeven in bijlage 7.10. Naast composteerders 2 en 10 kon ditmaal enkel composteerder 11 niet participeren aan de experimentele compostering wegens plaatsgebrek (voor aparte batchbehandeling). Van de overige composteerders zijn telkens de analyses van beide soorten uitgangsmateriaal weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**:
   in deze derde reeks tests (opzet winter-late winter) bleek opnieuw dat er gemiddeld géén statistisch significante verschillen zijn tussen het referentie-uitgangsmateriaal (ongezeefd) en het experimentele uitgangsmateriaal (gezeefd) – op droge stof (DS) (49,2% vs 44,8%) na. Het afscheiden van een witte biomassa onder vorm van een boven- of tussenfractie uit het verhakseld groenafval heeft m.a.w. nauwelijks effect op de waarden van OS, nutriënten, C/N, as, etc van het uitgangsmateriaal.
   Daarentegen als we beide uitgangsmaterialen vanuit deze periode spiegelen aan deze uit de eerste batchperiode (opzet maart-mei 2013) en tweede batchperiode (opzet augustus-september 2013) valt het volgende op (bijlage 7.11):
   - Organische stof ditmaal weer hoger gelegen & dichter bij waarden van lentebatch 1
   - As-gehalten nu weer lager dan in zomerbatch 2. As-gehalten van experimentele uitgangsmateriaal zelfs lager dan die van experimentele uitgangsmateriaal van lentebatch 1.
   - Stikstof (N) ligt in dit winter-uitgangsmateriaal weer lager & op zelfde niveau als lentebatch 1. Ook andere nutriënten liggen weer beduidend onder de zomerbatch 2-waarden & meestal in lijn met of onder de waarden vanuit de lentebatch 1.
   - Droge stof (DS) is in de winterbatch 3 (vooral voor experimenteel uitgangsmateriaal) wel relatief laag hetgeen wellicht mede de hoogst gemeten densiteiten overheen de 3 testperioden verklaart.

   Bovenstaande, samen met de hoogst gemeten gemiddelde C/N-verhouding bij de experimentele uitgangsmaterialen (38,7), doet aannemen dat afscheiden van witte en zwarte biomassa in/vanuit deze periode zeker mogelijk is. Zoals uit de sorteeranalyse

(december-februari) reeds mocht blijken (luik I.b) is in deze periode het % houtig materiaal (t.o.v. 'zacht' materiaal) bovendien het hoogst.

Voor een vergelijking van referentie uitgangsmateriaal (gemiddelde van de 3 batchperioden) versus experimenteel uitgangsmateriaal (gemiddelde van de 3 batchperioden): zie bijlage 7.12. Hieruit blijkt dat de grote verschillen tussen beide types uitgangsmateriaal (enkel) in de lentebatch globaal leiden tot stelselmatige analyseverschillen.

Opgenomen is ook de gemeten **biodegradeerbaarheid** ((hemicellulose+cellulose)/lignine): verrassenderwijze was de gemiddelde waarde voor de experimentele uitgangsmaterialen steeds lager in alle drie de batchen[56]. In de laatste (lente)batch was de biodegradeerbaarheid van het experimenteel uitgangsmateriaal zelfs stelselmatig[57] lager dan dat van het referentie-uitgangsmateriaal. M.aw. zou het experimentele uitgangsmateriaal iets minder gemakkelijk afbreken.

2. Compost Referentie vs Compost Experimenteel:

1. Een overzicht van alle analyseresultaten (uitgebreide set macro- en micro-nutriënten, pH, EC, densiteit, OS, DS, C/N, rijpheid (OUR), aluminium en gehalte kiemkrachtige zaden) wordt gegeven in bijlage 7.13. Zoals hoger reeds gesteld, konden verschillende composteerders (2, 10 en 11) door omstandigheden niet beide compoststalen aanleveren. Van de overige composteerders zijn telkens de analyses van beide soorten compost weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).
2. **Conclusie**:
   Er zijn enkele verschillen tussen de referentiecompost en de experimentele compost. Stelselmatige verschillen (a.h.v gepaarde T-test gemeten) zijn gelegen in de parameters EC, OS, C/N, en densiteit doch de gemiddelde waarden van deze analyses liggen vrij dicht bij elkaar:
   - EC: 582 µS/cm (gewone compost) versus 483 µS/cm (experimentele compost)
   - OS (% op ADS): 34,57% (gewone compost) versus 32,17% (experimentele compost)
   - OS (% op vers): 19,49% (gewone compost) versus 17,70% (experimentele compost). We merken hierbij op dat de grens van de 18% organische stof voor het Vlaco-label voor de experimentele batch

[56] REF vs EXP uitgangsmateriaal: 2,7 vs 2,4 (batch 1), 2,1 vs 1,9 (batch 2), 2,4 vs 2,2 (batch 3).
[57] Significantie gemeten via gepaarde T-test (waarde < 0.05)

niet meer gehaald wordt. Er zijn maar 6 compoststalen die de norm van de 18% halen en 8 stalen halen deze norm niet.
- C/N: 18,42 (gewone compost) versus 17,24 (experimentele compost)
- Volumegewicht: 458 g/l vers substr (gewone compost) versus 487 µS/cm (experimentele compost)
Droge stof-gehalte (56,44% vs 55%) en zowat alle nutriënt-waarden van beide composten zijn gelijkwaardig.
Niet stelselmatig verschillend ditmaal maar wederom een beter gemiddelde rijpheid valt tevens te noteren voor de experimentele compost met OUR 3,61 (tegen 5,71) mmol/kg OS/uur.

Als we beide composten vanuit deze periode spiegelen aan deze afkomstig uit de eerste batchperiode (opzet maart-mei 2013) en de tweede batchperiode (opzet augustus-september) valt het volgende op (bijlage 7.14):

- (referentie en experimentele) composten met laagste EC-waarden
- Composten met lagere of vergelijkbare nutriëntwaarden dan de waarden vanuit batchperiode 2 (zomer)
- Composten met laagste waarden Cl en S
- Licht hogere DS-waarden dan batch 2 doch beduidend onder deze van de 1ste batch (lente)
- In tegenstelling tot de goede organische stofgehalten in de lentebatch, kennen batchen van de zomer en de winter opvallend lage organische stofgehalten. Heel wat composten voldoen niet meer aan de norm voor het Vlaco-label van 18% OS op vers materiaal (cfr ook zomerbatch). Sommige composten halen zelfs met moeite de norm van 16% organische stof, wat essentieel is om van compost te kunnen spreken.
- C/N beduidend hoger dan vorige batch en gelijkwaardig aan batch 1
- Opnieuw lagere densiteit dan batch 2 doch onder gemiddeld volumegewichten van batch periode 1
- Laagste OUR (hoogste rijpheid)

3. ‘Witte’ biomassa (Experimenteel) vs ‘Zwarte’ biomassa (Referentie):

1. Een overzicht van alle analyseresultaten (o.a. OS, DS, C/N, densiteit, nutriënten, as, onzuiverheden >2mm, steentjes > 5mm, verbrandingswaarden, stookwaarde) wordt gegeven in bijlage 7.15. Zoals hogerop (cfr uitgangsmateriaal) al vermeld, kon van composteerders 2, 10 en 11 niet de beide biomassa-stalen (wit en zwart) bekomen worden. Van alle overige composteerders zijn telkens de analyses van de beide types bekomen biomassa weergegeven alsook het gemiddelde hiervan en de significantie van afwijking (middels gepaarde T-test).

2. **Conclusie**:
    - De via gepaarde T-test gemeten stelselmatig hogere of lagere parameterwaarden van witte versus zwarte biomassa zijn gelegen in 5 parameters:
        - K (wit: gemiddeld 1,9 g/kg vers vs zwart: gemiddeld 3,3 g/kg vers), en
        - Na (wit: gemiddeld 0,12 g/kg vers vs zwart: gemiddeld 0,25 g/kg vers), en
        - restvocht (wit: gemiddeld 3,2 % ADS vs zwart: gemiddeld 5,1 % ADS), en
        - Chloor (mg/kg ADS) (wit: gemiddeld 1074 mg/kg vs zwart: gemiddeld 610 mg/kg), en
        - Zwavel (mg/kg ADS) (wit: gemiddeld 353 mg/kg vs zwart: gemiddeld 496 mg/kg),

      Naast deze significante verschillen inzake alkali-gehalten, restvocht en Cl en S, in het nadeel van zwarte biomassa bezit de zwarte biomassa gemiddeld ook een iets hoger asgehalte (8,7% op vers) t.o.v witte biomassa (7,1% as op vers). Opvallend is daarentegen echter de gemiddeld hogere waarden voor zwarte biomassa inzake DS (:55% tegen 48%). Dit beïnvloedt op zijn beurt ook de OS (:46% op vers tegen 41%) en een gunstiger stookwaarde (:7,8 MJ/kg vers tegen 6 MJ/kg vers). Vermits de witte en zwarte biomassa inzake OS op ADS beiden een gelijk gemiddelde hebben (met geen statistisch significant verschil op de reeks) toont dit wellicht vooral de impact van de overvloedige neerslag in januari/februari 2014 waardoor veel van de toen afgezeefde verse witte biomassa calorisch benadeeld was t.o.v. de zwarte biomassa die doorheen de compostering en naar de zomer toe veel droger kon worden.
      De impact van de neerslag bevestigt zich in de ervaring van composteerder 12: de experimentele witte biomassa ‘20mm-100mm’ moest door hoge vochtigheidsgraad tweemaal uitgezeefd worden. Deze kostelijke ingreep werd nodig geacht wegens de aanvankelijk slechte zeefbalans (teveel tussenfractie 20-100mm) en een onvoldoende kwaliteit van de biomassa.
      Wat betreft steentjes ligt het gehalte 2 maal (witte en zwarte biomassa) boven de 2% (en onder de 4% norm) en 1 maal (zwarte biomassa) boven de 11%. Qua onzuiverheden hebben witte en zwarte biomassa elk 2 maal een overschrijding van de 1%-regel. Opnieuw geven de resultaten aan dat composteerders die een groot percentage zeefoverloop

recirculeren[58] meer onzuiverheden hebben in hun zwarte biomassa.

- Deze cijfers van de biomassa's uit deze 'winterbatch' verdienen een verdere nuance:
  - De fractiegroottes van de vergeleken witte versus zwarte biomassa zijn soms verschillend bvb bij composteersite 8 waarbij witte biomassa >40mm tegenover de zwarte biomassa >10mm stond: een zwarte biomassa met een kleinere onderfractie lijkt voornamelijk een hogere as-waarde (gemeten op absoluut droge stof (ADS)) te hebben dan de witte biomassa afgezeefd met grotere maaswijdte.
  - Hoewel de relatie tussen fractiegrootte en de OS (op ADS) niet rechtlijnig is, lijkt ook in deze batchperiode dat doorgaans de hoogste organische stof-gehalten gelegen zijn bij de witte of zwarte biomassa met maaswijdten vanaf >20mm en hoger.
- Indien men de gemiddelden van deze batchperiode (winter-opzet) vergelijkt met gemiddelde waarden van de witte en zwarte biomassa-eigenschappen uit batch 1 (lente-opzet) en 2 (zomer-opzet) is duidelijk dat (bijlage 7.16):
  - Organische droge stof (op ADS) weer gevoelig hoger ligt dan in batchperiode 2 en bijna de waarden uit batch 1 benadert
  - As-gehalten (op ADS) terug lager dan in batchperiode 2 en bijna tot aan de waarden uit batch 1.
  - Het stikstofgehalte weer lager ligt dan in batchperiode 2 en identiek aan gemiddelde waarde uit batch 1
  - Droge stof (DS) vergelijkbaar is met batch 2 en dus opnieuw lager dan DS-waarden van witte en vervolgens zwarte biomassa uit de 1ste batchperiode
  - Gemiddeld de hoogste densiteiten,
  - Grosso modo liggen de nutriënten weer lager dan in vorige batch en hierdoor weer op of zelfs onder de niveau van de batchperiode 1
  - De stookwaarden van witte biomassa het laagst scoren (lager dan witte biomassa van batch 2) , en de stookwaarden van zwarte biomassa weer beduidend hoger scoren dan de (zwarte) biomassa uit batch 2 doch nog onder de hoge stookwaarden uit de eerste batchperiode (vroege lente). Dit bevestigt opnieuw de invloed van neerslag en het belang van het drogen

[58] Zie massabalans UIT (groencomposteringen): composteerders 2, 5, 10 en 12 die op jaarbasis gemiddeld 17 à 57% van de gecomposteerde tonnages recirculeren.

- Laagste chloor (Cl)-waarden in deze batchperioden en vooral voor zwarte biomassa
- In bijlage 7.17 worden tevens de sterke correlaties weergegeven tussen verbrandingswarmte (kcal/kg luchtdroog) en OS (% op ADS), tussen stookwaarde (J/kg vers) en OS (% op vers), en tussen stookwaarde (J/kg vers) en %DS, via regressieanalyse overheen alle biomassa-stalen (zwart en wit en alle batchperioden). Deze grafieken bevestigen dat hoe hoger de DS en OS, hoe hoger de calorische waarden. De relatie is zo groot dat dure analyses voor calorische waarde onnodig blijken en dus louter naar OS en DS kan gekeken worden als indicator voor calorische inhoud.

Op voorhand afgezeefde witte biomassa en de zeefoverloop (enige maanden later) beschikbaar uit de in de winter opgezette batchen zijn voor verbrandingsdoeleinden m.a.w. potentieel interessant op voorwaarde dat de DS wordt gemaximaliseerd door de biomassa af te zeven na een droge periode en/of te laten drogen vooraleer af te zetten naar een biomassa-installatie. Aan te raden valt eveneens om te kiezen voor een niet te kleine fractiegrootte: >20mm voor zwarte biomassa en groter (>30mm, >40mm,…) voor witte biomassa. Voorgaande keuzes dragen bij tot biomassa met voldoend lage as-gehalten en hoge DS-% en dus stookwaarden. Strenge acceptatie en/of windziften zijn nodig omdat de onzuiverheden voor zowel witte als zwarte biomassa soms meer dan 1% bedragen.

II. Procesverloop:

1. Een overzicht van cruciale opgevraagde en afgeleide procesparameters (keerfrequentie, temperatuur, hygiënisatie, vocht, geur, composteerduur (tussen opzet en afzeving/staalname) wordt gegeven in bijlage 7.18. Systematisch kijken we naar:
    1. **Keerfrequentie**: gemiddelde keerfrequenties waren gelegen tussen 2x/week en maandelijks.
    2. **Temperaturen**: zoals in de vorige proefbatch lagen de gemiddelde temperaturen van de experimentele compostering meestal onder die van de referentiecompostering. Enkel composteerder 4 maakte opnieuw (cfr batch 1) gewag van een hogere temperatuur bij de experimentele batch en bij composteerder 5 waren temperaturen vergelijkbaar. Voornamelijk daar waar de experimentele batch veel frequenter (wekelijks of vaker) werd omgezet dan de referentiebatch, (composteerders 12 en 7) en/of daar waar een tafelhoogte van 4 meter werd aangehouden (composteerder 7, 8 en 9), werden merkelijk lagere temperaturen opgetekend: gemiddeld 13 à 14 °C lager. Niettegenstaande de bekommernis om inzakking te

vermijden/voldoende zuurstof in hoop te brengen, is een te hoge keerfrequentie dus problematisch voor een vlotte hygiënisatie. Bij een keerbeurt zakt de temperatuur veelal kortstondig, soms met een 10-tal graden

3. **Hygiënisatie**: werd behaald bij alle referentiecomposten doch niet bij alle experimentele composten: composteerder 7 én 12 geraakte niet aan het vereiste temperatuursverloop.
4. **Vochtgehalte/-toediening**: in de eerste maanden van de derde batchperiode was het zeer nat (januari en februari). Enerzijds maakte geen enkele composteerder gewag van extra toediening van vocht, en anderzijds droeg dit bij tot tijdelijk vochtiger batchen (bij composteerder 7 ook specifiek een 'natte' experimentele batch). Na het composteringsproces was bij de meeste composteerders het vochtgehalte van beide type batchen gelijkaardig en bij verschillende composteerders (5 en 12) was de vochtigheidsgraad van de experimentele batch lager. Dit bevestigt opnieuw de grotere gevoeligheid van fijner opgezet groenafval voor neerslag/vochttoe-diening tijdens de compostering alsook een potentieel snellere vochtdaling door de combinatie van fijner materiaal intensief te composteren (beluchting, frequenter omzetten). Opnieuw blijkt dat het frequenter omzetten, hetzij op ril of tafel, van een experimentele batch met 'minder structuurmateriaal' aangewezen is, zeker als bij een open compostering de neerslag overvloedig is. De overvloedige neerslag bij het begin van deze batchperiode leidde ook bij minstens 1 composteerder (12) tot de (kostelijke) noodzaak om de witte biomassa een 2de maal af te zeven wegens slechte zeefbalans.
5. **Geur**: nooit problematisch
6. **Composteerduur**: het opgemeten aantal weken tussen opzet en afzeving (exclusief narijping) varieerde van 10 weken tot 30 weken. De kortste composteringsduur gebeurt op de sites waar een combinatie is van tafel- en rilcompostering en/of beluchtingsfase. De langste composteringsduur is ook nu bij tafelcomposteringen die slechts 1 maal per maand omzetten.

III. Algemene conclusies 3de batchperiode

Uitzeven heeft in de winter nauwelijks invloed op het uitgangsmateriaal op een lagere DS-gehalte na, hetgeen een hogere gevoeligheid van fijn materiaal aan de (overvloedige) neerslag bevestigt. De analyseresultaten van het uitgangsmateriaal (o.a. hoge C/N waarden) samen met de resultaten van de sorteeranalyse (hoog aandeel houtig materiaal in deze periode) geven aan dat afscheiden van witte en zwarte biomassa in/vanuit deze winteropzet mogelijk is. De verschillen tussen de vooraf ongezeefde en de experimentele compost zijn relatief klein. Niettemin zijn er enkele stelselmatige verschillen (EC, OS, C/N, densiteit) en met name het lage OS-gehalte van de (vooral experimentele) compost geeft aan dat afscheiden van biomassastromen ook in de winterperiode niet vanzelfsprekend is. Op sommige sites geven de proeven aan dat er potentieel is, maar op verschillende andere sites voldoet de referentiecompost niet aan de kwaliteitsdoelstelling van 18% OS noch aan de norm van 16% (FOD). Zeker daar waar de 16% norm niet wordt gehaald, kan geen sprake zijn van het afscheiden van extra structuurmateriaal. Het experimentele composteringsproces is overigens gevoeliger (inzake vochtgehalte en temperatuurverloop) hetgeen aangeeft dat een actiever of intensiever compostering met nauwere opvolging nodig is: het vaker keren of een actieve beluchting (al dan niet onder doeken) leveren goede resultaten op én verkort de vereiste composteringsduur. Te frequent keren daarentegen is even problematisch: daar waar de experimentele batch veel frequenter (wekelijks of vaker) werd omgezet dan de referentiebatch, en/of daar waar een tafelhoogte van 4 meter werd aangehouden werden merkelijk lagere temperaturen opgetekend: gemiddeld 13 à 14 °C lager. Een te hoge keerfrequentie dient vermeden vermits bij een keerbeurt de temperatuur veelal kortstondig zakt, soms met een 10-tal graden hetgeen niet alleen de gemiddelde temperatuur beïnvloedt maar ook kan leiden tot een moeizame hygiënisatie. Hierdoor werd niet bij alle experimentele composten de minimale hygiënisatie-vereisten behaald.

Witte en zwarte biomassa vanuit deze batch zijn grotendeels aan elkaar gewaagd en zijn o.a. qua as-, alkali- en OS (op ADS) beduidend interessanter dan biomassa uit de zomerbatch en bijna even interessant als deze uit de eerste (vroege lente)batch. Een belangrijke voorwaarde is evenwel (opnieuw) dat de DS wordt gemaximaliseerd door de biomassa niet af te zeven in tijden van/net na veel neerslag periode en/of de biomassa voldoende te laten uitdrogen vooraleer af te zetten naar een biomassa-installatie. Aan te raden valt eveneens om te kiezen voor een niet te kleine fractiegrootte: >20mm voor zwarte biomassa en grotere maaswijdten (>30mm, >40mm,…) voor witte biomassa. Deze keuzes dragen bij tot biomassa met voldoend lage as-gehalten en hogere OS-% en dus stookwaarden. Strenge acceptatie en/of windziften is nodig om de incidentele onzuiverheden onder de 1% te krijgen.

5.4. Kenmerken van biomassa afkomstig vanuit GFT-composteersites

In de inleiding van het rapport werd inzake gft de mogelijke synergie geïllustreerd tussen gft-compostering en groene energie namelijk door een gft-voorvergisting bij alle gft-composteerders te bepleiten alsook een eventueel gebruik van zeefoverloop van gft-compostering als biomassa. In rapport 3 werd echter het energetisch potentieel van de gft-composteerders berekend uitgaand van louter gft-voorvergisting en niet zozeer van stromen houtig materiaal als biomassa: noch vers groenafval (vermits SYNECO niet kijkt naar vereiste hoeveelheid structuurmateriaal voor (na)compostering gft-afval) noch zeefoverloop (wegens de eerste analyse-resultaten die relatief ongunstige waarden inzake DS, calorische waarde, stikstof en onzuiverheden aangaven).

In wat volgt worden de biomassa-analyses in detail bekeken van stalen gft-zeefoverloop over de drie batchperioden alsook 1 staal snoeihout (groenafval) dat wegens overschot niet strikt noodzakelijk bleek voor toevoeging bij gft-compostering. Alle stalen zijn afkomstig van dezelfde gft-composteerder (2) die mee participeerde in het SYNECO-traject. In bijlage 7.19. worden de biomassa-parameterwaarden getoond van de in totaal 5 stalen:

- Zeefoverloop >40mm batchperiode 1 (zwarte biomassa)
- Zeefoverloop >40mm batchperiode 2 (zwarte biomassa)
- Zeefoverloop >40mm batchperiode 3 (zwarte biomassa)
- Zeefoverloop 20-40mm batchperiode 3 (zwarte biomassa)
- Niet gezeefd snoeihout batchperiode 3 (witte biomassa)

- **gft-zeefoverloop-staal**

Bij vergelijking van de biomassa-analyses (gemiddelde over 3 batchperioden heen) van het gft-zeefoverloop-staal (>40mm) versus die van de groencompost zeefoverloop-stalen (zie bijlage 7.16)[59] valt op dat de gft-zeefoverloop op verschillende vlakken niet slecht scoort en soms zelfs enigszins beter: zo zijn de waarden van OS (% op ADS), de as (% op ADS), het restsvocht (% op ADS) gemiddeld beter dan die van de zeefoverloop (zwarte biomassa) vanuit de groencompostering en is de verbrandingswarmte (op ADS) gelijkwaardig. Op andere vlakken echter blijkt de gft-zeefoverloop (beduidend) zwakker te scoren: hogere N (totaal),lagere DS, hogere alkali-elementen K en vooral Na, hoger % onzuiverheden en lagere stookwaarde (vers). Schematisch geeft dit de volgende vergelijking:

	gft-compostering zeefoverloop t.o.v. groencompostering-zeefoverloop (zwart)
OS (ADS)	+
As (ADS)	-

[59] Meer bepaald eveneens gemiddelden van de zwarte biomassa van de drie batchperioden

N (totaal)	++
DS	-
C/N	--
K	++
Na	++
restvocht (ADS)	--
verbrandingswarmte (ADS)	0
onzuiverheden	++
Stookwaarde (vers)	-

Deze vergelijking (van een relatief beperkt aantal gft-zeefoverloopstalen) bevestigt in eerste instantie de assumptie dat zeefoverloop van gft-compostering minder geschikt is als biomassa. Toch is duidelijk uit bvb de waarde voor verbrandingswarmte (op ADS) dat deze zeefoverloop energetisch even geschikt kan zijn als de zeefoverloop uit groencompostering: voorwaarde hiertoe is wel dat op voldoende hoge fractie (>40mm of meer) wordt gezeefd of additioneel wordt gezeefd, dat (mede hierdoor alsook door) droging de vochtigheidsgraad wordt gedrukt en de calorische waarde (vers) wordt verhoogd, dat mede door windziften het gehalte onzuiverheden drastisch wordt verlaagd en dat de nutriëntengehalten (m.n. Na) goed worden gemonitord. Vlaco verwijst hiervoor naar de richtwaarden (rapport 7). Zo niet is aanvaarding van of positieve prijs voor deze biomassa weinig waarschijnlijk.

- **snoeihout-staal**

Conclusies uit de vergelijking van slechts 1 snoeihout-staal van gft-composteerder 2 (met de witte biomassa-stalen vanuit de groencompostering) is riskant. Bovendien blijken eventuele conclusies sterk af te hangen van het feit of men het snoeihout-staal vergelijkt met de witte biomassa uit dezelfde periode (batchperiode 3) of dat men een gemiddelde van de witte biomassa-eigenschappen over alle batchperioden (3) neemt. In beide gevallen toont het snoeihout-staal echter wel (licht) betere biomassa-eigenschappen inzake OS (ADS), as (ADS en vers), Na, restvocht (ADS), en verbrandingswarmte (ADS). Dit bevestigt alleszins het potentieel van snoeihout zeker als de DS hoog genoeg (gebracht) is.
Enerzijds doet SYNECO hier verder geen uitspraken over vermits niet expliciet werd uitgegaan van overschotten groenafval of snoeihout bij gft-composteerders en het evenmin SYNECO's ambitie is te bepalen welk % groenafval of snoeihout nodig is voor toevoeging bij gft-compostering[60]. Anderzijds ligt het voor de hand dat overschotten snoeihout of ander specifiek houtig materiaal in groenafval geschikt is voor biomassa-verbranding en wellicht voordelen heeft t.o.v. het onttrekken van witte biomassa door het hakselen van de integrale groenafvalstroom & zeven vóór compostering (zie ook laatste opmerking volgende luik 5.5).

[60] Uit de massabalans-registratie van de 2 gf-composteerders in de SYNECO- gebruikersgroep bleek de input groenafval in de totale verse jaarinput gemiddeld 15%.

5.5. Overzicht overige observaties vanuit compostering (WP3) en interviews (WP4)

Zowel tijdens de regelmatige contacten met de composteerders i.k.v. de proefbatchen (werkpakket 3) als tijdens de interviews (needs-analyse), opbouw van conceptueel model en vervolgbesprekingen van de beslissingstool (werkpakket 4), kwamen veelvuldig observaties en inzichten naar boven die hieronder zo systematisch mogelijk worden opgelijst. Ook de i.k.v. werkpakket 3 additioneel uitgevoerde zevingen op compost komen hier aan bod. Deze zijn samen met de conclusies uit de andere voorgaande rapporten relevant als basis voor het volgende rapportonderdeel rond de code van goede composteerpraktijk en het vastleggen van een kwaliteitsprotocol voor de eindproducten.

- Een verkorting van de composteringsduur is mogelijk zowel voor tafel- als voor rilcompostering namelijk door de partikelgrootte te verkleinen en/of intensiever te composteren. Kleinere partikels[61] leiden normaliter al tot een snellere compostering (kleiner aandeel traag afbreekbaar materiaal, groter contactoppervlak, homogenere massa, verbeterde warmte-isolatie) maar moeten in principe ook vaker gekeerd of belucht worden om verschillende risico's te beheersen, namelijk risico's van:
    - anaërobie en productie van methaan , vluchtige vetzuren en dus geurklachten,
    - te lage temperaturen, inzakking en gebrekkige hygiënisatie,
    - verlies van koolstof (wegens productie van methaan en vluchtige vetzuren) terwijl net de koolstof in de compost zo hoog mogelijk moet gehouden worden,
    - lagere porositeit en dus grotere vochtgevoeligheid (hetgeen ook minder vochttoediening of zelfs afdekking kan rechtvaardigen)

  Om deze redenen geldt trouwens, zoals bij elke compostering, dat een groter omzetfrequentie beter in het begin van de composteringsproces geschiedt i.p.v. naar het einde toe.
- De SYNECO-batchen leren
    - enerzijds dat er zeer grote verschillen bestaan vandaag inzake composteringsduur (zie bijlagen 7.4, 7.9 en 7.18) – met doorlooptijden die de minimaal vereiste duur voor hygiënisatie[62] overtreffen –, en
    - anderzijdsdat een intensiever composteringsproces kan leiden tot een goede compost op 10 à 15 weken. In geval van composteerder 12 bleek tussen de intensiever gecomposteerde experimentele batch en de referentiebatch telkens een duurverkorting van 20 à 30% mogelijk. De concrete SYNECO-ervaringen inzake composteringsduur zijn: :

[61] Door keuze hakselaar/korfgrootte, of door zeving vóór compostering (cfr SYNECO-opzet)
[62] Minimaal 10 weken (>45°C waarvan minstens 4dd > 60°C of 12dd > 55°C)

- **als compostering hoofdzakelijk op rillen verloopt & keerfrequentie ril is wekelijks ➔ composteringsduur van circa 10 weken (exclusief narijping en opslag) mogelijk[63]**
- **als compostering integraal op tafel verloopt & keerfrequentie is wekelijks à 2-wekelijks ➔ composteringsduur van respectievelijk circa 15 à 20 weken (exclusief narijping en opslag) mogelijk.[64]**
- **als compostering grotendeels op tafel verloopt, in combinatie met initiële tunnelfase of actieve beluchting (op tafel of ril) & keerfrequentie is maandelijks ➔ composteringsduur van circa 15 weken (exclusief narijping en opslag) mogelijk[65].**
- **Indien beluchting en doeken (op ril) gecombineerd zijn ➔ composteringsduur van circa 12 weken (exclusief narijping en opslag) mogelijk[66].**

- Zeefoverloop terug gebruiken in een batch om te enten, levert in principe een snellere opstart van compostering maar wordt zeker niet altijd en door alle composteerders toegepast. Deze beslissing wordt mede bepaald door de hoeveelheid en tijdstip van maaisel als input: een maximale hoeveelheid van 30% maaisel wordt door sommigen als richtlijn genomen én moet ook gepaard gaan met toevoegen van zeefoverloop of alleszins structuurmateriaal. Als de composteerder een aanzienlijke input maaisel binnentrekt in de loop van de periode mei-oktober kan dus best zeefoverloop afkomstig van voorafgaande compostering toegevoegd worden bij aanvang van compostering.
- Anderzijds is het belangrijk zeker ook deze zeefoverloop (zwarte biomassa) i.k.v. SYNECO minstens deels naar groene energie te oriënteren gezien deze zeefoverloop na verloop van tijd sowieso moet worden verwijderd o.a. ook om te grote contaminatierisico's te beteugelen. Vermits deze zwarte biomassa er per definitie wordt uitgezeefd na de compostering – in tegenstelling tot een optionele zeving van witte biomassa vóór compostering – geeft deze ook een kostbesparing relatief t.o.v. witte biomassa. Tot slot zal de zeefoverloop (zwarte biomassa) een voldoende grote zuiverheid, wellicht door strenge acceptatie én een additionele zuivering, moeten bezitten om steeds de door OVAM gedefinieerde norm[67] te behalen om geen milieuheffing verschuldigd te zijn. Voor witte biomassa geldt altijd het verbrandings-verbod maar kan een tijdelijke afwijking gevraagd worden aan de OVAM.
- Conform het advies (zie conclusie 2de batchperiode) om in de zomer hetzij geen biomassa hetzij slechts een grotere overfractie witte biomassa af te houden, klinkt de

[63] Zie composteerder 7
[64] Zie composteerders 12, 8 en 2
[65] Zie composeerder 11
[66] Zie composteerder 5. Data van composteerders 5 en 10 lijken overigens aan te tonen dat doeken en een blaasbeluchting een combinatie mogelijk maken van een hoge vochtigheidsgraad en (toch) voldoende zuurstofaanvoer, hetgeen de biologische afbraak en dus composteringssnelheid ten goede komt.
[67] De composteringsinstallatie moet vergund zijn en onderworpen aan een kwaliteitsopvolging en over een keuringsattest beschikken voor compost. De zeefoverloop moet >20mm zijn en er moet 6-maandelijks (zomer en winter) gecontroleerd worden of de zeefoverloop niet meer dan 1 gewichts% 'niet-houtachtige, niet-inerte bestanddelen' bevat: deze van heffing vrijgestelde zeefoverloop is dan '*niet verontreinigd behandeld houtafval*'. Zoniet is de zeefoverloop '*niet gevaarlijk bedrijfsafval*' en is heffing verschuldigd bij verbranding (5,67 of 8,10 EUR/ton).

waarschuwing dat zomerse witte biomassa door de doorgaans grotere gras-inhoud verbrandingsproblemen kan geven door de grotere chloor-inhoud. Hierdoor kunnen de verwarmingsketels aangetast worden. Gras heeft ook een lager smeltpunt dan hout waardoor het materiaal tijdens het branden meer aan elkaar gaat koeken. Na verbranding levert gras meer as op dan hout en het verschil is groot: gemakkelijk 10% ten opzichte van 1% as of minder bij hout. Eén tunnel-tafelcomposteerder (nr 9) wilde overigens geen experimentele batchen (louter) <20mm opzetten omdat dit onvoldoende actieve beluchting zou doorlaten. Tafelcomposteerder 10 bevestigde eveneens negatieve ervaringen met tafelcompostering van 'te compact' <20mm uitgangsmateriaal. Starten met composteren met <20mm mét een bovenfractie (bvb >100mm)[68] of starten met composteren met <40mm kan hierop antwoorden bieden. Andere composteerders kaartten dan weer het mogelijke risico aan van 'teveel groen' (witte biomassa) of teveel vocht in een biomassa-fractie '>20'. Indien men in de zomerperiode of in nattere maanden biomassa wenst te onttrekken lijkt een fractie '>40mm' of een droging en/of extra zeving vóór biomassa-verkoop m.a.w. noodzakelijk.

- Door de reeds vermelde potentieel grotere chloor- en as-gehalten van witte of zwarte biomassa van composteersites kan het zijn dat grotere biomassa-installaties, met state-of-the-art rookgasreiniging, beter uitgerust zijn om deze biomassa mee te verbranden. Relatief grote biomassa-installaties zouden overigens beter geplaatst kunnen zijn om een belangrijk tonnage aan biomassa uit compostering af te nemen en mee te verbranden samen met traditionele inputs (hoog-energetisch houtafval en pellets).
- De termen 'zomerperiode' (mei t/m oktober) versus 'winterperiode' (november t/m april) die in de SYNECO-werkpakket 4 wordt gehanteerd, aggregeren grosso modo de volgende subperioden: november-februari (veel blad), februari-mei (veel snoeihout), juni-augustus (opstoot gras), september-oktober (einde maaiseizoen en wat snoeihout). De maanden februari t/m begin mei zijn dus het meest geschikt om biomassa te onttrekken uit het groenafval en de batchen.
- Zowel de witte als zwarte biomassa bestudeerd i.k.v. SYNECO kunnen een hogere DS-gehalte/calorische waarde bereiken door droging bvb in overdekte loodsen. Verschillende composteerders en biomassa-handelaars gaven aan dat de neerslag in de laatste weken voor de verkoop zeer bepalend is voor het DS-gehalte en dus de waarde van (compost en) de biomassa. Door plaatsgebrek, door gebrek aan overdekte oppervlakte en/of door de prioriteit van compostering is zulke droging niet evident maar anderzijds kan door een intensiever composteringsproces ook een kortere duur gerealiseerd worden met dus oppervlakte beschikbaar voor het drogen van de biomassa. I.g.v. sneller beschikbare oppervlakte kan uiteraard – indien op korte termijn mogelijk – eerder de voorkeur gegeven worden aan méér input en dus hogere gate fee inkomsten. Andere in de literatuur reeds gehoorde pistes zijn die van de biomassa-verzamelplaatsen die dienen als hub annex drooglocaties[69].

[68] Let hier wel op de samenhang met de hakselaar: een snelle hakselaar met kleine korfgrootte levert in principe fijner materiaal (en mogelijks snellere composteringsduur (p20)) maar in aanvang dus ook weinig overfractie (>80 of >100mm).

[69] Een idee dat ook in het OVAM beleidsplan Biomassa-reststromen (actieprogramma 14) aan bod komt.

- Rillen zijn gevoeliger voor temperatuurverlies, zeker bij omzetting, en voor wijziging van vochtigheidsgraad ten gevolge van droogte/neerslag of frequent omkeren. Dit kan aanleiding geven tot bij voorbeeld een relatief vochtige batch met een slechte zeefbalans[70] tot gevolg, of tot bij voorbeeld een niet-gehygiëniseerde compost i.g.v. te vaak keren. Rillen kunnen anderzijds wel aanleiding geven tot een kort composteringsproces van slechts een 10-tal weken. Anderzijds zijn tafelcompostering of combinaties met tafelcompostering rigider inzake vocht- en temperatuurparameters en kunnen ook deze mits beluchting of voldoende keren op ca 15 weken of sneller gecomposteerd worden. Louter op rillen composteren impliceert ook een grotere gemiddelde oppervlaktebezetting[71] en/of kan niet altijd – wegens lopende concessies of afschrijvingen – onmiddellijk worden gerealiseerd. De SYNECO-ervaring lijkt dan zeker niet te wijzen op de noodzaak tot een pure rillencompostering om de gewenste synergie van kwaliteitscompost & groene energie te bereiken maar veeleer op een tafel- met eventueel rilcompostering[72] in combinatie met het gebruik van doeken en/of actieve beluchting en voornamelijk frequenter keren. Om de biomassa voldoende kwaliteitsvol te krijgen is windziften aangewezen, naast enige weken drogen.
- De beschikbare plaats is sowieso een belangrijke parameter: deze beïnvloedt de keuze voor ril- of tafelcompostering, de hoogte van de hoop, de mogelijke omzetfrequentie(verhoging), en de (korte termijn) inputcapaciteit en de mogelijkheid om biomassa te drogen.
- Voldoende oppervlakte vergemakkelijkt ook aanzienlijk de voorafbewerking waaronder in hoofdzaak de stockage en menging (homogenisering) van het groenafval. In geval van minder structuurmateriaal is een homogene spreiding van de verschillende sub-inputs groenafval[73] overigens nóg belangrijker. Afscheiden van vers houtig materiaal (witte biomassa) of zeefoverloop (zwarte biomassa) impliceert dus een dwingender aandacht voor goede menging van maaisel, takken, haagscheersel, bladeren, snoeihout etc alvorens te verhakselen.
- Mede afhankelijk van de beschikbaarheid van trommel- en/of sterrenzeven kan besloten worden om af te zeven op 3 fracties en aldus enkel de tussenfractie af te zetten als (witte of zwarte) biomassa. Deze keuze kan geïnspireerd zijn op de door sommige biomassa-installaties gestelde limieten op de bovenmaat van biomassa[74], alsook op de hogere densiteit van een tussenfractie (t.o.v. louter een bovenfractie) waardoor een relatief lagere transportprijs kan gelden voor de biomassa. Daarnaast geeft het afzeven van 3 fracties ook de mogelijkheid om de bovenste fractie te

[70] Zeker de combinatie van een relatief kleine onderfractie en grote vochtigheid geeft bij zeving te weinig compost in de onderfractie, en leidt soms tot noodzaak van een extra zeving om compostdeeltjes die kleven aan de tussen- of bovenfractie af te scheiden.
[71] Hetgeen bij grotere groenafval-aanvoer in de late lente en zomer problematisch kan zijn voor composteerders met een beperkte ruimte.
[72] Ook tunnelcompostering kan maar de installatie hiervan is in het verleden vaak veeleer gemotiveerd uit overwegingen van reductie van geurklachten.
[73] Of groen- én gft-afval i.g.v. een gft-compostering die ook meer groenafval wil verwaarden als biomassa ipv mee te composteren met het gft
[74] Verschillende biomassa-installaties kunnen geen biomassa voeden in de oven of wervelbed met een fractiegrootte > 80 of > 100mm en zullen minstens eerst zelf moeten verkleinen (met sanctionering van de geboden prijs) of zelfs de biomassa weigeren.

hanteren als ent-/structuurmateriaal (recirculatie of mede input naar compostering) of te beschouwen als 'zuivering' van de biomassa (tussenfractie).

- Een sterrenzeef geeft meer opties dan een trommelzeef want deze zeeft verschillende fracties in één beweging af, en is afstelbaar (maaswijdte) bvb naargelang seizoen of neerslag. Twee trommelzeven geven in principe hetzelfde resultaat als een sterrenzeef doch het brandstofverbruik van de twee trommelzeven is aanzienlijk hoger en ze nemen meer plaats in beslag. Anderzijds is een investering in een sterrenzeef veel duurder dan de aankoop van een extra trommelzeef en is ze merkelijk onderhouds- én vochtgevoeliger: een hoge vochtigheidsgraad geeft vaak aanleiding tot een suboptimale zeefbalans en technische mankementen.
- In geval van courante zevingen vóór compostering moet de wiellader en de gebruikte trommel- of sterrenzeven gereinigd worden om contaminatie van de gehygiëniseerde compost te vermijden.
- Vermits het (intensief) composteren met minder structuurmateriaal een korter en/of gevoeliger proces is, is het nodig minstens een wekelijkse i.p.v. bij voorbeeld slechts een minimaal tweewekelijkse temperatuurmeting (i.g.v. Vlaco-compost zonder label) uit te voeren.[75]
- Over de 3 SYNECO-batchperiodes heen werden tafels en rillen opgezet gaande van 2 tot 4 meter hoogte (zie bijlagen 7.4, 7.9 en 7.18). Vaak wisselde de hoogte tevens af doorheen het proces bij dezelfde composteerder wegens combinaties van tafel en/of ril en/of tunnel. 4 meter wordt sowieso als maximumhoogte gezien[76]. Vermits de luchttoevoer, compactatie, vochtigheidsgraad, temperatuur en hygiënisatie niet enkel met hoogte en vorm van de batch samenhangen maar tevens met aspecten van initiële batchsamenstelling, actieve beluchting en keerfrequentie kunnen uit de SYNECO-ervaringen geen zuivere relaties gelegd worden tussen bvb temperatuur en batchhoogte. Niettemin halen de experimentele batchen die niet tot 3,5 of 4 meter hoogte werden gestapeld makkelijker een hoge temperatuur. En behalen ze de hygiënisatie dan ook vlotter. Als algemene aanbeveling stelt Vlaco dan ook een maximumhoogte van gemiddeld 3 à 3,5 meter.
- De synergie van compost produceren én biomassa afscheiden voor verbranding tot groene energie biedt alleszins mogelijkheden tot een beter rendement: door een combinatie van enerzijds meer input binnenhalen – door onmiddellijke afvoer van witte biomassa, afvoer van zwarte biomassa i.p.v. recirculatie en/of een sneller composteringsproces – , en anderzijds witte of zwarte biomassa te gelde te maken voor een positieve prijs (al dan niet hoger dan de compostprijs). De tevens hogere kosten die gepaard gaan met bijkomende investeringen of een eventueel frequenter zeven, keren en/of windziften worden in kaart gebracht via de door ILVO gebouwde SYNECO-beslissingstool (werkpakket 4) met als doel de maximale vrije cash flow te bereiken.

[75] Cfr minimale frequentie temperatuurmeting voor Vlaco compost met label

[76] Zie ook Basingstoke Heigst Study van SLC (nov. 2009):"After combination of the models describing the effects of windrow height on windrow behaviour, it was concluded that windrows three to four metres in height would be considered optimum for commercial open air windrow composting as they provide conditions well-suited to the production of a stable and sanitised product with the bare minimum processing time and cost."

- De verhoudingen qua afzeeftonnages, doorheen de verschillende batchperioden en meer bepaald naargelang de gebruikte maaswijdte en naargelang zeving vóór of na compostering, werden bijgehouden en geschematiseerd in bijlage 7.20. Deze percentages verschillen nogal naargelang de composteerder. Bij de zeefbalans i.g.v. voorafzeving van verhakseld groenafval op bvb 20mm zien we dat de bovenfractie (witte biomassa) tot ruim 40% kan uitmaken t.o.v. dus minder dan 60% startmateriaal voor compostering. Dit is ook een argument om een voorafzeving met niet te kleine ondermaat te nemen en/of vooraf te zeven in 3 fractie en de bovenste fractie eveneens aan het startmateriaal toe te voegen (cfr supra). Uit dezelfde bijlage kan afgeleid worden dat de ratio compost/uitgangsmateriaal in een traditionele situatie rond de 50% ligt terwijl dezelfde ratio veeleer rond de 60% ligt indien eerst witte biomassa werd onttrokken aan het (verhakselde) groenafval.
- Recente ervaringen van composteerders met biomassa leren dat ongeacht de volatiele biomassa-markt een bodemprijs van 3 à 5 €/ton heerst en dat verse houtige fractie soms meer oplevert dan zeefoverloop. Hogere prijzen tot 10€/ton of meer (netto) moeten mogelijk zijn. Hiertoe is een strenge acceptatie ('proper en vers') van de groenafval-input, het vaker keren (positieve impact op DS) alsook de biomassa manueel of mechanisch (bvb windzifter) en/of enige weken te laten drogen cruciaal. Deze maatregelen dragen bij aan een betere prijs of minstens aan een vermindering van het risico van afkeuring van de biomassa-partij. Bovendien is de transportkost aanzienlijk en vertaalt m.a.w. een afname op zo kort mogelijke afstand van de composteerder of hub zich in een financieel voordeel.
- Binnen SYNECO werkpakket 3 voerde ILVO tevens (tijdens 1ste batchperiode) een extra behandeling uit op de geproduceerde composten door de zeer fijne fractie (0 tot 2mm, vnl. bodemdeeltjes) af te scheiden via zeving en vervolgens verder de verhoudingen van de subfracties 0-0,5mm, 0,5-1mm,1-1,5mm en 1,5-2mm te bepalen. Ook werden de ongezeefde composten op vlak van EC, DS, OS vergeleken met de composten waaruit de 0-0,5mm fractie was verwijderd. Hierdoor werd zoals verwacht een hogere organische stofgehalte (OS) bereikt[77] en m.a.w. een hogere kwaliteit en gebruiks-/economische waarde: details zijn weergegeven in bijlage 7.21. Dit betekent dat men in theorie een compost met lage OS kan opwaarderen door nogmaals te zeven waarbij de overloop een hoogwaardiger bodemverbeteraar oplevert.

[77] Naast eveneens een significante invloed op het DS gehalte: uitzeven van <0,5mm verlaagt DS-gehalte.

- Tot slot is het belangrijk te herhalen dat met SYNECO van bij aanvang enkel werd gekeken naar witte biomassa als zijnde de integrale groenafvalstroom verhakseld en gezeefd (boven- of tussenfractie). Er werd dus niet gekeken noch getest/geanalyseerd op het uitlichten van substromen groenafval zoals stronken, wortels en snoeihout. In praktijk kunnen deze uiteraard wél apart worden verhakseld[78] om tegen nog betere prijzen als biomassa te worden verkocht[79]. Vermits zeven als één van de grootste kosten van compostering werd aangegeven, is het uitsparen op zeefuren mogelijks belangrijk in verdere optimalisaties van de synergie tussen kwaliteitscompost en groene energie. Anders gesteld, het verhakselen van bepaalde houtige groenafval-substromen (zónder zeving) voor afvoer als witte biomassa enerzijds en de verhakseling van de rest van de inputstromen met louter afzeving ná compostering (zwarte biomassa) anderzijds is een plausibele optie om kwaliteit en rendement nog meer te optimaliseren. Evenzeer kan in die optiek gras/maaisel (indien voldoende vers (ingekuild) én zuiver) naar een vergisting met nacompostering worden gevoerd[80]. Deze aparte behandeling van substromen komt echter niet overeen met de definiëring van het SYNECO-opzet en vormt mogelijks een onderwerp van andere en/of toekomstige studies.

[78] En eventueel tijdelijk gestockeerd

[79] Of in geval van nood toch toe te voegen aan de composteringsbatchen

[80] Verschillende onderzoeken wijzen op aanvaardbaar biogaspotentieel van (ingekuild) gras onder welbepaalde voorwaarden en op het belang van nacompostering om de nodige hygiënisatie van het maaisel te garanderen.

5.6. Beslissingsondersteunende tool (WP4)

De effectieve overstap naar een intensievere compostering met minder structuurmateriaal heeft, rekening houdend met de aanbevelingen in dit rapport[81], een impact op de kosten en baten. Niet in het minst als een additionele investering, bvb een additionele zeef, aangewezen zou blijken om de hoogst renderende synergie tussen kwalitatieve compost en biomassa te bereiken. Werkpakket 4 stelde zich tot doel om voor de groencomposteerders een tool te ontwikkelen en ter beschikking te stellen om de ideale keuzen te maken inzake investeringen en biomassa-afzet met het oog op een maximale cashflow. Deze simulatie kwam stapsgewijze tot stand op basis van de volgende stappen:

- '**Needs' analyse**: overeenstemming bereiken over gewenste output van de tool (welke zijn de beslissingsvariabelen die de economische prestaties van composteerbedrijven bepalen? Welke bedrijfsspecifieke aspecten (productiviteit, behaalde prijzen, investeringskosten etc.) moeten meegenomen worden bij de bedrijfseconomische optimalisatie? Welke parameters zijn volatiel (bijv. prijzen) en moeten bijgevolg op een flexibele manier aan te passen zijn door de gebruiker,..)
- **Opbouw, validatie en verificatie** van een beslissingsondersteunend systeem: op basis van vorige taak werd prototype van het beslissingsondersteunend systeem ontwikkeld (Excel/Gams) en iteratief getest o.a. door beperkte groep composteerders.
- **Implementatie**: de gevalideerde en geverifieerde tool wordt aanvankelijk geïmplementeerd bij 10 composteerbedrijven. Na evaluatie en eventuele aanpassing volgt de ter beschikking stelling aan de andere bedrijven.

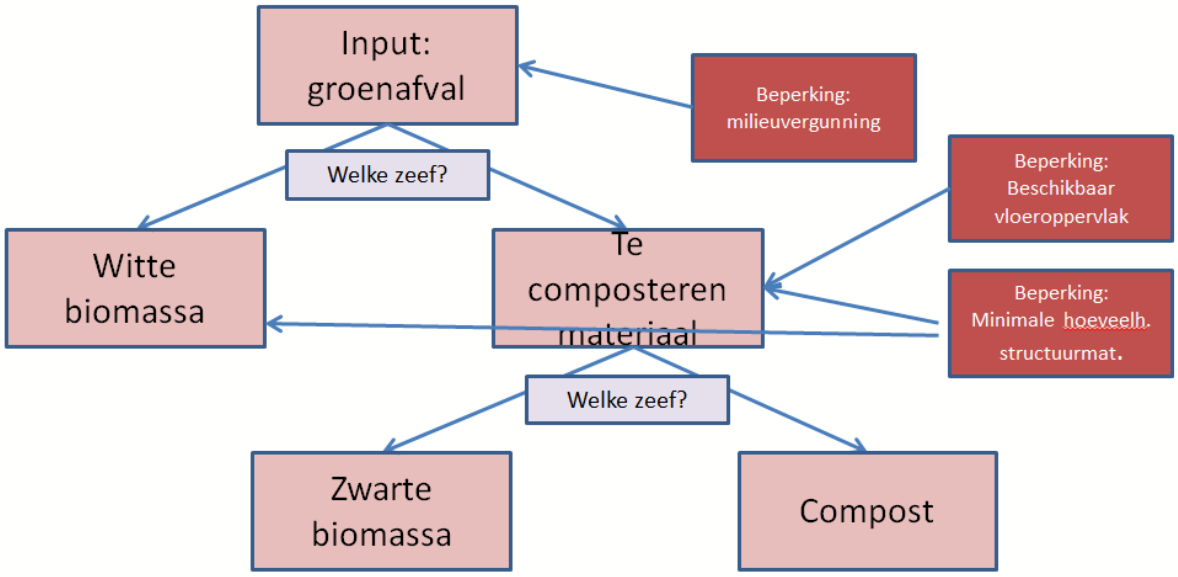
De needs-analyse leidde tot een afbakening van de cash-flow en de vaste en variabele parameters ervan in de beslissingstool:

Figuur 16: basisopzet van maximalisatie-oefening

[81] Samengebracht in de code van goede composteerpraktijk (§6.1)

De relaties tussen deze variabelen werden gemodelleerd op basis van interviews, input van Vlaco, literatuur-studie, en de data die ter beschikking vanuit de testbatchten (WP 2 en 3). Een vereenvoudigd schema van de uit te voeren cashflow-maximalisatie en de beperkingen (figuur 17) werd de leidraad voor de programmatie van het tool-prototype.

Figuur 17: extrapolatie naar totale inputstroom groen-compostering Vlaanderen



Finaal kwam na intensieve tests door 3 composteerders en Vlaco en na inspraakmogelijkheid van de overige composteerders in de gebruikersgroep de beslissingstool online ter beschikking: www.remiweb.be.
Een uitgebreide handleiding werd tevens opgesteld om de gebruikers te leiden door de opbouw en uitvoering van het instrument zodat de composteerder zijn bedrijfsspecifieke 'vrije cashflow' kan optimaliseren samen met de bijbehorende hoeveelheden verwerkt groenafval, geproduceerde compost en geproduceerde biomassa. De optimalisatie gebeurt op basis van een aantal bedrijfsspecifieke parameters, zoals het beschikbare vloeroppervlak, de capaciteit van de aanwezige machines, de composteringsduur en de ontvangen prijzen (gate fee, prijs compost, prijs biomassa).

6. RAPPORT 6 & 7 – CODE VAN GOEDE COMPOSTEERPRAKTIJK EN KWALITEITSPROTOCOL:

- **'Een code van goede composteerpraktijk legt duidelijke randvoorwaarden vast voor composteren met minder structuurmateriaal. Deze voorwaarden worden opgenomen in het lastenboek gft- en groencompostering van Vlaco vzw en het Algemeen Reglement van Certificering - <u>Datum rapport: oktober 2014</u>**

- **'Vastleggen van kwaliteitsprotocol voor de eindproducten (compost en biomassa-stromen) - <u>Datum rapport: oktober 2014</u>**

Opzet en methode

Gezien de zeer nauwe samenhang tussen de '*code van goede praktijk voor het composteren met minder structuurmateriaal*' (rapport 6) en een '*kwaliteitsprotocol voor de producten (compost en biomassa)*' (rapport 7) worden beiden achtereenvolgens onder deze hoofding VI voorgesteld. Zoals reeds eerder gesteld vloeien beide rapporten overigens voort uit de inzichten en conclusies van alle werkpakketten 1 t/m 4 en de voorgaande rapporten inzake de massabalans, sorteeranalyses, vergistbaarheid fijne fractie groenafval, en de vergelijkingen tussen de experimentele versus de referentie compostbatchen alsook tussen witte en zwarte biomassa.

Resultaten

Hierop volgend worden de rapporten 6 & 7 weergegeven. Deze rapporten dienen als basis voor de aanvulling van het bestaande Vlaco lastenboek gft-en groencompostering en het Algemeen Reglement van Certificering: feitelijke aanpassingen en invoegingen volgen naar aanleiding van de laatste gebruikersgroep (29/9/2014) en de eerstvolgende samenkomst van de Raad van Bestuur (december 2014).

6.1. Code van goede composteerpraktijk (rapport 6): leerpunten uit SYNECO-traject[82]

GROENCOMPOSTERING

1. Bij de groencompostering is de (voor)vergisting van een onderfractie van het verhakseld groenafval geen valabele piste[83] vanuit energetisch-economisch oogpunt.
2. Structuurmateriaal: grof, houtig materiaal in het groenafval dat porositeit van de batch verhoogt en als voornaamste koolstofbron dient. Als structuurmateriaal wordt beschouwd de volgende (geshredderde) inputs groenafval: zeefoverloop, boomwortels, stronken, snoeihout, haagscheersel alsook gemiddeld op jaarbasis 1/8ste van het binnenkomend gemengde groenafval. Bij zeving wordt verondersteld dat de bovenfracties voornamelijk structuurmateriaal bevatten.
3. Intensief composteren: composteerproces waarbij een kortere composteringsduur kan worden bereikt door vaker dan traditioneel om te zetten of beluchten op eventueel gereduceerde tafel- of rilhoogte, al dan niet als compensatie voor de lage of gereduceerde hoeveelheid structuurmateriaal in het uitgangsmateriaal.
4. Op jaarbasis bevat het groenafval gemiddeld een kwart (25%) structuurmateriaal. Dit structuurmateriaal kan voor een deel aan het groenafval onttrokken worden als biomassa voor energetische valorisatie zowel voor, tijdens als na het feitelijke composteringsproces. Inclusief de zeefoverloop is in Vlaanderen op jaarbasis gemiddeld een derde (32%) van het uitgangsmateriaal houtig materiaal.
5. Bij het opzetten van composthopen moet een minimum van 20% structuurmateriaal aangehouden worden om risico's op een te laag gehalte organische stof (OS) te vermijden. Aanvulling met vers of opgeslagen structuurmateriaal is in sommige periodes van het jaar dan ook noodzakelijk.
6. Gemiddeld kan in Vlaanderen jaarlijks ongeveer 10% van het groenafval als biomassa worden afgescheiden, hetzij bij aanvang, hetzij tijdens, hetzij na compostering. Hierbij hebben zeefoverloop na compostering ('zwarte biomassa') en doorheen compostering ('grijze biomassa'[84]) het voordeel dat

[82] Hierbij nogmaals verwijzend naar de beperkingen van het SYNECO-kader opgesomd in de laatste opmerking van vorig luik 5.5.

[83] Over op groencompostering toekomend maaisel werd vanuit SYNECO geen onderzoek noch uitspraken gedaan vermits dit reeds in verschillende andere onderzoeken (al dan niet als aanbeveling) aan bod komt.

[84] Een interessant composteringsproces is dat waarbij een relatief groot % zeefoverloop aan biomassa afgescheiden werd - en (dus) weinig recirculerende zeefoverloop – in een overdekte tafelcompostering mét niettemin een goede compostkwaliteit: meer bepaald een proces waarbij na enkele weken opslag en 2 à 4 weken compostering een 1ste reeks afzevingen gebeurden van 'grijze biomassa' waarbij de tussenfracties als biomassa werden afgevoerd en de bovenfractie (>80mm) onmiddellijk naar het begin recirculeerde terwijl de onderfractie verder op tafels door composteerde. Dit blijkt historisch zowel een goede compostkwaliteit als een hoge hoeveelheid biomassa te geven, maar kon in SYNECO niet in detail bekeken worden wegens geen actieve participatie van deze specifieke composteringssite.

zowel tijdelijk een structuurfunctie aan de compostering alsook een opbrengstfunctie als biomassa wordt geboden. Biomassa kan ook afgescheiden worden vóór compostering ('witte biomassa') door hetzij een bepaalde input houtige groenafval niet mee in de batch op te nemen hetzij door vlak voor opzet de gehomogeniseerde en verhakselde hoop groenafval te zeven zodat een tussen- of bovenfractie als biomassa[85] kan benut worden.

7. Naarmate er meer zeefoverloop of houtig materiaal als biomassa wordt onttrokken aan het composteringsproces – rekening houdend met de hogervermelde limiterende richtpercentages – moet er op een intensievere manier gecomposteerd worden.
8. In geval van minder structuurmateriaal is een homogene spreiding van de verschillende sub-inputs groenafval des te belangrijker. Afscheiden van vers houtig materiaal (witte biomassa) of zeefoverloop (zwarte biomassa) impliceert dus een extra aandacht voor goede menging van maaisel, takken, haagscheersel, bladeren, snoeihout etc alvorens te verhakselen.
9. Zowel tafel- als rilcompostering zijn geschikt om een intensieve compostering uit te voeren en dus in synergie goede compost en biomassa te produceren uit groenafval.

    i. Rillen zijn gevoeliger voor temperatuurverlies, zeker bij omzetting, en voor neerslag (regen/sneeuw/droogte). Dit kan aanleiding geven tot bijvoorbeeld een relatief vochtige batch met een slechte zeefbalans tot gevolg, of tot bijvoorbeeld een niet-gehygiëniseerde compost i.g.v. te vaak keren. T.o.v. tafelcompostering kan bij (pure) rilcompostering op een bepaalde oppervlakte een kleiner tonnage opgezet en gestapeld worden. Rillen kunnen daarentegen wel aanleiding geven tot een kort composteringsproces van minimum 10 weken (zie onder) hetgeen een snellere verwerking betekent in vergelijking met tafelcompostering.
    ii. Tafels zijn rigider inzake vocht- en temperatuurparameters en kunnen mits beluchting of voldoende keren ook op circa 15 weken of sneller (cfr infra) gecomposteerd worden.
    iii. Een overstap naar zuivere rillencompostering – om náást een hoogkwalitatieve compost ook substantiële hoeveelheden biomassa te kunnen onttrekken uit de groencompostering – is m.a.w. niet noodzakelijk. Eerder is een tafel- met eventueel rilcompostering aangewezen in combinatie met actieve beluchting en/of het gebruik van doeken, en voornamelijk frequenter keren[86].
    iv. I.g.v. intensieve compostering met minder structuurmateriaal wordt zowel voor de rillen als de tafel een maximum hoogte van 3 meter aanbevolen.

[85] Dit is de specifieke piste die door SYNECO is onderzocht in de periode 2012-2014.
[86] Oxitop-verlagend, DS-verhogend, versnelt composteringsduur/creëert fysieke optie (opp) voor additionele droging biomassa

10. De intensivering van het composteringsproces, al dan niet met minder structuurmateriaal, kan bijdragen tot een kortere composteringsduur. In SYNECO werden volgende combinaties van composteringsduur en –proces opgetekend: :

    1. Indien de compostering hoofdzakelijk op rillen verloopt en de rillen wekelijks worden omgezet, is een composteringsduur (exclusief narijping en opslag) van circa 10 weken mogelijk. Een frequenter omzetting van een experimentele batch met minder structuurmateriaal kan leiden tot een frequenter kortstondige temperatuursdaling en een moeilijker hygiënisatie, en is dus niet aangeraden.
    2. Indien de compostering integraal op tafel verloopt en de tafel wekelijks à twee-wekelijks wordt omgezet is een composteringsduur (exclusief narijping en opslag) van circa 15 à 20 weken mogelijk. Wekelijks (of vaker) keren van een experimentele batch met minder structuurmateriaal kan leiden tot frequente kortstondige temperatuursdalingen en een moeilijker hygiënisatie, en is dus niet aangeraden.
    3. Indien de compostering grotendeels op tafel verloopt, in combinatie met initieel een tunnelfase of een actieve beluchting op tafel of rillen, en er maandelijks wordt omgezet, is een composteringsduur (exclusief narijping en opslag) van 15 weken mogelijk.
    4. Indien beluchting en doeken gecombineerd zijn, is een composteringsduur (exclusief narijping en opslag) van 12 weken mogelijk.

11. Een voldoende diep gemeten (80 à 150 (tafel) cm) temperatuur is belangrijk om een adequaat beeld te hebben van de effectieve temperatuurschommelingen aangezien temperatuurinversies mogelijk zijn bij het composteren met minder structuurmateriaal (door op voorhand uitgezeefde fractie groenafval).
12. Vermits het (intensief) composteren met minder structuurmateriaal een korter en/of gevoeliger proces is, moet de temperatuursmeting wekelijks gebeuren (t.o.v. een minimaal tweewekelijkse temperatuurmeting voor Vlaco-compost zonder label).
13. Wat betreft de beschikbaarheid van houtig materiaal in het groenafval is:
    i. de periode **november-april relatief** interessant als biomassa-basis wegens geen of nauwelijks maaisel-inhoud van het groenafval. Door vervolgens de verminderde afvoer van bladeren vanaf eind januari alsook een opstoot van snoeiafval in het voorjaar is de periode **februari tot begin mei** nog meer geschikt om structuurmateriaal

(witte en/of zwarte biomassa) af te scheiden[87]. Ook de enige maanden later beschikbare zeefoverloop (zwarte biomassa) van batchen opgezet in deze perioden toont goede biomassa-eigenschappen. Hierbij gaat de aanbeveling naar zwarte biomassa-fracties met ondermaat '>20mm'[88]. Voor de witte biomassa gaat de aanbeveling voor de late winter naar fracties met een ondermaat tussen '>20mm' en '>60mm'[89]. Voor de witte biomassa in de vroege winter echter is het onttrekken van biomassa afhankelijk van voldoend hoge OS-gehalten in de compost en is in dat geval ook een grotere ondermaat aan te raden tussen '>30mm' en '>60mm'. Als alternatief op een bovenmaat als biomassa af te zetten kan ook het afzeven van een tussenmaat als biomassa aanbevolen worden (zie 16). Tot slot moet er in het volle maaiseizoen/bij grote toevoer van gras en maaisel voldoende structuurmateriaal voorhanden zijn en dient dus optimaliter structuurmateriaal worden opzijgezet.

ii. de periode **mei-oktober** duidelijk minder interessant als biomassa-basis in hoofdzaak door de sterke inputtoename van gras en maaisel. Door de relatief lage C/N-beginratio en OS- en DS-gehalten, en de hoge as- en stikstofwaarden is veeleer toevoegen van structuurmateriaal aan het composteerproces (vooral in **juni-september**) noodzakelijk. Slechts in uitzonderlijke gevallen (veel structuurmateriaal, weinig maaisel, optimaal procesverloop en optimale compost- en biomassa-analyses) kan een beperkte hoeveelheid witte biomassa afgehouden worden die optimaliter een ondermaat >40mm of meer heeft.

14. Ongeacht de fractiegrootte van de afgescheiden biomassa en het seizoen zijn strenge acceptatienormen van het groenafval en de additionele zuivering van de biomassa, bij voorbeeld door de ingebruikname van een windzifter, van cruciaal belang om tot acceptabele biomassa te komen.
15. De biomassa niet onttrekken tijdens of vlak na intense neerslagperioden en de biomassa nog enige weken (overdekt) laten drogen zal de kwaliteit en prijs in belangrijke mate positief beïnvloeden. Zowel de witte als zwarte biomassa dienen namelijk optimaliter een maximale DS-gehalte/calorische waarde te behalen door droging in open lucht of in overdekte loodsen voornamelijk in de laatste weken vóór verkoop. Een intensiever composteringsproces met kortere procesduur kan mogelijks hiertoe noodzakelijke oppervlakte beschikbaar maken voor het drogen van de biomassa. Tenzij de

[87] De 1ste sorteeranalyse van SYNECO – grotendeels uitgevoerd eind januari en februari – bevestigen alleszins ook dat in deze maanden een beduidend hogere ratio houtig materiaal in het groenafval zit.
[88] Overigens betekent dit dat de onderfractie '<20mm' compost wordt en dusdanig (na narijping/opslag) kan verkocht worden m.a.w. zonder extra zeving. Bovenfracties met lagere ondergrens (bvb >10mm) bevatten doorgaans een lager DS-gehalte en een hoger gehalte alkali-elementen.
[89] De specifieke keuze inzake witte biomassa tussen een ondermaat >20, >30, >40,.. of >60mm zal o.a. samenhangen met de verwachte zeefbalans: zie bijlage 7.20. Naarmate de gekozen ondermaat groter is, krijgt men een lager tonnage overfractie (witte biomassa), en vanaf een maaswijdte groter dan '>60mm' wordt de afgezeefde hoeveelheid biomassa doorgaans verwaarloosbaar.

grotere/snellere oppervlaktebeschikbaarheid volledig voor bvb grotere groenafval-input zou benut worden.

16. De keuze voor afzet tot biomassa van afgetopte[90] zeefoverloop heeft bepaalde voordelen: indien een composteerder namelijk afzeeft op 3 fracties en dus enkel de tussenfractie afzet als (witte of zwarte) biomassa kan hij hierdoor tegemoet komen aan de door sommige biomassa-installaties gestelde limieten op de bovenmaat van biomassa (<80mm of <100mm). Bovendien leidt de hogere densiteit van een tussenfractie (t.o.v. louter de bovenfractie) tot een relatief lagere transportprijs. Additionele motiverende overwegingen zijn de mogelijkheid om de bovenste fractie te hanteren als ent-/structuurmateriaal (recirculatie naar compostering).
17. In geval van courante zevingen vóór compostering moet een reiniging gebeuren van de wiellader en de gebruikte trommel- of sterrenzeven om zo contaminatie van de gehygiëniseerde compost te vermijden.

GFT-COMPOSTERING

18. Bij de gft-compostering is een algemener praktijk van (droge) voorvergisting van gft-afval alvorens nacompostering wel een ecologisch-energetisch verantwoorde piste doch actueel nog steeds een moeilijke business case.
19. Gft-zeefoverloop is energetisch even geschikt als de zeefoverloop (zwarte biomassa) uit groencompostering maar door voornamelijk hogere gehalten nutriënten en onzuiverheden moet de fractiegrootte van de zeefoverloop >40mm of meer bedragen en moet via doorgedreven windziften het percentage onzuiverheden drastisch verlaagd worden (zie bijlage 7.22). Ook droging en/of additioneel zeven is aan te bevelen.

ALGEMEEN

20. Zwarte (zeefoverloop) en witte (houtige fractie groenafval) biomassa dienen conform de vigerende Vlaamse en Europese richtlijnen te worden getransporteerd en verbrand. Zo moet o.a. voor houtige fractie groenafval (witte biomassa) aan OVAM een afwijking op het verbrandingsverbod (Vlarem) worden gevraagd. Voor zeefoverloop (zwarte biomassa) geldt géén verbrandingsverbod maar wel een milieuheffing indien aan bepaalde voorwaarden niet is voldaan. Ook dienen de correcte transportdocumenten te worden opgesteld: overzicht zie bijlage 7.22.

[90] Waarvan een bovenmaat via zeving is verwijderd

Tabel 12. Overzicht aanbevelingen SYNECO

	Voorwaarden hygiënisatie	aanbevolen aantal keerbeurten i.g.v. intensieve compostering met minder structuurmateriaal
1. compostering (vnl) op rillen	idem voorwaarden cfr Algemeen Reglement	niet frequenter dan wekelijks
2. compostering op tafel		niet frequenter dan 2-wekelijks
3. compostering (vnl) op tafel + actieve beluchting of tunnel (ril of tafel)		ca. maandelijks
4. compostering (vnl) op tafel + actieve beluchting met doeken (ril)		ca. maandelijks
Algemeen	hoogte hoop i.g.v. intensieve compostering met minder structuurmateriaal: max. 3 meter	
	In geval van zevingen vóór compostering moet een reiniging gebeuren van de wiellader en de gebruikte trommel- of sterrenzeven om zo contaminatie van de gehygiëniseerde compost te vermijden	
	Wekelijks temperatuur-meting op minimaal 80 à 150 (tafel) cm diepte	
Type biomassa, fractiegrootte en seizoen (groencompostering): aanbevelingen		
	witte biomassa	**zwarte biomassa**
opzet mei-oktober	- niet aanbevolen/in uitzonderlijke gevallen - '>20% structuur in opzet'-regel & ondermaat >40mm of groter	- niet aanbevolen/in uitzonderlijke gevallen - '>20% structuur in opzet'-regel & ondermaat >20mm
opzet november - april	- '>20% structuur in opzet'-regel & ondermaat >20mm of groter - bij opzet nov-dec-jan: °biomassa a.s.a. voldoende OS in compost	- '>20% structuur in opzet'-regel & ondermaat >20mm - bij opzet nov-dec-jan: °biomassa a.s.a. voldoende OS in compost - zeefoverloop voor zomeropzet voorzien
Algemeen	De biomassa niet onttrekken tijdens of vlak na intense neerslagperioden en de biomassa nog enige weken (optimaliter overdekt) laten drogen	
	Strenge acceptatie (input) en biomassa (output) zuiveren (bvb windziften)	

6.2. Kwaliteitsprotocol voor compost en biomassa-stromen (rapport 7)

De richtlijnen inzake de concrete productie (synergie) van kwaliteitscompost én biomassa zijn beschreven in voorgaande rapporten (I-IV). Deze gaan onder andere over de beschikbaarheid van houtig groenafval, belang van strenge acceptatie, aangewezen afzeefperiode en maaswijdte, additionele procesvereisten (hogere keerfrequentie en/of actieve beluchting), frequenter temperatuursmeting, minimale duur compostering, belang van zuiveren van biomassa en/of drogen, etc… Een synthese van de praktijk om tot zowel kwaliteitscompost als kwalitatief goede 'zwarte' of 'witte' biomassa te komen, staat beschreven in rapport 6 (§6.1). De kwaliteitsnormen van de via deze code van goede praktijk gevormde producten compost en biomassa staan hieronder beschreven.

I. Compost

Een goede Vlaco-compost (met/zonder label) blijft de referentie. M.a.w. de afzet van biomassa door de composteerders mag niet ten koste gaan van de kwaliteitsnormen zoals die in het Vlaco's Lastenboek en het Algemeen Reglement der Certificering (kwaliteitshandboek) staan gedefinieerd.

Normen m.b.t. **Vlaco-compost** van toepassing op **groencompost** zijn:

	KDS[91]	Percentielgetal	Norm	Eenheid
ALGEMENE PARAMETERS				
Doorgang door zeef van 40 mm	-	-	>99	%
Droge stof[92]	>50	20	>45	gew%
Organische stof	>16	20	>14	gew%
pH (water)	-	-	6,5 - 9,5	-
GEHALTES AAN ZWARE METALEN				
Arseen[93]	<15	75	<20	mg/kg DS
Cadmium	<1,5	75	<2	mg/kg DS
Chroom	<70	75	<70	mg/kg DS
Koper	<90	75	<150	mg/kg DS
Kwik	<1	75	<1	mg/kg DS
Lood	<120	75	<150	mg/kg DS
Nikkel	<20	75	<30	mg/kg DS
Zink	<300	75	<400	mg/kg DS

[91] KDS = Kwaliteitsdoelstelling

[92] Voor compost met een gemiddeld gehalte aan organische stof op droge stof van meer dan 38 % en voor zover het uitzicht van het product ok blijft (los, rul, geen compacte massa) wordt de KDS > 45% en de norm > 40%.

[93] Er is geen (federale) productnorm. Wel een Vlarea-norm van 150 mg/kg DS.

ONZUIVERHEDEN, STEENTJES EN KIEMKRACHTIGE ZADEN				
Onzuiverheden > 2 mm	<0,5	75	<0,8	gew%
Steentjes >5 mm	<2,0	75	<4	gew%
Kiemkrachtige zaden[94]	<1	90	Max. 1	#/l
STABILITEIT[95]				
Rijpheidsgraad (temperatuur)	<30	80	<40	°C
Oxitop®	<10	80	<15	mmol O_2 / kg VS / h

Productnormen – ter plaatse te beoordelen: Uitzicht: product moet los en rul zijn (geen te natte of gecompacteerde massa)

Normen m.b.t. **Vlaco-compost met label** van toepassing op **groencompost** zijn:

	KDS	Percentielgetal	Norm	Eenheid
ALGEMENE PARAMETERS				
Doorgang door zeef van 40 mm	-	-	>99	%
Droge stof[96,97]	>55	20	>50	gew%
Organische stof	>18	20	>16	gew%
pH (water)	-	-	6,5 - 9,5	-
GEHALTES AAN ZWARE METALEN				
Arseen[98]	<15	75	<20	mg/kg DS
Cadmium	<1,5	75	<2	mg/kg DS
Chroom	<70	75	<70	mg/kg DS
Koper	<90	75	<150	mg/kg DS
Kwik	<1	75	<1	mg/kg DS
Lood	<120	75	<150	mg/kg DS
Nikkel	<20	75	<30	mg/kg DS
Zink	<300	75	<400	mg/kg DS
ONZUIVERHEDEN, STEENTJES EN KIEMKRACHTIGE ZADEN				
Onzuiverheden > 2 mm	<0,25	75	<0,8	gew%
Steentjes >5 mm	<2,0	75	<4	gew%
Kiemkrachtige zaden[99]	<1	90	Max. 1	#/l
STABILITEIT[100]				

[94] Opm: als P-90 voor kiemkrachtige zaden = 1, dan voldoet het resultaat NIET aan de KDS
[95] In de eerste plaats moet voldaan worden aan de eisen voor rijpheidsgraad, indien dit niet het geval is gebeurt de beoordeling op basis van oxitop.
[96] Voor compost met een gemiddeld gehalte aan organische stof op droge stof van meer dan 38 % en voor zover het uitzicht van het product ok blijft (los, rul, geen compacte massa) wordt de KDS >50 en de norm >45% voor Vlaco-compost met label.
[97] Voor zover voor alle analyses voldaan is aan de norm en KDS voor organische stof, volstaat het dat voor droge stof voldaan wordt aan de norm als KDS.
[98] Er is geen (federale) productnorm. Wel een Vlarea-norm van 150 mg/kg DS.
[99] Opm: als P-90 voor kiemkrachtige zaden = 1, dan voldoet het resultaat NIET aan de KDS
[100] In de eerste plaats moet voldaan worden aan de eisen voor rijpheidsgraad, indien dit niet het geval is gebeurt de beoordeling op basis van oxitop.

Rijpheidsgraad (temperatuur)	<30	80	<40	°C
Oxitop®	<10	80	<15	mmol O_2 / kg VS / h

Productnormen – ter plaatse te beoordelen: Uitzicht: product moet los en rul zijn (geen te natte of gecompacteerde massa).

Normen m.b.t. **Vlaco-compost** van toepassing op **gft-compost en gft-compost van vergisting met nacompostering**:

	KDS[101]	Percentielgetal	Norm	Eenheid
ALGEMENE PARAMETERS				
Doorgang door zeef van 40 mm	-	-	>99	%
Droge stof[102]	>50	20	>45	gew%
Organische stof	>16	20	>14	gew%
pH (water)	-	-	6,5 - 9,5	-
GEHALTES AAN ZWARE METALEN				
Arseen[103]	<15	75	<20	mg/kg DS
Cadmium	<1,5	75	<2	mg/kg DS
Chroom	<70	75	<70	mg/kg DS
Koper	<90	75	<150	mg/kg DS
Kwik	<1	75	<1	mg/kg DS
Lood	<120	75	<150	mg/kg DS
Nikkel	<20	75	<30	mg/kg DS
Zink	<300	75	<400	mg/kg DS
ONZUIVERHEDEN, STEENTJES EN KIEMKRACHTIGE ZADEN				
Onzuiverheden > 2 mm	<0,5	75	<0,8	gew%
Steentjes >5 mm	<2,0	75	<4	gew%
Kiemkrachtige zaden[104]	<1	90	Max. 1	#/l
STABILITEIT[105]				
Rijpheidsgraad (temperatuur)	<40	80	<45	°C
Oxitop®	<10	80	<15	mmol O_2 / kg VS / h

Productnormen – ter plaatse te beoordelen: Uitzicht: product moet los en rul zijn (geen te natte of gecompacteerde massa).

Normen m.b.t. **Vlaco-compost met label** van toepassing op **gft-compost en gft-compost van vergisting met nacompostering**:

	KDS[106]	Percentielgetal	Norm	Eenheid
ALGEMENE PARAMETERS				
Doorgang door zeef van 40 mm	-	-	>99	%
Droge stof [107,108]	>55	20	>50	gew%

[101] KDS = Kwaliteitsdoelstelling

[102] Voor compost met een gemiddeld gehalte aan organische stof op droge stof van meer dan 38 % en voor zover het uitzicht van het product ok blijft (los, rul, geen compacte massa) wordt de KDS > 45% en de norm > 40%.

[103] Er is geen (federale) productnorm. Wel een Vlarea-norm van 150 mg/kg DS.

[104] Opm: als P-90 voor kiemkrachtige zaden = 1, dan voldoet het resultaat NIET aan de KDS

[105] In de eerste plaats moet voldaan worden aan de eisen voor rijpheidsgraad, indien dit niet het geval is gebeurt de beoordeling op basis van oxitop.

[106] KDS = Kwaliteitsdoelstelling

Organische stof	>18	20	>16	gew%
pH (water)	-	-	6,5 - 9,5	-
GEHALTES AAN ZWARE METALEN				
Arseen[109]	<15	75	<20	mg/kg DS
Cadmium	<1,5	75	<2	mg/kg DS
Chroom	<70	75	<70	mg/kg DS
Koper	<90	75	<150	mg/kg DS
Kwik	<1	75	<1	mg/kg DS
Lood	<120	75	<150	mg/kg DS
Nikkel	<20	75	<30	mg/kg DS
Zink	<300	75	<400	mg/kg DS
ONZUIVERHEDEN, STEENTJES EN KIEMKRACHTIGE ZADEN				
Onzuiverheden > 2 mm	<0,25	75	<0,8	gew%
Steentjes >5 mm	<2,0	75	<4	gew%
Kiemkrachtige zaden[110]	<1	90	Max. 1	#/l
STABILITEIT[111]				
Rijpheidsgraad (temperatuur)	<40	80	<45	°C
Oxitop®	<10	80	<15	mmol O_2 / kg VS / h

Productnormen – ter plaatse te beoordelen: Uitzicht: product moet los en rul zijn (geen te natte of gecompacteerde massa).

[107] Voor compost met een gemiddeld gehalte aan organische stof op droge stof van meer dan 38 % en voor zover het uitzicht van het product ok blijft (los, rul, geen compacte massa) wordt de KDS >50 en de norm >45% voor Vlaco-compost met label.

[108] Voor zover voor alle analyses voldaan is aan de norm en KDS voor organische stof, volstaat het dat voor droge stof voldaan wordt aan de norm als KDS.

[109] Er is geen (federale) productnorm. Wel een Vlarea-norm van 150 mg/kg DS.

[110] Opm: als P-90 voor kiemkrachtige zaden = 1, dan voldoet het resultaat NIET aan de KDS

[111] In de eerste plaats moet voldaan worden aan de eisen voor rijpheidsgraad, indien dit niet het geval is gebeurt de beoordeling op basis van oxitop.

II. Biomassa

Zoals reeds gezegd is de biomassa-markt een volatiele markt. Dit uit zich in een fluctuerende vraag en kwaliteitsvereisten naargelang (internationale) ontwikkelingen wat betreft beschikbaarheid, proces- en uitstootnormeringen en groene energie-doelstellingen. Op basis van contacten met biomassa-traders, -installaties en de SYNECO-waarden stelt Vlaco onderstaande richtlijn inzake productparameters voor. Biomassa-installaties en traders gaven belangrijkste parameters en gewenste parameterwaarden aan. Deze werden getoetst aan de gemiddelde waarden van witte en zwarte biomassa uit de batchperioden 1 en 3 (exclusief dus zomerbatch). Op deze waarden werd nog een optimaler DS-gehalte (en stookwaarde) verondersteld[112]. Onderstaande waarden kunnen richtinggevend zijn voor composteerders die witte of zwarte biomassa wensen af te zetten naar biomassa-installaties die dit structuurmateriaal als bijstook kunnen verwerken. Hierbij dient naast richtwaarden ook vermeld dat een zo constant mogelijke kwaliteit van de (witte of zwarte) biomassa een belangrijk aspect is voor de biomassa-trader/-installatie

	Richtlijn
DS (vers)	>60%
OS (vers)	>50%
As (vers)	<8%
onzuiverheden (plastiek, glas, metaal)	<1%
steentjes > 5mm	<0,5%
Cl (vers)	<3g/kg
S (vers)	<1g/kg
K (vers)	<5g/kg
Mg (vers)	<1g/kg
Ca (vers)	<7g/kg
Na (vers)	<0,5g/kg
Stookwaarde (LHV) (kalorische onderwaarde)	>9 Mj/kg (2,5 Mwh/ton)

[112] gegeven de SYNECO-staalnames vlak na afzeving zonder enige droging.

7. BIJLAGEN

7.1. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 1[113]

compos-teerder	Batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	Mn_totaal	P_totaal	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers
2	EXP	64,8	41,6	35,2	22,6	0,883	64,2	371,0	153,8	1444,7	40,7	11144,6	2037,8	17435,4	414,1	3655	2511	98,7	927,5	7154,8	1308,3	11193,5	265,9	2346,5	1612,1
3	REF	76,4	38,7	23,6	11,9	0,695	50,6	230,0	80,6	964,1	61,1	3761,8	1157,0	9454,5	182,6	1475	1055	40,8	487,8	1903,5	585,4	4784,0	92,4	746,4	533,8
	EXP	36,6	19,6	63,4	33,9	0,790	53,5	405,6	170,1	1381,7	25,7	4419,4	2199,3	17867,4	251,6	4798	2529	91,0	739,2	2364,4	1176,6	9559,1	134,6	2566,9	1353,0
4	REF	68,7	32,5	31,3	14,8	0,919	47,3	250,7	128,5	1335,0	41,5	4479,6	1818,7	10885,9	635,0	1590	1423	60,8	631,5	2118,9	860,2	5149,0	300,4	752,1	673,1
	EXP	46,0	20,9	54,0	24,5	0,788	45,4	310,0	230,8	1452,5	32,4	4184,8	2431,0	16030,6	451,8	4140	2392	104,8	659,4	1899,9	1103,7	7277,9	205,1	1879,6	1086,0
5	REF	60,4	26,3	39,6	17,3	1,030	43,6	341,3	165,6	1568,4	32,6	9774,1	2307,8	16249,6	417,1	4102	2619	72,2	683,8	4261,5	1006,2	7084,8	181,9	1788,5	1141,9
	EXP	43,6	24,9	56,4	32,3	1,078	57,2	283,8	208,0	1893,4	22,5	9832,2	3475,1	19860,9	445,5	4784	3985	119,0	1083,0	5624,0	1987,8	11360,4	254,8	2736,4	2279,4
7	REF	82,4	50,8	17,6	10,9	0,589	61,7	219,7	116,6	754,1	77,7	4142,4	772,6	6761,8	281,0	1481	995	71,9	465,3	2555,9	476,7	4172,0	173,4	913,8	613,9
	EXP	38,0	21,4	62,0	34,8	0,711	56,2	388,4	237,7	1355,1	29,7	5660,6	2107,9	15063,1	341,7	6138	3355	133,6	761,6	3181,3	1184,6	8465,5	192,0	3449,6	1885,5
8	REF	88,5	54,4	11,5	7,1	0,836	61,5	168,8	121,7	1011,6	58,8	6831,6	1299,1	7566,0	343,4	1632	893	74,8	622,1	4201,4	798,9	4653,1	211,2	1003,7	549,2
	EXP	57,0	35,3	43,0	26,7	0,754	62,0	295,7	124,6	1083,7	42,0	5326,1	2037,7	10602,3	309,6	4940	1776	77,3	671,9	3302,2	1263,4	6573,4	192,0	3062,8	1101,1
9	REF	63,5	38,0	36,5	21,9	1,087	59,9	214,8	147,5	1519,4	32,5	9846,9	2162,3	11321,6	353,5	3980	2257	88,4	910,1	5898,3	1295,2	6781,6	211,7	2384,0	1351,9
	EXP	47,4	28,2	52,6	31,3	1,092	59,5	220,6	175,1	2045,1	24,1	12406,8	2798,1	14189,9	405,2	5560	3095	104,2	1216,8	7382,0	1664,9	8443,0	241,1	3308,2	1841,5
10	REF	64,3	37,0	35,7	20,5	0,985	57,5	215,1	112,8	1581,9	36,2	5035,9	1977,2	11111,9	329,0	2026	1614	64,9	909,6	2895,6	1136,9	6389,3	189,2	1165,0	928,1
11	REF	68,8	47,9	31,2	21,7	0,985	69,6	206,7	122,8	1398,3	38,8	9396,3	2089,2	13010,5	516,4	3534	2234	85,5	973,2	6539,8	1454,1	9055,3	359,4	2459,7	1554,9
	EXP	49,4	34,7	50,6	35,5	0,957	70,2	287,4	180,0	1701,5	28,7	9119,4	2386,5	17099,8	481,3	5539	3803	126,4	1194,5	6401,8	1675,3	12004,1	337,9	3888,4	2669,7
12	REF	74,6	48,6	25,4	16,6	0,824	65,2	207,6	115,1	1063,3	50,3	3848,4	1349,3	10934,2	328,8	2232	1430	75,0	693,3	2509,2	879,7	7129,1	214,4	1455,3	932,4
	EXP	57,1	36,0	42,9	27,0	0,814	63,0	229,8	132,9	1236,9	39,0	3937,7	2001,4	12177,9	282,1	4247	2099	83,7	779,2	2480,8	1260,9	7672,1	177,7	2675,6	1322,4
GEMIDD	REF	**72,9**	**42,2**	**27,1**	**15,3**	**0,9**	**57,4**	**230,0**	**124,8**	**1201,8**	**49,2**	**6510,1**	**1619,5**	**10773,0**	**382,2**	**2503,3**	**1613,3**	**71,2**	**683,4**	**3748,5**	**919,6**	**6101,1**	**218,1**	**1437,9**	**918,9**
	EXP	**46,9**	**27,6**	**53,1**	**30,8**	**0,9**	**58,4**	**302,7**	**182,4**	**1518,7**	**30,5**	**6860,9**	**2429,6**	**15361,5**	**371,1**	**5018,3**	**2879,3**	**105,0**	**888,2**	**4079,5**	**1414,6**	**8919,4**	**216,9**	**2945,9**	**1692,3**
		0,0003	**0,0016**	**0,0003**	**0,0001**	**0,9395**	**0,6504**	**0,0403**	**0,0066**	**0,0022**	**0,0093**	**0,4497**	**0,0003**	**0,0015**	**0,7181**	**0,0007**	**0,0003**	**0,0032**	**0,0037**	**0,2890**	**0,0009**	**0,0011**	**0,9512**	**0,0002**	**0,0005**

[113] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.2. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 1[114]

COMPOS-TEERDER		pH-H2O	EC	NO3-N	NH4-N	P-AmAc	K-AmAc	Ca-AmAc	Mg-AmAc	Fe-AmAc	Mn-AmAc	SO4	Na	Cl	Cu-AmAc	Zn-AmAc	OS	Ntotaal	DS	volumegewicht	OUR	Cd_totaal	Cr_totaal	Cu_totaal	Pb_totaal	Ni_totaal	Zn_totaal	Mn_totaal	P_totaal	C/N	P in water	P (CaCl2/dtpa)	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	N-NH4 (CaCl2/dtpa)	Fe (CaCl2/dtpa)	Al (CaCl2/dtpa)	kiemkrachtigezaden_potgrond	OS
		-	µS/cm	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	%/ADS	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mmol/kg OS/uur	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	aantal/l	%/vers
2	EXP	8,59	511,00	<5	33,65	169,75	1173,20	2326,60	230,25	7,10	27,00	35,00	127,40	300,95	0,35	5,65	33,10	0,96	60,35	440,80	12,80	0,62	15,20	24,33	42,75	7,45	144,65	215,70	1911,35	19,15	13,20	76,30	8597,00	2956,75	21844,35	457,30	7449	4845	0	71,95	5,45	1	19,98
3	REF	7,87	486,00	6,40	32,35	221,55	1242,00	2285,30	285,20	6,60	23,90	79,25	98,60	266,25	0,30	4,40	29,65	1,05	70,15	416,40	3,95	0,49	11,00	17,81	33,60	5,70	114,20	176,40	1768,15	15,80	22,25	107,95	7639,75	3398,75	17069,10	286,70	5571	2666,5	48,3525	60,1	6,35	1	20,80
	EXP	8,18	444,50	26,15	28,40	220,75	1088,40	2766,25	255,85	5,45	21,50	67,10	103,00	233,60	0,25	9,75	26,10	0,86	61,60	515,75	2,80	0,49	10,30	18,29	35,15	5,20	118,20	188,55	1648,70	16,75	22,90	118,75	6644,95	2189,5	18839,55	274,95	5441	2925	41,205	81,6	5,35	1	16,08
4	REF	7,88	420,00	15,35	8,20	221,50	1072,20	2540,30	300,25	4,85	25,30	68,75	171,20	258,75	0,20	6,50	32,45	0,96	72,15	368,00	7,60	0,46	10,55	21,73	28,85	4,75	115,20	193,45	1823,70	18,85	22,40	102,80	6728,30	2905,70	20821,05	534,45	5634,5	2986,5	14,925	39,5	5,35	0	23,41
	EXP	8,82	496,50	7,05	41,85	224,90	1038,75	2891,50	303,50	5,20	32,25	45,40	163,65	272,50	0,20	6,30	26,90	0,87	61,80	452,40	7,20	0,45	10,30	29,07	38,05	4,80	117,30	187,70	1774,80	17,10	19,60	88,30	6046,25	2990,95	23853,85	487,50	5034	3077,5	72,8	61,65	4,85	0	16,62
5	REF	7,79	740,00	<5	41,05	265,70	1569,50	2370,35	338,80	7,60	35,70	109,35	227,80	520,45	0,35	7,00	35,70	1,11	70,10	384,75	13,80	0,48	12,90	22,96	32,00	5,40	124,25	200,95	1856,35	17,85	30,20	112,35	9576,35	3610,35	26571,65	633,05	6282	3878	1,225	67,3	7,2	0	25,03
	EXP	7,24	1016,50	<5	106,65	225,90	1790,25	2239,15	423,05	8,85	35,00	177,90	255,75	653,55	0,30	7,15	31,40	1,19	69,25	467,85	21,15	0,56	15,40	27,11	38,95	6,75	158,05	223,30	2050,80	14,65	46,65	77,20	9587,75	3796,05	21351,70	647,35	7000	4530	39,845	63,9	8,05	0	21,74
7	REF	8,71	405,00	<5	5,80	164,10	948,35	2405,15	226,55	5,25	18,95	44,60	128,20	240,10	0,25	6,90	31,25	0,78	64,50	506,65	3,10	1,07	15,00	25,48	56,95	11,70	127,35	253,25	1538,40	22,15	15,40	105,15	5707,35	2729,20	18879,20	400,50	7247,5	3616	12,5	84,15	5,85	0	20,16
	EXP	8,54	476,00	<5	14,35	172,70	1066,60	2451,95	264,25	6,85	24,90	69,55	142,10	298,45	0,25	6,30	40,15	1,02	68,35	487,05	3,45	0,95	13,75	27,92	54,90	6,05	144,55	238,00	1771,10	22,70	20,05	107,80	7147,85	2883,20	18605,40	474,90	7517	3797,5	27,55	90,35	6,2	0	27,44
8	REF	7,49	464,50	<5	38,05	142,20	1137,75	1867,30	344,30	8,15	30,15	38,70	123,90	275,75	0,35	8,70	31,95	0,97	71,10	429,70	9,45	0,75	11,35	25,06	37,20	4,90	205,50	161,95	1609,10	18,35	18,55	79,05	6864,95	3154,55	15200,25	305,85	6029	2363	82,71	111,35	7,2	0	22,72
	EXP	7,44	457,00	<5	37,60	110,40	1032,45	1807,60	327,60	8,40	28,25	60,70	124,80	260,10	0,30	8,70	30,90	0,92	74,35	433,05	8,50	0,73	11,45	24,08	45,10	5,15	180,30	154,15	1497,75	18,70	13,70	65,95	6140,25	3023,7	14077,35	298,3	6456	2487	69,105	119,65	7,5	0	22,97
9	REF	9,00	966,00	<5	135,75	427,05	2767,25	2604,00	391,40	7,75	28,35	78,40	192,65	747,55	0,20	4,60	28,20	1,45	63,15	487,00	5,60	0,64	11,20	29,29	44,35	6,95	147,25	186,85	2493,05	10,80	37,15	136,15	9902,05	3849,00	19737,20	451,85	6086,5	3184	286,3	63,05	5,6	0	17,81
	EXP	7,77	840,00	160,60	<5	351,25	1886,30	2563,55	345,75	6,90	20,75	79,15	146,45	509,60	0,20	5,45	25,20	1,24	57,65	529,50	3,20	0,67	12,70	25,31	47,50	5,20	154,85	211,00	2434,05	11,25	21,15	189,05	7831,70	3363,70	16780,35	391,80	6835,5	3650	1,9	88,05	6,5	0	14,53
10	REF	5,79	755,00	<5	102,70	253,10	1603,45	2340,30	369,80	8,45	24,70	58,30	198,95	448,00	0,25	5,95	31,00	1,19	79,55	424,50	8,35	0,54	11,90	26,27	41,75	9,35	132,90	147,90	2003,95	14,50	20,95	104,65	9926,40	3858,75	22297,80	505,90	2899,00	2686	188,715	65,05	6,85	0	24,66
11	REF	8,11	776,00	<5	66,75	164,90	1578,30	1830,25	273,50	9,35	22,60	85,85	180,45	540,75	0,20	4,70	41,90	1,21	71,80	427,15	12,50	0,49	13,35	29,11	36,40	5,60	137,45	185,55	2121,70	19,25	18,90	94,80	10892,25	2925,20	22057,20	560,85	6856,5	4056	108,45	82,15	6,4	0	30,08
	EXP	7,83	729,00	<5	51,60	143,55	1496,80	1800,25	267,55	11,45	22,85	79,30	165,15	496,75	0,25	5,15	40,29	1,25	72,60	424,60	14,30	0,56	14,60	27,37	39,55	5,70	150,70	207,90	2033,55	18,80	15,95	83,35	10260,50	2852,15	20948,65	541,35	6759	4010	84,8	86,8	8,6	0	29,25
12	REF	6,21	669,50	<5	63,00	82,85	839,80	1414,85	338,30	6,65	25,00	124,30	128,20	249,85	0,30	7,60	39,95	0,93	67,30	381,75	13,30	0,96	12,80	26,86	55,05	6,45	153,80	153,65	1455,25	23,85	13,95	51,65	6001,40	2279,85	14695,70	370,65	5714	2464,5	48,95	90,75	7,2	1	26,89
	EXP	7,70	448,50	<5	41,45	96,80	799,20	1424,25	223,80	7,10	22,20	50,55	106,15	233,60	0,20	5,90	38,70	1,06	68,20	350,90	11,90	0,93	10,40	23,62	43,45	4,70	122,40	155,70	1513,95	20,30	16,50	79,95	6101,15	2696,25	16468,05	442,10	6371	3119	73,35	90,4	11,55	0	26,39
GEMIDD	REF	7,88	615,88	10,88	48,87	211,23	1394,39	2164,69	312,29	7,03	26,24	78,65	156,38	387,43	0,27	6,30	33,88	1,06	68,78	425,18	8,66	0,67	12,27	24,79	40,55	6,43	140,63	189,01	1833,21	18,36	22,35	98,74	7914,05	3106,58	19378,92	442,99	6177,63	3151,81	75,43	74,79	6,39	0,25	23,36
	EXP	7,94	613,50	64,60	45,99	193,28	1274,84	2243,06	301,42	7,53	25,96	78,71	150,88	369,77	0,24	6,84	32,45	1,05	66,73	457,64	9,06	0,66	12,36	25,34	42,83	5,44	143,29	195,79	1840,59	17,53	22,06	101,29	7470,05	2974,44	18865,61	444,78	6426,69	3449,50	51,32	85,30	7,33	0,125	21,88
		0,8541	0,9654	0,7533	0,4402	0,1396	0,3415	0,3420	0,6155	0,2516	0,8720	0,9970	0,5189	0,6524	0,1705	0,4904	0,3955	0,9356	0,3173	0,1183	0,7238	0,9131	0,8729	0,6956	0,3680	0,2353	0,7366	0,2572	0,8850	0,2274	0,9322	0,8025	0,2547	0,4873	0,6105	0,9214	0,1905	0,0152	0,5503	0,0298	0,1615	0,3506	0,36

[114] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.3. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 1[115]

COMPOS-TEERDER		OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volume-gewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbranding swarmte	restvocht	verbrandings warmte	Steentjes > 5 mm	Gehalte aan onzuiverheden > 2 mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stookwaarde bij constante druk
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	kcal/kg luchtdroog	%/ADS	J/g ADS	%	%	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	kcal/kg vers	J/g vers	mg/kg vers	mg/kg vers	J/g vers
2	WIT	86,8	53,7	13,2	8,2	0,711	61,9	148,4	92,6	1152,9	67,9	4129,3	1074,5	9865,7	234,3	1134	1306	4073	2,35	17452	0,4	0,2	1943	648	2556,0	665,1	6106,9	145,0	701,9	808,4	2521,2	10802,5	1202,7	401,1	8953
3	WIT	87,0	44,9	13,0	6,7	0,739	51,6	186,7	74,3	1014,3	65,4	3810,3	863,8	7090,2	177,8	1051	661	3987	2,83	17167	0,6	0,0	2826	633	1966,1	445,7	3658,5	91,7	542,3	341,1	2057,3	8858,4	1458,2	326,6	6910
	ZWART	94,6	61,6	5,4	3,5	0,767	65,1	166,9	62,3	515,3	68,5	7358,5	783,0	7544,0	284,9	546	357	4405	4,5	19301	0,0	0,3	1549	675,9	4790,4	509,7	4911,1	185,5	355,4	232,4	2867,7	12564,9	1008,4	440,0	10746
4	WIT	87,2	40,0	12,8	5,9	0,844	45,9	204,5	74,7	1126,7	57,4	4040,0	788,3	7601,1	190,7	688	501	4276	2,91	18427	0,0	0,9	2899	723	1854,4	361,8	3488,9	87,5	315,8	230,0	1962,7	8458,0	1330,6	331,9	6455
	ZWART	94,6	52,2	5,4	3,0	0,784	55,2	208,4	100,8	737,3	67,0	6555,0	831,3	6627,6	537,3	644	517	4265	5,7	18923	0,0	1,3	2073	942,5	3618,4	458,9	3658,4	296,6	355,5	285,4	2354,3	10445,7	1144,0	520,3	8532
5	WIT	88,9	54,2	11,1	6,8	1,068	61,0	143,2	89,0	1471,9	46,2	10444,6	1343,3	9853,7	353,2	1237	1079	3924	2,56	16849	0,0	13,5	2698	980	6371,2	819,4	6010,8	215,5	754,6	658,2	2393,6	10278,1	1645,8	597,8	8420
	ZWART	95,6	58,4	4,4	2,7	0,490	61,1	171,2	222,2	542,7	108,4	6728,7	679,6	5008,6	537,4	418	318	4360	4,5	19108	0,1	2,1	817	634,4	4111,2	415,2	3060,3	328,4	255,4	194,3	2664,0	11674,9	499,3	387,6	9818
7	WIT	88,7	66,6	11,3	8,5	0,742	75,1	125,5	115,7	832,5	66,4	6054,4	989,2	10188,7	406,2	1357	880	3964	3,28	17148	0,3	0,1	1866	771	4546,9	742,9	7651,7	305,1	1019,1	660,9	2977,0	12878,0	1401,4	579,0	11155
	ZWART	95,4	56,7	4,6	2,7	0,380	59,4	222,3	63,4	299,3	139,4	5239,6	666,6	5567,1	385,8	746	379	4394	5,6	19467	0,0	1,4	11107	764,8	3112,3	396,0	3306,9	229,2	443,1	225,1	2610,0	11563,3	6597,5	454,3	9690
8	WIT	69,4	43,7	30,6	19,3	1,032	63,0	152,4	109,4	1355,0	37,4	4864,0	1449,0	8803,8	223,2	1207	2118	3257	3,03	14053	0,0	0,7	357	963	3064,3	912,9	5546,4	140,6	760,4	1334,3	2051,9	8853,5	224,9	606,7	7015
	ZWART	86,2	53,5	13,8	8,6	0,899	62,1	122,3	116,5	993,6	53,3	9130,1	1698,6	11897,1	421,2	2295	1067	3850	3,6	16712	0,0	0,3	3188	1003,0	5669,8	1054,8	7388,1	261,6	1425,2	662,6	2390,9	10378,0	1979,7	622,9	8530
9	WIT	91,3	49,1	8,7	4,7	1,095	53,8	104,5	92,6	1397,9	46,3	12318,9	1304,6	10062,6	383,2	953	663	4068	3.48	17634	0,0	0,6	2085	1012	6627,6	701,9	5413,7	206,2	512,7	356,7	2188,6	9487,2	1121,7	544,5	7560
	ZWART	62,8	28,7	37,2	17,0	1,374	45,7	353,7	157,1	2035,8	25,4	12248,3	2161,5	14385,5	666,7	3844	2086	3386	2,2	14167	0,7	0,3	2145	960,8	5597,5	987,8	6574,2	304,7	1756,7	953,3	1547,4	6474,3	980,3	439,1	4470
10	ZWART	79,6	53,0	20,4	13,6	1.236	66,6	132,9	120,2	1517,0	35.8	13390,0	2172,8	16334,2	792,1	2119	1420	3651	3,62	15850	0,2	0,4	3142	1363,8	8917,7	1447,1	10878,6	527,5	1411,3	945,7	2431,6	10555,8	2092,4	908,3	8751
11	WIT	94,8	78,8	5,2	4,3	0,637	83,1	110,1	57,9	768,6	82,6	4974,3	652,5	5539,3	302,1	714	512	4144	4,03	18067	0,0	2,1	1835	576	4133,6	542,2	4603,2	251,0	593,3	425,5	3443,7	15013,3	1524,9	478,7	13367
	ZWART	89,4	71,3	10,6	8,4	0,734	79,7	106,1	89,0	727,6	67,6	11964,8	1391,5	7862,0	585,7	1615	1051	4275	3,6	18549	0,0	0,4	9813	1080,1	9535,9	1109,0	6266,0	466,8	1287,2	837,6	3407,2	14783,4	7821,2	860,8	13105
12	WIT	89,6	78,0	10,4	9,0	0,760	87,0	131,2	108,8	929,9	65,5	3789,9	1059,8	8979,7	271,3	738	1202	3966	2,82	17075	0,0	0,0	2280	858	3297,2	922,0	7812,3	236,0	642,1	1045,7	3450,4	14855,5	1983,6	746,5	13247
	ZWART	93,7	55,8	6,3	3,7	0,514	59,5	173,4	83,5	494,1	101,3	5533,4	1474,7	7779,4	440,5	947	438	4329	3,7	18803	0,0	2,1	1393	707,6	3292,4	877,4	4628,7	262,1	563,5	260,6	2575,8	11187,5	829,0	421,0	9315
	WIT	**87,1**	**56,9**	**12,9**	**8,1**	**0,9**	**65,1**	**144,8**	**90,3**	**1112,1**	**58,4**	**6287,1**	**1056,3**	**8514,9**	**288,5**	**993,1**	**952,0**	**3948,3**	**3,1**	**17052,6**	**0,1**	**2,3**	**2105,8**	**814,5**	**3982,7**	**681,1**	**5523,2**	**191,7**	**642,5**	**631,5**	**2565,6**	**11085,2**	**1336,4**	**526,4**	**9266,2**
	ZWART	**89,0**	**54,8**	**11,0**	**6,2**	**0,7**	**61,0**	**190,5**	**111,9**	**793,2**	**78,9**	**8094,8**	**1210,9**	**8333,9**	**482,4**	**1381,9**	**776,6**	**4158,0**	**4,2**	**18128,6**	**0,1**	**1,0**	**4010,7**	**846,1**	**4966,0**	**726,1**	**4974,2**	**291,8**	**805,2**	**456,4**	**2552,1**	**11134,0**	**2607,4**	**518,3**	**9275,8**
		0,7028	0,6965	0,7028	0,4641	0,2448	0,4095	0,2000	0,3269	0,0892	0,1336	0,1679	0,4265	0,8845	0,0021	0,3989	0,5633	0,1890	0,0171	0,1740	0,9028	0,4426	0,2590	0,7323	0,3213	0,7005	0,5571	0,0199	0,4965	0,3572	0,9488	0,9587	0,2581	0,9226	0,9922

[115] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.4. Procesverloop batchperiode 1

composteerder		2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
batchen 1		Tafel (4m)	Tafel (3m)	Tafel (3m)	Ril (3m) en tafel (3m)	Tafel (4m) en ril (2m)	Tafel (4m)	Tunnel (4m) en tafel (3m)	Rillen (2m) en tafel (4m)	Tafel (2m)	Tafel (3,5m)
					actieve beluchting & doek			beluchting (tunnel)	deels beluchting & doek	beluchting	
	opzet	exp: <20 + >60 (1 mnd nadien +20 uitgezeefd)	exp: <20	exp: <60	exp: <40	exp: <30mm	exp: <20 + >80	exp: <40mm (incl <20 snoeihout)	exp	exp: <40	exp: <20 + >100
	afzeving	0-20mm	0-20mm	0-20mm	0-15mm	0-30mm	0-10mm	0-20mm	0-20mm	0-15mm	0-20mm
Keerfrekwentie (gemid):	REF (gemidd)	/	maandelijks	maandelijks	maandelijks	wekelijks (15x)	2-wekelijks (11)	maandelijks	gefaseerd: 2wkn niet/2xper week/niet (tafel)	maandelijks	maandelijks
	EXP (gemidd)	maandelijks	maandelijks	maandelijks	maandelijks	2x/week (26x (toch inzakking))	2-wekelijks (11)	2 à 4-wekelijks	/	maandelijks	wekelijks
Temperatuur:	REF	/	gemid > 50°C	gemid <60°C	gemid > 65°C	gemid >60°C	gemid > 65°C	gemid > 55°C	gemid 64 °C (5	gemid > 70°C	gemid > 65°C
	EXP	gemid > 60°C	gemid > 55°C	gemid > 65°C	gemid > 70°C (vooral in begin hoger dan REF)	lager op 150cm dan op 30cm/pas na 2wkn>60°C (30cm) & op 150cm niet >55°C	gemid > 65°C	gemid > 50°C	/	gemid > 70°C (iets lagere temp dan REF in eerste 2 maand en iets hoger in laatste maand)	merkelijk lagere temp (tot 20°C lager)
Hygiënisatie:	REF	/	niet OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	EXP	OK	OK	OK	OK	met moeite	OK	OK	/	OK	OK
Vochtgehalte:	REF	/	OK	normaal	1 x 10m³	vochtig' (neerslag; 2x20m³ extra)	33 à 30 % (gn vocht bij)	OK (51m³ toegevoegd)	zeer vochtig ('HI' 5 weken dan gn meting in tafel..); geen toediening	gradueel van nat tot zeer droog	/
	EXP	normaal (1 knijptest midperiode)	OK	normaal	2 x 30m³	vochtig' (neerslag; 3x20m³ extra)	33 à 30 % (gn vocht bij)	OK (51m³ toegevoegd)	/	gradueel van nat tot zeer droog	knijptest OK
Geur:	REF	/	geen geurhinder	normaal	normaal	OK	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal
	EXP	OK	geen geurhinder	normaal	normaal	OK	normaal	normaal	/	aanvankelijk iets sterker/zuurder doch beperkt en nr einde normaal	normaal
Duur compostering:	REF	/	25 weken	19 weken	12 weken	14 weken	21 weken	35 weken	21 weken	17 weken	25 weken
	EXP	14 weken	25 weken	18 weken	13 weken	14 weken	21 weken	35 weken	/	16 weken	16 weken

7.5. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 2[116]

COMPOSTEERDER	Batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	Mn_totaal	P_totaal	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers
2	EXP	53,6	29,9	46,4	25,9	1,629	55,8	262,9	170.8	2458.6	18,3	18711.3	2827.0	29175.3	534.4	4548	4231	95	1372	10441	1577	16280	298	2538	2361
	EXP	67,4	35,7	32,6	17,2	1,636	52,9	232,4	139,8	2142,6	22,9	17527,6	2104,7	15094,8	574,7	3332	2545	74	1133	9272	1113	7985	304	1763	1346
3	REF	38,8	22,5	61,2	35,6	1,105	58,1	233,2	162,7	1847,6	19,5	12174	2674,6	17387,8	320,2	5339	2486	95	1073	7073	1554	10102	186	3102	1444
	EXP	54,6	25,7	45,4	21,3	1,340	47,0	279,1	133,6	2084	22,6	15786,2	4052,4	18988	351,9	4073	2010	63	979	7420	1905	8924	165	1914	945
4	REF	55,2	27,8	44,8	22,6	1,569	50,4	252,2	172.8	2350.5	19,5	17267.1	2718.8	18117.1	434.4	2708	2291	87	1185	8703	1370	9131	219	1365	1155
5	REF	55,8	23,5	44,2	18,7	1,726	42,2	288,7	166,8	2935,3	18,0	21693,6	3246,2	19596,2	508,5	4192	3089	70	1239	9155	1370	8270	215	1769	1304
	EXP	56,4	22,7	43,6	17,5	1,661	40,2	277,2	166	2405,4	18,8	18390,4	3543	24113,1	493,9	3932	2703	67	967	7393	1424	9693	199	1581	1087
7	REF	42,8	17,4	57,2	23,3	1,282	40,7	332,7	165,1	1907,8	18,5	7984,9	2571,0	19986,1	389,9	5313	2761	67	776	3250	1046	8134	159	2162	1124
	EXP	43,8	26,8	56,2	34,3	1,245	61,1	352,1	395,8	2102,2	19,5	15820,3	3151,4	22804,7	471,4	5579	3071	242	1284	9666	1926	13934	288	3409	1876
8	REF	52,6	25,1	47,4	22,7	1,128	47,8	221,4	131,9	1517,8	25,9	11616	2663	17513,2	261,3	4494	1689	63	726	5552	1273	8371	125	2148	807
	EXP	43,6	21,5	56,4	27,8	1,157	49,3	349,4	144,2	1672,5	20,9	12230,7	3196,8	15658,8	298,9	5351	2209	71	825	6030	1576	7720	147	2638	1089
9	REF	58,1	26,0	41,9	18,8	1,186	44,8	265,5	133	1848	27,2	15108,7	3829,5	24836,6	423,4	2715	1936	60	828	6769	1716	11127	190	1216	867
	EXP	59,6	35,3	40,4	24,0	1,225	59,3	250,0	144,2	1868,2	27,0	14968	2824,3	16463,6	430	4177	1996	86	1108	8876	1675	9763	255	2477	1184
10	REF	58,3	17,9	41,7	12,8	1,332	30,7	237,3	153.4	1810.8	24,3	14086.9	6961.5	25969.4	566.0	2504	1769	47	556	4325	2137	7973	174	769	543
11	REF	62,4	27,6	37,6	16,7	1,794	44,3	213,4	146,7	3135,1	19,3	23164,7	3428,6	18881,8	771,8	3784	2519	65	1389	10262	1519	8365	342	1676	1116
12	REF	56,6	30,0	43,4	23,0	1,604	53,0	225,2	157,4	2359,8	19,6	17675,9	3103,9	17338,1	513,7	4258	2534	83	1251	9368	1645	9189	272	2257	1343
	EXP	52,1	30,3	47,9	27,8	1,344	58,1	229,6	170,7	2447,4	21,5	16684,9	2912,0	18929,6	421,2	5140	2731	99	1422	9694	1692	10998	245	2986	1587
GEMIDD	ref 2 start	**50,8**	**24,1**	**49,2**	**23,7**	**1,3**	**47,8**	**261,1**	**152,8**	**2069,4**	**21,5**	**14375,5**	**3014,7**	**19443,0**	**402,8**	**4385,2**	**2415,8**	**73,0**	**982,1**	**6861,2**	**1434,0**	**9198,9**	**191,0**	**2109,1**	**1148,2**
	exp 2 start	**51,7**	**27,0**	**48,3**	**25,5**	**1,3**	**52,5**	**289,6**	**192,4**	**2096,6**	**21,7**	**15646,8**	**3280,0**	**19493,0**	**411,2**	**4708,7**	**2453,3**	**104,5**	**1097,5**	**8179,7**	**1699,5**	**10172,0**	**230,3**	**2500,8**	**1294,5**
		0,8026	**0,2438**	**0,8026**	**0,6334**	**0,8872**	**0,3550**	**0,2508**	**0,3540**	**0,8233**	**0,8254**	**0,4636**	**0,4558**	**0,9799**	**0,7423**	**0,4538**	**0,8249**	**0,3382**	**0,3512**	**0,2983**	**0,1123**	**0,4205**	**0,4454**	**0,3553**	**0,4537**

[116] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.6. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 2[117]

COMPOSTEERDER	BATCH	pH-H2O	EC	NO3-N	NH4-N	P-AmAc	K-AmAc	Ca-AmAc	Mg-AmAc	Fe-AmAc	Mn-AmAc	SO4	Na	Cl	Cu-AmAc	Zn-AmAc	OS	Ntotaal	DS	volumegewicht	OUR	Cd_totaal	Cr_totaal	Cu_totaal	Pb_totaal	Ni_totaal	Zn_totaal	Mn_totaal	P_totaal	C/N	P in water	P (CaCl2/dtpa)	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	N-NH4 (CaCl2/dtpa)	Fe (CaCl2/dtpa)	Al (CaCl2/dtpa)	kiemkrachtig gezaden_potgrond	OS
		.	µS/cm	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	%/ADS	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mmol/kg OS/uur	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	.	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	aantal/l	%/vers
2	EXP	8,66	780,0	< 5,0	8,1	223,4	1793,6	2514,4	324,6	5,5	26,7	172,1	111,4	416,3	< 2,0	4,1	33,8	1,302	57,9	393,8	4,0	0,64	12,0	23,3	29,9	6,8	137,5	181,8	2225,4	14,4	19,5	45,8	8440	3216	21952	373	6716	3889	14	38	4,5	0	16,6
3	REF	8,70	786,00	31,80	<5	278,05	1796,40	2768,05	397,10	6,35	31,10	44,75	133,95	451,75	2,00	4,05	26,70	1,15	62,25	523,60	5,25	0,48	11,70	20,51	35,00	4,40	113,50	171,90	1961,95	12,90	35,40	78,80	8123,40	2642,70	15203,85	339,20	6047,50	3534,50	169,30	97,35	8,40	0,00	16,62
4	REF	8,61	1319,50	<5	166,05	338,15	2558,30	3364,30	466,15	7,15	36,95	104,85	206,80	808,35	2,00	4,00	30,95	1,43	50,95	516,65	12,00	0,49	11,70	26,05	35,45	5,05	134,10	220,25	2497,70	12,00	43,10	60,45	9629,85	3654,85	20048,70	554,20	5171,50	3386,50	231,95	66,95	7,25	0,00	15,77
5	REF	8,65	1474,50	5,00	122,00	432,30	2915,50	2654,25	412,90	4,55	20,70	176,25	223,10	864,40	2,00	1,90	38,70	1,93	50,75	514,05	13,20	0,68	11,70	30,57	33,55	6,55	163,00	225,80	3345,80	11,15	27,20	86,55	21756,55	4873,25	26055,95	941,00	5843	4043,5	155,95	27,75	10,85	0	19,64
	EXP	8,43	1436,00	116,25	5,00	335,20	3125,05	2947,65	388,10	4,30	15,75	377,80	189,60	876,10	2,00	1,65	33,10	1,84	52,95	543,20	10,50	0,59	12,25	26,56	33,30	6,50	160,50	231,30	3138,65	10,00	13,55	85,90	19927,50	6021,05	31461,75	652,65	6124,5	4294,5	2,35	25,9	5,65	0	17,53
7	REF	8,76	1000,00	17,80	24,15	265,25	2248,25	2865,70	326,60	4,65	22,40	81,75	140,45	566,55	2,00	2,80	29,75	1,46	50,60	589,75	7,95	0,90	17,95	29,71	58,65	6,00	173,60	340,75	2511,75	11,30	14,85	61,55	13842,90	3590,20	23654,30	472,00	7542,5	4001	31,2	47,2	4,15	0	15,05
	EXP	8,95	1030,50	12,55	74,75	297,10	2612,25	3737,10	381,70	4,85	32,80	84,40	157,25	622,90	2,00	4,95	30,25	1,39	52,45	575,85	6,50	0,94	15,20	28,42	83,90	6,50	178,55	240,45	2460,00	12,15	29,40	68,55	15046,35	3383,40	22522,65	578,40	7470	4184	126,1	59	15,2	0	15,87
8	REF	8,55	765,50	42,75	5,00	297,20	1947,85	3006,90	399,10	5,40	29,35	38,25	123,65	418,00	2,00	6,40	26,30	1,22	51,65	548,10	7,85	0,74	9,65	29,11	35,25	3,90	193,75	162,10	1963,90	11,95	35,10	88,25	8903,70	4379,90	20251,15	329,80	6634	2665,5	9,55	80,7	3,9	0	13,58
	EXP	8,79	755,50	5,00	45,00	247,70	1762,10	2477,40	330,10	4,75	28,25	28,30	97,05	365,85	2,00	7,85	39,05	1,23	45,10	557,10	6,75	0,92	11,25	37,47	40,95	4,40	302,90	188,35	2219,70	17,90	44,70	80,75	10865,20	4479,15	21004,75	406,20	8154,5	3120,5	70,25	77,8	3,25	0	17,61
9	REF	8,71	1107,50	11,65	82,70	482,15	2902,80	3550,30	423,90	4,70	30,95	52,90	180,10	789,15	2,00	4,55	34,80	1,51	54,70	484,10	4,05	0,90	11,10	30,14	6,10	50,75	197,25	222,85	2636,90	12,80	57,45	156,50	10921,10	4498,30	21707,50	498,90	2937,5	5726,5	134,35	60,4	6,2	0	19,04
	EXP	7,87	1382,50	292,95	5,00	468,35	3576,15	3753,05	505,95	6,95	21,50	196,55	187,75	801,95	2,00	5,25	27,75	1,52	67,15	499,45	1,75	0,92	10,40	28,88	5,40	66,50	191,60	212,80	2559,85	10,10	24,50	171,10	9807,75	4574,30	21752,25	417,40	2839,5	5420	4,25	58,85	3,95	0	18,63
10	REF	8,73	952,00	<5	15,40	370,90	2523,60	3014,15	397,35	4,90	16,50	81,40	248,55	835,00	2,00	2,95	33,75	1,64	50,00	531,70	5,75	0,35	12,85	36,88	31,15	7,20	133,25	168,25	2670,15	11,40	13,50	101,95	10718,85	3827,25	25203,75	697,55	5346,50	3065,00	28,20	40,95	3,20	0,00	16,88
11	REF	8,83	1271,00	<5	<5	363,95	2818,05	3011,15	306,55	7,25	26,10	61,60	305,35	1029,55	2,00	3,00	28,65	1,30	58,05	597,35	2,75	0,42	20,35	42,59	51,75	7,15	168,10	206,15	2767,25	12,25	29,45	76,25	10664,55	3475,20	25552,50	779,15	7768,50	4294,50	403,10	95,40	20,35	0,00	16,63
12	REF	8,71	885,50	5,00	86,00	173,75	1686,35	1519,05	306,00	4,50	14,95	65,70	98,95	443,45	2,00	2,10	39,40	1,50	52,45	455,40	11,00	0,89	15,60	28,15	39,55	6,85	150,30	177,55	2507,65	14,65	16,30	66,70	5032,45	2440,45	10560,90	272,25	3214,5	1667	169,85	70,95	5,55	0	20,67
	EXP	8,95	813,50	5,00	5,00	315,95	2186,95	2621,65	378,70	5,70	27,40	45,75	116,45	475,15	2,00	4,05	38,20	1,54	50,35	491,50	5,10	1,05	13,50	36,34	53,05	5,30	165,25	209,55	2530,25	13,80	29,80	97,60	10791,15	3305,85	18132,30	401,25	7786,5	3317,5	151,95	80,7	5,85	0	19,23
GEMIDD	REF	8,68	1046,60	16,44	63,97	330,13	2340,15	2719,24	373,70	4,76	23,67	82,97	153,25	616,31	2,00	3,55	33,79	1,52	52,03	518,28	8,81	0,82	13,20	29,53	34,62	14,81	175,58	225,81	2593,20	12,37	30,18	91,91	12091,34	3956,42	20445,96	502,79	5234,30	3620,70	100,18	57,40	6,13	0,00	17,60
	EXP	8,60	1083,60	86,35	26,95	332,86	2652,50	3107,37	396,91	5,31	25,14	146,56	149,62	628,39	2,00	4,75	33,67	1,50	53,60	533,42	6,12	0,88	12,52	31,53	43,32	17,84	199,76	216,49	2581,69	12,79	28,39	100,78	13287,59	4352,75	22974,74	491,18	6475,00	4067,30	70,98	60,45	6,78	0,00	17,77
		0,7185	0,5818	0,2983	0,3418	0,9498	0,0994	0,2455	0,4793	0,3540	0,7489	0,2354	0,7575	0,5386	#DEEL/0!	0,0527	0,9743	0,4618	0,6442	0,1571	0,0343	0,2922	0,4467	0,4869	0,1486	0,3976	0,3244	0,7170	0,8876	0,7924	0,8572	0,2522	0,4223	0,2004	0,2066	0,8894	0,2329	0,2425	0,5879	0,3916	0,8255	1,0000	0,8768167

[117] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.7. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 2[118]

COMPOST EERDER	batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	restvocht	verbrandingswarmte	Steentjes > 5 mm	Gehalte aan onzuiverheden > 2 mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stookwaarde bij constante druk
		%ADS	%vers	%ADS	%vers	%ADS	%vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	kcal/kg luchtdroog	%ADS	J/g ADS	%	%	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	kcal/kg vers	J/g vers	mg/kg vers	mg/kg vers	J/g vers
2	WIT	75,7	39,8	24,3	12,8	1,358	52,6	106,9	239,1	1882	31	17099	1685	13200	471	2060	1670	3773	3,46	16352	0,8	0,6	1512	1450	8994,0	886,5	6943,3	247,6	1083,6	878,4	1984,6	8601,2	795,3	762,7	6663
3	WIT	61,6	28,2	38,4	17,5	1,418	45,7	142,2	196,4	2101,6	24,1	15288,2	1991,2	11619,7	360,7	2774	1691	3213	2,75	13823	0,0	0,2	2270	1490	6986,7	910,0	5310,2	164,8	1267,7	772,8	1468,3	6317,3	1037,4	680,9	4313
	ZWART	79,8	40,2	20,2	10,2	1,078	50,4	381,3	102,7	1321,7	41,1	14131,3	1540,9	10597,3	655,0	2102	1129	3773	2,99	16273	0,1	0,0	1762	916,1	7122,2	776,6	5341,0	330,1	1059,4	569,0	1901,6	8201,5	887,9	461,7	6242
4	ZWART	81,7	36,8	18,3	8,3	1,032	45,1	326,0	134,9	1289,2	44,0	15455,7	1737,2	13759,0	763,4	1716	1017	3993	2,68	17167	0,0	1,1	2044	723,7	6970,5	783,5	6205,3	344,3	773,9	458,7	1800,8	7742,2	921,7	326,4	5732
7	WIT	76,3	56,7	23,7	17,6	1,758	74,3	107,8	143,8	2466,2	24,1	21158,0	2266,7	15717,7	672,1	1935	1343	3770	3,53	16351	0,0	0,9	1504	1887	15720,4	1684,2	11678,3	499,4	1437,7	997,8	2801,1	12148,7	1117,4	1402,0	10418
	ZWART	77,5	34,8	22,5	10,1	0,946	44,9	364,1	106	999,6	45,5	9028,4	1764,2	12688,7	474,9	2675	1539	3764	3,23	16274	0,3	0,5	1241	743,4	4053,8	792,1	5697,2	213,2	1201,1	691,0	1690,0	7307,1	557,4	333,8	5295
5	WIT	55,4	23,5	44,6	19,0	1,283	42,5	193,8	130,7	2092,0	24,0	16271,0	2523,1	14830,6	405,1	3347	2604	3095	2,39	13267	0,2	0,1	1124	1551	6915,2	1072,3	6303,0	172,2	1422,5	1106,7	1315,4	5638,3	477,5	659,0	3603
	ZWART	81,0	37,2	19,0	8,7	1,266	45,9	220,8	114,9	1734,6	35,5	13749,1	1887,1	11931,8	764,2	1841	1354	3855	2,78	16591	0,0	0,6	1654	970,4	6310,8	866,2	5476,7	350,8	845,0	621,5	1769,4	7615,1	759,4	445,4	5612
8	WIT	86,7	57,5	13,3	8,8	0,928	66,3	126,6	89,9	1161,7	51,9	13083,8	1396,7	9643,4	750,2	1166	662	4249	4,12	18542	0,0	2,8	1178	954	8674,6	926,0	6393,6	497,4	773,1	438,9	2817,1	12293,2	780,7	632,2	10486
	ZWART	78,9	37,4	21,1	10,0	0,914	47,4	240,4	120,7	992,5	48,0	10815,6	1650,5	12997,6	389,6	2148	1038	3917	2,68	16840	1,5	0,1	1167	580,3	5126,6	782,3	6160,9	184,7	1018,2	492,0	1856,7	7982,2	553,3	275,1	5994
9	WIT	81,5	40,3	18,5	9,1	1,233	49,4	127,3	111,7	1672,0	36,7	16153,1	1677,7	10741,4	377,5	1833	1101	3921	3,17	16943	0,0	0,8	428	1292	7979,6	828,8	5306,3	186,5	905,5	543,9	1937,0	8369,6	211,5	638,4	6400
	ZWART	66,6	27,3	33,4	13,7	1,514	41,0	282,0	158,0	2057,7	24,5	12933,0	2253,8	15423,2	599,4	3218	1892	3351	6,08	14928	0,1	0,3	1580	1757	6388,9	1113,4	7619,1	296,1	1589,7	934,6	1655,4	7374,5	/	/	4071
10	ZWART	72,3	32,3	27,7	12,4	1,278	44,7	414,2	111,8	1731,9	31,4	11617,5	2090,4	14017,1	870,3	2390	1543	3525	2,90	15189	0,3	1,0	1722	880,5	5193,0	934,4	6265,6	389,0	1068,3	689,7	1575,7	6789,5	769,5	393,6	4775
11	ZWART	59,1	26,1	40,9	18,1	1,091	44,2	426,9	172,1	1732,8	30,1	8579,5	2263,3	15873,8	694,5	6651	3113	2730	2,38	11701	2,2	0,5	1850	877,0	3792,1	1000,4	7016,2	307,0	2939,7	1375,9	1206,7	5171,8	817,7	387,6	3153
12	WIT	88,1	52,1	11,9	7,0	0,928	59,1	134,3	81,8	1124,3	52,7	12146,3	1155,1	7900,0	273,5	1264	722	4187	3,38	18131	0,0	0,0	235	919	7178,5	682,7	4668,9	161,6	747,0	426,7	2474,5	10715,6	139,0	543,3	8839
	ZWART	87,2	40,0	12,8	5,9	0,923	45,9	341,3	81,3	976,2	52,5	11153,6	1459,3	9580,5	488,6	1515	751	4033	3,89	17557	0,0	0,8	1306	716,3	5119,5	669,8	4397,4	224,3	695,4	344,7	1851,1	8058,7	599,7	328,8	6056
GEMIDD	WIT	**74,9**	**43,0**	**25,1**	**13,2**	**1,3**	**56,2**	**138,7**	**125,7**	**1769,6**	**35,6**	**15683,4**	**1835,1**	**11742,1**	**473,2**	**2053,2**	**1353,8**	**3739,2**	**3,2**	**16176,0**	**0,0**	**0,8**	**1123,1**	**1348,8**	**8909,2**	**1017,3**	**6610,0**	**280,3**	**1092,2**	**714,5**	**2135,6**	**9247,1**	**627,3**	**759,3**	**7343,2**
	ZWART	**78,5**	**36,2**	**21,5**	**9,8**	**1,1**	**45,9**	**305,0**	**113,9**	**1347,1**	**41,2**	**11968,5**	**1759,3**	**12203,2**	**562,0**	**2249,8**	**1283,8**	**3782,2**	**3,6**	**15975,9**	**0,3**	**0,4**	**1426,3**	**785,3**	**5687,0**	**833,4**	**5782,1**	**266,5**	**1068,1**	**608,8**	**1787,4**	**7553,1**	**671,5**	**369,0**	**5341,5**
		0,5965	0,3341	0,5965	0,2086	0,3732	0,1129	0,0053	0,5919	0,1639	0,3434	0,0829	0,7321	0,7436	0,4931	0,6780	0,8233	0,8467	0,5385	0,8261	0,2612	0,4498	0,5950	0,0222	0,1276	0,2986	0,4940	0,8867	0,8980	0,4354	0,2633	0,2237	0,8424	0,0666	0,1741

[118] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.8. Detail: analyse (zwarte) biomassa fracties ‘15-40mm’ versus ‘>40mm’ (composteerder 5)

COMPOSTEERDER	Batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	restvocht	verbrandingswarmte	Steentjes > 5 mm	Gehalte aan onzuiverheden > 2 mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stookwaarde bij constante druk
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	kcal/kg luchtdroog	%/ADS	J/g ADS	%	%	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	kcal/kg vers	J/g vers	mg/kg vers	mg/kg vers	J/g vers
5	zwart 15-40mm	50,7	23,6	49,3	22,9	1,853	46,5	372,8	204,8	3030,2	15,2	14536,8	4084,6	23701,5	800,8	5126	3501	2739	1,77	11666	0,2	0,0	2828	1394,8	6759,6	1899,3	11021,2	372,4	2383,6	1628,0	1273,6	5424,9	1314,8	648,6	3428
5	zwart >40mm	**81,0**	**37,2**	**19,0**	**8,7**	**1,266**	45,9	**220,8**	114,9	1734,6	**35,5**	13749,1	1887,1	11931,8	764,2	1841	1354	3855	2,78	16591	0,0	0,6	**1654**	**970,4**	6310,8	**866,2**	**5476,7**	350,8	**845,0**	**621,5**	**1769,4**	**7615,1**	759,4	445,4	**5612**

7.9. Procesverloop batchperiode 2

		2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
batchen 2		**Tafel (4m)**	**Tafel (3m)**	**Tafel (3m)**	**Ril (3m) en tafel (3m)**	**Tafel (4m) en ril (2m)**	**Tafel (4m)**	**Tunnel (4m) en tafel (3m)**	**Rillen (2m) en tafel (4m)**	**Tafel (3m)**	**Tafel (3,5m)**
zeer droge mnd dec					actieve beluchting & doek			beluchting (tunnel)	deels beluchting & doek	beluchting	
zeer natte mnd jan/feb	**opzet**	**exp: <20 + >60 (1 mnd nadien +20 uitgezeefd)**	**exp: <20 niet geschikt/ BM (>20) niet geschikt**	~~**exp: <60**~~	**exp: <40**	**exp: <30**	**exp: <40**	**exp: <40mm (incl <20 snoeihout)**	~~**exp**~~	~~**exp: <40**~~	**exp: <20 + >100**
	afzeving	**0-20mm**	**0-20mm**	**0-20mm**	**0-15mm**	**0-30mm**	**0-10mm**	**0-20mm**	**0-20mm**	**0-15mm**	**0-20mm**
Keerfrekwentie (gemid):	REF (gemidd)	/	**8-wekelijks**	**maandelijks**	**4-wekelijks (3)**	**wekelijks**	**2-wekelijks**	**maandelijks**	**gefaseerd: 2wkn niet/2xper week/niet (tafel)**	**<maandelijks**	**maandelijks**
	EXP (gemidd)	?	/	/	**3-wekelijks (4)**	**2x/week**	**2-wekelijks**	**maandelijks**	/	/	**wekelijks**
Temperatuur:	REF	/	**gemid 73°C**	**gemid 70°C**	**gemid 74°C**	**gemid 61,5°C**	**gemid 68°C**	**gemid 62°C**	**gemid 65 °C (5 wkn; dan geen meting in tafel..)**	**gemid 65°C**	**gemid 70°C**
	EXP	?	/	/	**gemid 71°C (vooral in begin hoger dan REF)**	**gemid 51°C**	**gemid 59°C**	**gemid 54°C**	/	/	**gemid 55°C**
Hygiënisatie:	REF	/	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**	**OK**
	EXP	?	/	/	**OK**	**niet OK**	**OK**	**OK (moeizamer)**	/	/	**OK**
Vochtgehalte:	REF	/	**normaal**	**normaal**	**23m³ en 15m³**	**vochtig' (1x20m³ extra)**	**vochtig (geen toediening**	?	**zeer vochtig ('HI' 5 weken dan gn**	**hoog (geen toediening)**	**43% (einde)**
	EXP	?	/	/	**5m³**	**vochtig' (1x20m³ extra) (visueel**	**zeer vochtig (geen toediening)**	?	/	/	**37% (einde)**
Geur:	REF	/	**OK**	**OK**	**normaal**	**OK**	OK	OK	**normaal**	**OK**	**normaal**
	EXP	?	/	/	**normaal**	**OK**	OK	OK	/	/	**normaal**
Duur compostering:	REF	/	**25 weken**	**24 weken**	**12 weken**	**10 weken**	**21 weken**	**36 weken**	**19 weken**	**23 weken**	**24 weken**
	EXP	?	/	/	**12 weken**	**10 weken**	**34 weken**	**33 weken**	/	/	**20 weken**

7.10. Uitgangsmateriaal Referentie vs Uitgangsmateriaal Experimenteel batchperiode 3[119]

COMPOSTEERDER	Batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	Mn_totaal	P_totaal	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers
2	EXP	86,3	42,6	13,7	6,8	0,767	49,4	349,0	83,5	904,7	62,5	8265	1065,8	8698,9	359	1332	1000	41	447	4083	527	4297	177	658	494
3	REF	67,5	36,0	32,5	17,4	1,062	53,4	351,4	132,1	1304,5	35,3	7632,0	2144,0	13267,5	458,7	3645	1895	71	697	4075	1145	7085	245	1946	1012
	EXP	67,6	30,5	32,4	14,6	0,878	45,1	346,4	133,4	1875,3	42,8	4182,3	1725,7	13033,8	338,8	2657	1687	60	846	1886	778	5878	153	1198	761
4	REF	49,1	30,2	50,9	31,4	0,706	61,6	379,1	147,5	1211,7	38,7	3255,4	1247	14893,7	499,7	3002	2268	91	746	2005	768	9175	308	1849	1397
	EXP	68,6	36,4	31,4	16,7	0,792	53,1	318,5	105,6	1149,9	48,1	3794,7	1406,8	12004,2	317,2	1701	1486	56	611	2015	747	6374	168	903	789
5	REF	81,8	35,2	18,2	7,8	0,912	43,0	293,3	141,8	1242,2	49,9	4459,8	1533,9	17619,9	272,5	1489	1262	61	534	1918	660	7577	117	640	543
	EXP	66,3	21,5	33,7	10,9	0,895	32,4	401,2	146,3	1525,2	41,2	3909,2	2591,7	20317,1	291,2	2766	1992	47	494	1267	840	6583	94	896	645
7	REF	53,9	25,2	46,1	21,6	1,172	46,8	347,9	266,4	1630,9	25,5	6278,9	2835,2	21270,7	460,5	4801	2986	125	763	2939	1327	9955	216	2247	1397
	EXP	42,4	19,5	57,6	26,5	1,141	46,0	409,0	247,5	1711,1	20,6	6388,2	4559,4	25871,7	466,6	6452	3170	114	787	2939	2097	11901	215	2968	1458
8	REF	56,6	27,7	43,4	21,2	0,806	48,9	363,0	156,9	1296,2	39	4438,9	2194,6	13972,7	288,7	4443	2124	77	634	2171	1073	6833	141	2173	1039
	EXP	55,3	26,5	44,7	21,4	0,955	47,9	371,4	155,1	1261,3	32,1	4271,8	2235,9	14161,7	293,3	4554	2117	74	604	2046	1071	6783	140	2181	1014
9	REF	70,8	32,8	29,2	13,5	0,774	46,3	218,7	149,4	988,3	50,8	4145,9	2071,2	12707,8	258,4	1758	1181	69	458	1920	959	5884	120	814	547
	EXP	76,1	36,1	23,9	11,3	0,775	47,4	286,1	128,1	1011,6	54,6	3931,5	2028,1	11844,4	261,9	2717	1485	61	479	1864	961	5614	124	1288	704
10	REF	64,3	20,5	35,7	11,4	1,100	31,9	376,8	220,2	1625,9	32,5	5156	2126,5	16164,8	426,5	2650	1902	70	519	1645	678	5157	136	845	607
11	REF	74,3	33,1	25,7	11,4	1,039	44,5	436,1	134	1791,9	39,7	12486,9	1702	12352,5	1157,1	8492	1920	60	797	5557	757	5497	515	3779	854
12	REF	65,8	29,1	34,2	15,1	0,728	44,2	374,1	122,6	1053,9	50,6	3811,1	1707,8	15475,1	484,2	3261	2139	54	466	1685	755	6840	214	1441	945
	EXP	52,9	22,2	47,1	19,8	0,925	42,0	413,1	168,2	1188,4	31,8	3519,2	2964,7	16137,6	362,3	3768	2365	71	499	1478	1245	6778	152	1583	993
GEMIDD	REF	**63,6**	**30,9**	**36,4**	**18,3**	**0,9**	**49,2**	**332,5**	**159,5**	**1246,8**	**41,4**	**4860,3**	**1962,0**	**15601,1**	**389,0**	**3199,9**	**1979,3**	**78,2**	**614,0**	**2387,4**	**955,2**	**7621,0**	**194,3**	**1587,2**	**982,9**
	EXP	**61,3**	**27,5**	**38,7**	**17,3**	**0,9**	**44,8**	**363,7**	**154,9**	**1389,0**	**38,7**	**4285,3**	**2501,8**	**16195,8**	**333,0**	**3516,4**	**2043,1**	**69,0**	**617,2**	**1927,7**	**1105,7**	**7130,2**	**149,6**	**1573,9**	**909,2**
		0,6349	**0,2323**	**0,6349**	**0,7203**	**0,5734**	**0,0491**	**0,1871**	**0,6702**	**0,1405**	**0,5119**	**0,2908**	**0,1243**	**0,5422**	**0,1240**	**0,4825**	**0,7326**	**0,1622**	**0,9244**	**0,1773**	**0,3290**	**0,4024**	**0,0755**	**0,9563**	**0,4975**

[119] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.11. Overzicht verschillen referentie vs experimenteel uitgangsmateriaal per batchperiode[120]

COMPOSTEERDERS	Batch	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	Mn_totaal	P_totaal	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers
GEMIDD	REF	72,91	42,16	27,09	15,26	0,87	57,43	229,95	124,80	1201,78	49,16	6510,14	1619,50	10773,01	382,23	2503,25	1613,25	71,18	683,39	3748,55	919,57	6101,12	218,09	1437,91	918,88
BATCH 1	EXP	46,89	27,62	53,11	30,76	0,87	58,38	302,66	182,40	1518,74	30,51	6860,88	2429,63	15361,49	371,10	5018,25	2879,25	104,98	888,21	4079,54	1414,64	8919,43	216,90	2945,94	1692,33
		0,000	0,002	0,000	0,000	0,939	0,650	0,040	0,007	0,002	0,009	0,450	0,000	0,002	0,718	0,001	0,000	0,003	0,004	0,289	0,001	0,001	0,951	0,000	0,001
GEMIDD	REF	50,78	24,11	49,22	23,65	1,34	47,77	261,12	152,82	2069,38	21,45	14375,52	3014,70	19443,00	402,83	4385,17	2415,83	73,03	982,12	6861,17	1433,97	9198,93	191,03	2109,09	1148,22
BATCH 2	EXP	51,68	27,03	48,32	25,47	1,33	52,50	289,57	192,42	2096,62	21,72	15646,75	3279,98	19492,97	411,22	4708,67	2453,33	104,52	1097,54	8179,72	1699,52	10172,05	230,33	2500,85	1294,51
		0,803	0,244	0,803	0,633	0,887	0,355	0,251	0,354	0,823	0,825	0,464	0,456	0,980	0,742	0,454	0,825	0,338	0,351	0,298	0,112	0,421	0,445	0,355	0,454
GEMIDD	REF	63,64	30,89	36,36	18,28	0,88	49,17	332,50	159,53	1246,81	41,40	4860,29	1961,96	15601,06	388,96	3199,86	1979,29	78,16	613,95	2387,39	955,21	7620,99	194,33	1587,25	982,86
BATCH 3	EXP	61,31	27,53	38,69	17,32	0,91	44,84	363,67	154,89	1388,97	38,74	4285,27	2501,76	16195,79	333,04	3516,43	2043,14	69,02	617,20	1927,73	1105,69	7130,24	149,57	1573,92	909,25
		0,635	0,232	0,635	0,720	0,573	0,049	0,187	0,670	0,141	0,512	0,291	0,124	0,542	0,124	0,482	0,733	0,162	0,924	0,177	0,329	0,402	0,076	0,956	0,497

[120] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.12. Overzicht verschillen tussen referentie en experimenteel uitgangsmateriaal (gemiddelden van 3 batchperioden)[121]

Batch	period	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	Mn_totaal	P_totaal	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	BD
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	
REF		63,5	33,2	36,5	18,7	1,0	51,9	273,0	144,4	1464,7	38,7	8207,4	2132,3	14859,5	390,4	3273,1	1964,6	74,0	745,6	4184,2	1078,4	7492,8	202,4	1679,5	1005,7	2,4
EXP		53,1	27,4	46,9	24,8	1,0	52,2	319,3	176,1	1640,6	30,7	8512,6	2696,6	16820,0	369,9	4429,2	2478,9	92,9	857,7	4533,8	1393,1	8680,9	194,3	2361,4	1317,6	2,2
		0,0082	0,0147	0,0082	0,0121	0,7712	0,8777	0,0047	0,0300	0,0043	0,0149	0,5562	0,0009	0,0260	0,2436	0,0024	0,0056	0,0663	0,0127	0,3557	0,0004	0,0287	0,5475	0,0040	0,0111	0,0171

[121] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.13. Compost Referentie vs Compost Experimenteel batchperiode 3[122]

COMPOST EERDER	BATCH	pH-H2O	EC	NO3-N	NH4-N	P-AmAc	K-AmAc	Ca-AmAc	Mg-AmAc	Fe-AmAc	Mn-AmAc	SO4	Na	Cl	Cu-AmAc	Zn-AmAc	OS	Ntotaal	DS	volumegewicht	OUR	Cd_totaal	Cr_totaal	Cu_totaal	Pb_totaal	Ni_totaal	Zn_totaal	Mn_totaal	P_totaal	C/N	P in water	P (CaCl2/dtpa)	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	N-NH4 (CaCl2/dtpa)	Fe (CaCl2/dtpa)	Al (CaCl2/dtpa)	kiemkrachtige zaden_potgrond	OS
		-	µS/cm	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	%/ADS	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mmol/kg OS/uur	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	aantal/l	%/vers
2	EXP	8,72	823,00	<5	90,35	324,20	1924,00	4274,95	351,30	4,40	34,00	61,05	130,15	405,40	#DEEL/0!	5,25	27,60	1,09	50,25	522,70	1,80	0,76	12,85	25,91	53,00	7,70	167,95	236,15	2080,75	14,05	36,20	80,90	6556,70	3877,25	28519,05	346,65	3665,50	6095,00	149,95	71,30	8,35	0,00	13,87
3	REF	8,82	678,00	5,00	39,60	287,05	1516,75	2961,65	335,15	3,40	27,50	27,55	110,80	382,40	2,00	3,25	37,15	1,17	48,85	489,05	3,45	0,51	10,15	22,99	30,50	5,10	121,60	183,85	1852,70	17,80	31,85	102,25	5297,60	3014,05	22529,50	493,60	5017,5	2920,5	70,25	74,8	4,7	0	18,15
	EXP	8,14	390,00	22,75	5,00	226,80	1009,15	2739,90	274,85	3,00	25,45	17,30	73,60	133,25	2,00	4,80	37,10	1,12	40,15	550,25	3,10	0,51	9,00	19,46	27,25	4,80	124,50	188,00	1629,20	18,40	31,25	112,00	3973,95	3009,25	19431,90	363,30	5264	2616	1,45	75,2	5,9	0	14,90
4	REF	8,53	486,00	5,00	41,80	218,65	1188,20	2210,60	304,05	6,25	33,60	37,20	93,35	229,20	2,00	6,45	30,55	0,87	68,15	421,00	3,10	0,46	9,90	18,53	30,40	4,30	112,00	176,05	1589,95	19,50	27,10	108,75	3935,50	2299,00	15520,95	425,50	4550	3040	86,75	80,7	9,35	0	20,82
	EXP	8,67	462,00	5,00	27,25	226,60	1145,65	2580,40	278,15	4,40	31,65	18,55	99,80	234,45	2,00	7,20	31,50	0,88	60,60	457,00	5,00	0,65	16,30	18,44	32,50	4,30	117,35	325,80	1669,50	19,75	28,85	104,90	3957,85	2244,20	18888,60	380,20	5222	2923	35,05	72,65	7,9	0	19,09
5	REF	8,91	809,50	5,00	60,30	308,35	1809,25	3609,70	346,60	5,65	32,10	41,75	164,05	469,75	2,00	6,05	42,20	1,38	61,35	377,40	2,95	0,59	13,85	28,07	31,10	6,20	160,70	250,20	2308,60	17,05	35,50	108,45	9645,90	6461,90	35451,90	1037,35	5936	4066,5	20,4	32,25	3,85	0	25,89
	EXP	8,40	621,50	7,65	11,45	266,15	1827,80	3917,90	376,15	6,75	22,80	103,85	174,85	370,80	2,00	7,10	37,80	1,39	68,20	379,50	5,85	0,60	11,80	23,05	29,00	6,30	151,45	221,55	2004,70	15,15	16,35	107,70	7772,25	4561,60	35402,30	1094,35	5842	3755,5	20,7	31,75	3,9	0	25,78
7	REF	8,69	536,50	5,00	5,70	230,00	1415,35	3608,50	332,35	3,00	25,70	30,05	146,10	384,85	2,00	5,90	31,50	1,09	54,40	517,20	2,20	0,98	11,65	26,54	45,55	5,75	149,25	237,05	1759,30	16,10	11,70	85,60	6109,75	4472,25	27170,80	1170,05	6518	3546,5	1,1	58,45	1,75	0	17,14
	EXP	8,60	654,00	10,40	12,05	264,30	1745,65	3739,05	351,35	3,40	27,05	60,95	177,80	489,50	2,00	7,00	28,85	1,14	53,05	543,25	2,75	1,01	14,75	28,63	49,35	6,50	151,40	256,35	1904,50	14,05	16,55	93,10	6853,60	4142,30	28283,45	1355,85	8064,5	3927	11,85	59,65	1,65	0	15,30
8	REF	7,26	593,50	5,00	68,95	93,65	792,55	1496,90	302,10	3,00	28,90	11,70	59,85	156,15	2,00	12,50	32,05	0,80	55,85	432,45	24,55	0,76	9,95	24,89	30,25	3,90	166,70	154,95	1171,80	22,25	10,85	52,85	3215,60	2848,35	13893,00	184,35	5907	2364,5	57,4	148,2	9,5	0	17,90
	EXP	8,73	460,50	5,00	40,10	191,40	1060,45	2564,55	263,00	5,30	30,75	41,10	77,70	222,45	2,00	11,85	27,70	0,83	57,00	487,30	4,35	0,97	9,40	23,17	31,00	3,90	179,90	161,85	1583,25	18,55	24,05	96,60	3560,40	2921,25	19396,40	336,40	6117,5	2436,5	82,35	115,5	6,95	0	15,79
9	REF	8,66	597,50	5,00	5,00	281,80	1687,20	3076,65	335,90	3,85	29,80	25,35	115,55	420,75	2,00	6,95	35,05	1,21	55,50	458,45	2,35	0,82	10,35	23,45	40,00	4,90	152,80	201,80	1806,35	16,15	31,15	108,60	5452,05	3629,55	19378,65	452,25	5828	3071	11,9	70,85	4,5	0	19,45
	EXP	8,45	472,50	5,00	41,80	233,80	1243,10	3462,00	315,05	3,00	29,30	61,75	103,10	246,85	2,00	8,50	29,60	1,01	56,95	493,05	2,55	0,77	12,10	27,14	38,55	5,45	150,90	222,65	1455,00	16,35	16,75	95,85	3798,20	6107,50	27082,65	323,80	5918	2982,5	10,55	67,85	4,05	0	16,86
10	REF	8,58	436,50	<5	18,20	251,55	1046,35	3694,55	325,35	3,00	28,20	16,60	158,90	229,35	2,00	7,55	31,15	1,08	47,75	509,15	0,90	0,55	9,10	21,22	49,35	4,70	157,30	202,00	1723,45	16,10	18,60	103,00	3787,15	4615,25	23120,05	395,70	2200,50	3666,00	36,75	44,85	2,15	0,00	14,87
11	REF	8,58	1659,00	42,50	143,95	482,80	3732,25	4779,55	429,90	5,75	30,00	180,90	408,10	1467,65	2,00	4,60	26,10	1,25	58,40	586,80	1,25	0,60	13,30	35,73	33,30	7,70	177,10	217,75	2683,20	11,60	42,65	101,45	9740,50	3447,60	28053,95	779,95	3768,00	6911,00	207,70	70,50	5,00	0,00	15,24
12	REF	8,81	370,00	5,00	5,00	170,75	885,85	3115,85	245,05	3,95	32,00	19,35	74,00	153,35	2,00	8,60	33,50	0,93	50,95	512,70	1,70	1,01	11,20	26,25	50,85	5,40	158,95	201,25	1300,15	20,10	16,55	76,85	3526,10	3064,40	20893,65	385,25	6563,5	3234	39,15	81,65	3,75	0	17,07
	EXP	8,47	319,00	5,00	9,80	155,00	754,15	2457,50	230,20	3,00	25,65	11,70	81,00	139,40	2,00	7,45	32,65	0,98	49,50	501,25	1,70	1,04	10,60	23,79	48,45	4,95	176,05	211,30	1372,75	18,45	13,60	86,40	3347,10	4212,10	20007,85	331,60	2786,5	4868	19,9	70,9	3,6	0	16,16
GEMIDD	**REF**	**8,52**	**581,57**	**5,00**	**32,34**	**227,18**	**1327,9**	**2868,6**	**314,46**	**4,16**	**29,94**	**27,56**	**109,10**	**313,78**	**2,00**	**7,10**	**34,57**	**1,06**	**56,44**	**458,32**	**5,76**	**0,73**	**11,01**	**24,39**	**36,95**	**5,08**	**146,00**	**200,74**	**1684,1**	**18,4**	**23,5**	**91,9**	**5311,8**	**3684,2**	**22119,8**	**592,6**	**5760,0**	**3177,6**	**40,99**	**78,13**	**5,34**	**0,00**	**19,49**
	EXP	**8,49**	**482,79**	**8,69**	**21,06**	**223,44**	**1255,1**	**3065,9**	**298,39**	**4,12**	**27,52**	**45,03**	**112,55**	**262,39**	**2,00**	**7,70**	**32,17**	**1,05**	**55,06**	**487,37**	**3,61**	**0,79**	**11,99**	**23,38**	**36,59**	**5,17**	**150,22**	**226,79**	**1659,8**	**17,2**	**21,1**	**99,5**	**4751,9**	**3885,5**	**24070,5**	**597,9**	**5602,1**	**3358,4**	**25,98**	**70,50**	**4,85**	**0,00**	**17,70**
		0,9071	0,0897	0,1862	0,3483	0,8649	0,5707	0,3706	0,2247	0,9486	0,1663	0,1737	0,6966	0,3310	1,0000	0,1894	0,0417	0,7449	0,5253	0,0266	0,5074	0,1504	0,4141	0,4241	0,7260	0,5881	0,2550	0,2718	0,8249	0,0958	0,5778	0,3051	0,2048	0,7065	0,2217	0,9166	0,8125	0,5102	0,2871	0,1415	0,3174	1,0000	0,004

[122] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.14. Overzicht verschillen referentie vs experimentele compost over alle batchperioden[123]

COMPOS-TEERDER		pH-H2O	EC	NO3-N	NH4-N	P-AmAc	K-AmAc	Ca-AmAc	Mg-AmAc	Fe-AmAc	Mn-AmAc	SO4	Na	Cl	Cu-AmAc	Zn-AmAc	OS	Ntotaal	DS	volume gewicht	OUR	Cd_totaal	Cr_totaal	Cu_totaal	Pb_totaal	Ni_totaal	Zn_totaal	Mn_totaal	P_totaal	C/N	P in water	P (CaCl2/dtpa)	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	N-NH4 (CaCl2/dtpa)	Fe (CaCl2/dtpa)	Al (CaCl2/dtpa)	kiemkrachtig gezaden_potgrond	OS
		-	µS/cm	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	%/ADS	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mmol/kg OS/uur	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/l substraat	mg/l substraat	mg/l substraat	aantal/l	%/vers
GEMIDD	REF	7,88	615,88	10,88	48,87	211,23	1394,39	2164,69	312,29	7,03	26,24	78,65	156,38	387,43	0,27	6,30	33,88	1,06	68,78	425,18	8,66	0,67	12,27	24,79	40,55	6,43	140,63	189,01	1833,21	18,36	22,35	98,74	7914,05	3106,58	19378,92	442,99	6177,63	3151,81	75,43	74,79	6,39	0,25	23,36
batch 1	EXP	7,94	613,50	64,60	45,99	193,28	1274,84	2243,06	301,42	7,53	25,96	78,71	150,88	369,77	0,24	6,84	32,45	1,05	66,73	457,64	9,06	0,66	12,36	25,34	42,83	5,44	143,29	195,79	1840,59	17,53	22,06	101,29	7470,05	2974,44	18865,61	444,78	6426,69	3449,50	51,32	85,30	7,33	0,13	21,88
		0,85	0,97	0,75	0,44	0,14	0,34	0,34	0,62	0,25	0,87	1,00	0,52	0,65	0,17	0,49	0,40	0,94	0,32	0,12	0,72	0,91	0,87	0,70	0,37	0,24	0,74	0,26	0,88	0,23	0,93	0,80	0,25	0,49	0,61	0,92	0,19	0,02	0,55	0,03	0,16	0,35	0,36
GEMIDD	REF	8,68	1046,60	16,44	63,97	330,13	2340,15	2719,24	373,70	4,76	23,67	82,97	153,25	616,31	2,00	3,55	33,79	1,52	52,03	518,28	8,81	0,82	13,20	29,53	34,62	14,81	175,58	225,81	2593,20	12,37	30,18	91,91	12091,34	3956,42	20445,96	502,79	5234,30	3620,70	100,18	57,40	6,13	0,00	17,60
batch 2	EXP	8,60	1083,60	86,35	26,95	332,86	2652,50	3107,37	396,91	5,31	25,14	146,56	149,62	628,39	2,00	4,75	33,67	1,50	53,60	533,42	6,12	0,88	12,52	31,53	43,32	17,84	199,76	216,49	2581,69	12,79	28,39	100,78	13287,59	4352,75	22974,74	491,18	6475,00	4067,30	70,98	60,45	6,78	0,00	17,77
		0,72	0,58	0,30	0,34	0,95	0,10	0,25	0,48	0,35	0,75	0,24	0,76	0,54	#DEEL/0!	0,05	0,97	0,46	0,64	0,16	0,03	0,29	0,45	0,49	0,15	0,40	0,32	0,72	0,89	0,79	0,86	0,25	0,42	0,20	0,21	0,89	0,23	0,24	0,59	0,39	0,83	1,00	0,88
GEMIDD	REF	8,52	581,57	5,00	32,34	227,18	1327,88	2868,55	314,46	4,16	29,94	27,56	109,10	313,78	2,00	7,10	34,57	1,06	56,44	458,32	5,76	0,73	11,01	24,39	36,95	5,08	146,00	200,74	1684,12	18,42	23,53	91,91	5311,79	3684,21	22119,78	592,62	5760,00	3177,57	40,99	78,13	5,34	0,00	19,49
batch 3	EXP	8,49	482,79	8,69	21,06	223,44	1255,14	3065,90	298,39	4,12	27,52	45,03	112,55	262,39	2,00	7,70	32,17	1,05	55,06	487,37	3,61	0,79	11,99	23,38	36,59	5,17	150,22	226,79	1659,84	17,24	21,06	99,51	4751,91	3885,46	24070,45	597,93	5602,07	3358,36	25,98	70,50	4,85	0,00	17,70
		0,907	0,090	0,186	0,348	0,865	0,571	0,371	0,225	0,949	0,166	0,174	0,697	0,331	#DEEL/0!	0,189	0,042	0,745	0,525	0,027	0,507	0,150	0,414	0,424	0,726	0,588	0,255	0,272	0,825	0,096	0,578	0,305	0,205	0,707	0,222	0,917	0,813	0,510	0,287	0,141	0,317	1,000	0,004

[123] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.15. Witte' biomassa (Experimenteel) vs 'Zwarte' biomassa (Referentie) batchperiode 3[124]

COMPOSTEERDER	BATCH	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volumegewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	restvocht	verbrandingswarmte	Steentjes >5mm	Gehalte aan onzuiverheden >2mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stook_waarde bij constante druk
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/verssubstr	mg/kgADS	mg/kgADS	-	mg/kgADS	mg/kgADS	mg/kgADS	mg/kgADS	mg/kgADS	mg/kgADS	kcal/kgluchtdroog	%/ADS	J/gADS	%	%	mg/kgADS	mg/kgADS	mg/kgvers	mg/kgvers	mg/kgvers	mg/kgvers	mg/kgvers	mg/kgvers	kcal/kgvers	J/gvers	mg/kgvers	mg/kgvers	J/gvers
2	WIT	61,0	27,8	39,0	17,8	1,04	45,6	351,2	153,6	1629	32,6	8159	2499	21062	416	3879	2583	3024	2,38	12961	0,4	0,0	1857	1251	3720,4	1139,4	9604,4	189,7	1768,8	1177,8	1378,9	5910,2	846,7	570,7	3904
3	WIT	85,6	40,0	14,4	6,7	0,601	46,7	307,1	64,8	847,2	79,1	3328,1	770,4	8669,4	194,4	1268	765	3943	2,98	17004	0,0	1,5	745	576	1554,2	359,8	4048,6	90,8	592,2	357,3	1841,4	7941,0	348,1	268,9	5946
	ZWART	71,2	31,7	28,8	12,8	0,947	44,5	312,5	202,0	1088,1	41,8	6860,7	1841,5	20902,8	505,1	19474	1761	3478,576	3,74	15120	0,2	0,0	802	1140	3053,0	819,5	9301,7	224,8	8665,9	783,6	1548,0	6728,3	357,0	507,4	4593
4	WIT	91,6	52,6	8,4	4,8	0,761	57,4	203,7	52,1	1024,7	66,9	4215,9	756,9	8666,7	296,6	530	539	4083	3,4	17685	0,0	0,1	1111	685	2419,9	434,5	4974,7	170,2	304,2	309,4	2343,6	10150,9	637,6	393,0	8258
	ZWART	90,3	55,0	9,7	5,9	0,762	60,9	146,4	84,4	679,0	65,8	4604,5	983,5	7466,3	402,1	842	610	4233	5,6	18762	0,0	0,7	323	754	2804,1	599,0	4547,0	244,9	512,8	371,5	2577,9	11425,8	196,6	459,4	9567
5	WIT	83,2	32,6	16,8	6,6	0,946	39,2	207,7	139,5	1380,1	48,9	5601,6	1450,1	13272,0	240,3	1580	1321	3822	2,79	16450	0,0	0,0	1340	870	2195,8	568,4	5202,6	94,2	619,4	517,8	1498,2	6448,5	525,3	340,9	4381
	ZWART	77,7	47,0	22,3	13,5	1,052	60,5	161,1	118,0	1218,5	41,0	9465,9	1581,4	9377,1	588,3	2253	1568	3792	5,37	16766	0,0	0,5	566	1152	5726,9	956,7	5673,1	355,9	1363,1	948,6	2294,2	10143,5	342,2	696,8	8281
7	WIT	73,0	32,5	27,0	12,0	0,921	44,5	238,1	156,5	1038,6	44,0	4659,2	1721,7	15971,4	412,7	2176	1402	3274	3,52	14198	3,4	0,0	1459	1009	2073,3	766,2	7107,3	183,7	968,3	623,9	1456,9	6318,2	649,4	449,2	4302
	ZWART	92,8	78,1	7,2	6,1	0,594	84,2	163,9	65,6	479,9	86,8	5400,7	782,5	6917,5	482,8	853	463	4283	4,24	18714	11,4	0,5	1215	666	4547,4	658,9	5824,5	406,5	718,2	389,8	3606,3	15756,8	1023,0	561,1	14121
8	WIT	85,1	44,9	14,9	7,9	0,783	52,8	201,3	95,7	958,3	60,4	3985,0	1099,1	7990,6	251,3	1660	932	3875	2,89	16695	0,0	0,3	1245	771	2104,1	580,3	4219,0	132,7	876,5	492,1	2046,0	8815,2	657,4	407,2	6879
	ZWART	74,7	33,2	25,3	11,2	0,832	44,4	295,1	135,3	910,6	49,9	4448,8	1783,8	12165,4	253,0	3296	1317	3538	5,58	15678	0,1	0,2	562	903	1975,3	792,0	5401,4	112,3	1463,4	584,7	1570,9	6960,9	249,5	401,1	4944
9	WIT	93,1	46,3	6,9	3,4	0,740	49,7	299,9	63,7	938,7	69,9	4487,7	1047,0	6312,6	155,8	698	470	4121	3,72	17908	0,0	3,4	851	627	2230,4	520,4	3137,4	77,4	346,9	233,6	2048,1	8900,5	423,1	311,8	6934
	ZWART	86,8	44,4	13,2	6,8	0,831	51,2	242,4	100,9	876,2	58,0	7039,1	1245,1	10962,9	503,1	1428	746	4237	4,3	18524	0,2	0,1	462	1108	3604,0	637,5	5613,0	257,6	731,1	382,0	2169,3	9484,4	236,6	567,3	7532
10	ZWART	83,8	35,7	16,2	6,9	0,669	42,6	340,4	71	796,9	69,6	4298,7	1199,4	9112,1	532,6	1064	690	4001	6,66	17935	0,0	1,3	451	611,9	1831,2	510,9	3881,8	226,9	453,3	293,9	1704,4	7640,2	192,0	260,7	5606
11	ZWART	83,4	43,6	16,6	8,7	0,884	52,3	260,3	80,6	973,2	52,4	10908,7	1119	8831,2	1182,7	1982	1028	4134	5,64	18330	2,8	0,7	1956	1919,5	5705,3	585,2	4618,7	618,6	1036,6	537,6	2162,1	9586,8	1022,7	1003,9	7645
12	WIT	82,6	38,0	17,4	8,0	0,763	46,0	308,0	80,6	1011,5	60,1	2920,9	1140,9	7945,0	167,5	1118	960	3769	3,02	16261	0,0	0,0	763	653	1343,6	524,8	3654,7	77,1	514,3	441,6	1733,7	7479,9	350,8	300,5	5478
	ZWART	88,1	36,6	11,9	4,9	0,65	41,5	292,7	80,8	620,5	75,3	3408,9	767,1	7955,5	275,8	1273	638	3928	6,67	17609	0,00	1,33	339,7	663,7	1414,7	318,3	3301,5	114,5	528,3	264,8	1630,1	7307,9	141,0	275,4	5263
	WIT	**84,9**	**41,0**	**15,1**	**7,1**	**0,8**	**48,0**	**252,3**	**93,3**	**1028,4**	**61,3**	**4171,2**	**1140,9**	**9832,5**	**245,5**	**1290,0**	**912,7**	**3841,0**	**3,2**	**16600,2**	**0,5**	**0,7**	**1073,5**	**741,6**	**1988,8**	**536,3**	**4620,6**	**118,0**	**603,1**	**425,1**	**1852,6**	**8007,7**	**513,1**	**353,1**	**6025,5**
	ZWART	**83,1**	**46,6**	**16,9**	**8,7**	**0,8**	**55,3**	**230,6**	**112,4**	**839,0**	**59,8**	**5889,8**	**1283,6**	**10821,1**	**430,0**	**4202,7**	**1014,7**	**3927,1**	**5,1**	**17310,3**	**1,7**	**0,5**	**609,9**	**912,5**	**3303,6**	**683,1**	**5666,1**	**245,2**	**1997,6**	**532,2**	**2199,5**	**9686,8**	**363,7**	**495,5**	**7757,3**
		0,69	**0,48**	**0,69**	**0,38**	**0,79**	**0,31**	**0,36**	**0,49**	**0,11**	**0,88**	**0,03**	**0,59**	**0,72**	**0,02**	**0,30**	**0,67**	**0,65**	**0,01**	**0,39**	**0,33**	**0,67**	**0,01**	**0,19**	**0,04**	**0,16**	**0,26**	**0,02**	**0,26**	**0,32**	**0,34**	**0,29**	**0,20**	**0,04**	**0,30**

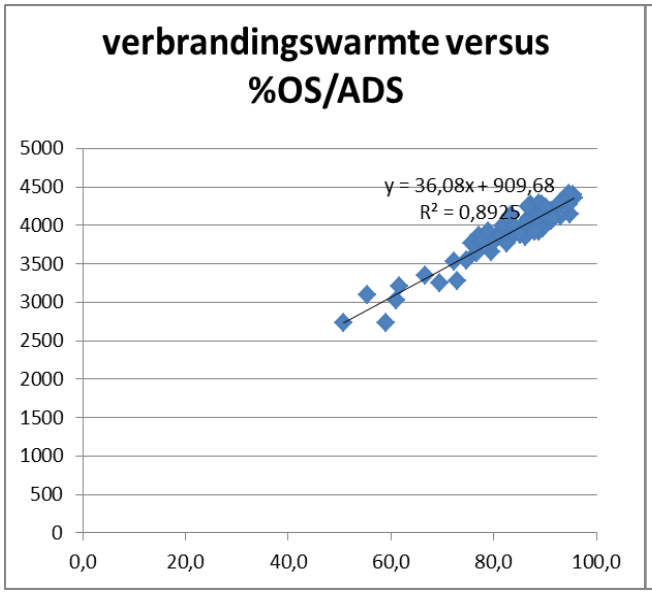
[124] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

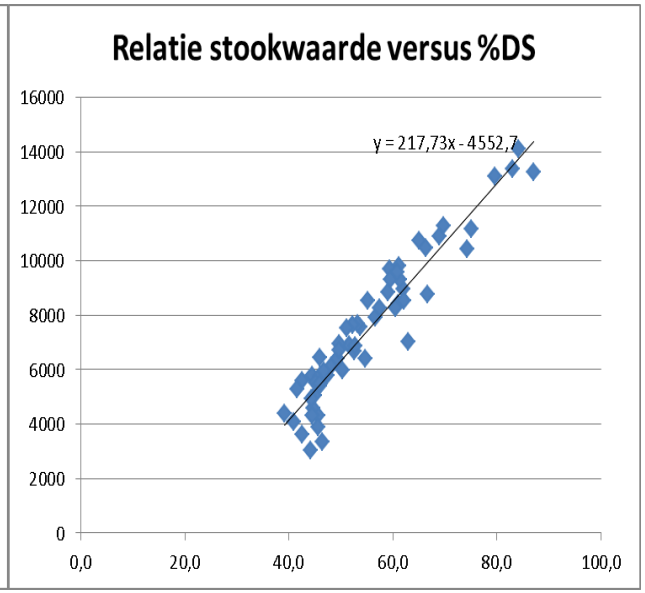
7.16. Overzicht verschillen witte en zwarte biomassa over alle batchperioden[125]

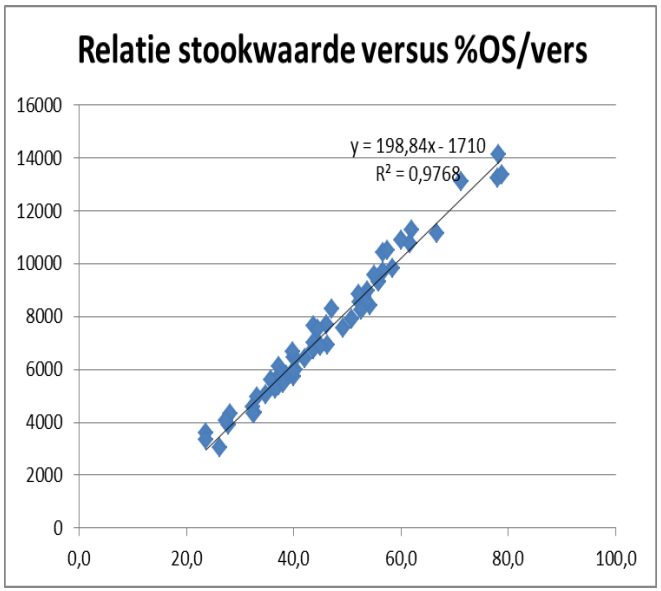
COMPOS-TEERDER		OS	OS	as	as	N totaal	DS	volume-gewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	restvocht	verbrandingswarmte	Steentjes > 5 mm	Gehalte aan onzuiverheden > 2 mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stookwaarde bij constante druk
		%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	kcal/kg luchtdroog	%/ADS	J/g ADS	%	%	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	kcal/kg vers	J/g vers	mg/kg vers	mg/kg vers	J/g vers
GEMIDD	WIT	87,1	56,9	12,9	8,1	0,9	65,1	144,8	90,3	1112,1	58,4	6287,1	1056,3	8514,9	288,5	993,1	952,0	3948,3	3,1	17052,6	0,1	2,3	2105,8	814,5	3982,7	681,1	5523,2	191,7	642,5	631,5	2565,6	11085,2	1336,4	526,4	9266,2
	ZWART	89,0	54,8	11,0	6,2	0,7	61,0	190,5	111,9	793,2	78,9	8094,8	1210,9	8333,9	482,4	1381,9	776,6	4158,0	4,2	18128,6	0,1	1,0	4010,7	846,1	4966,0	726,1	4974,2	291,8	805,2	456,4	2552,1	11134,0	2607,4	518,3	9275,8
		0,70	0,70	0,70	0,46	0,24	0,41	0,20	0,33	0,09	0,13	0,17	0,43	0,88	0,00	0,40	0,56	0,19	0,02	0,17	0,90	0,44	0,26	0,73	0,32	0,70	0,56	0,02	0,50	0,36	0,95	0,96	0,26	0,92	0,99
GEMIDD	WIT	74,9	43,0	25,1	13,2	1,3	56,2	138,7	125,7	1769,6	35,6	15683,4	1835,1	11742,1	473,2	2053,2	1353,8	3739,2	3,2	16176,0	0,0	0,8	1123,1	1348,8	8909,2	1017,3	6610,0	280,3	1092,2	714,5	2135,6	9247,1	627,3	759,3	7343,2
	ZWART	78,5	36,2	21,5	9,8	1,1	45,9	305,0	113,9	1347,1	41,2	11968,5	1759,3	12203,2	562,0	2249,8	1283,8	3782,2	3,6	15975,9	0,3	0,4	1426,3	785,3	5687,0	833,4	5782,1	266,5	1068,1	608,8	1787,4	7553,1	671,5	369,0	5341,5
		0,60	0,33	0,60	0,21	0,37	0,11	0,01	0,59	0,16	0,34	0,08	0,73	0,74	0,49	0,68	0,82	0,85	0,54	0,83	0,26	0,45	0,60	0,02	0,13	0,30	0,49	0,89	0,90	0,44	0,26	0,22	0,84	0,07	0,17
GEMIDD	WIT	84,9	41,0	15,1	7,1	0,8	48,0	252,3	93,3	1028,4	61,3	4171,2	1140,9	9832,5	245,5	1290,0	912,7	3841,0	3,2	16600,2	0,5	0,7	1073,5	741,6	1988,8	536,3	4620,6	118,0	603,1	425,1	1852,6	8007,7	513,1	353,1	6025,5
	ZWART	83,1	46,6	16,9	8,7	0,8	55,3	230,6	112,4	839,0	59,8	5889,8	1283,6	10821,1	430,0	4202,7	1014,7	3927,1	5,1	17310,3	1,7	0,5	609,9	912,5	3303,6	683,1	5666,1	245,2	1997,6	532,2	2199,5	9686,8	363,7	495,5	7757,3
		0,69	0,48	0,69	0,38	0,79	0,31	0,36	0,49	0,11	0,88	0,03	0,59	0,72	0,02	0,30	0,67	0,65	0,01	0,39	0,33	0,67	0,01	0,19	0,04	0,16	0,26	0,02	0,26	0,32	0,34	0,29	0,20	0,04	0,30

[125] Voor installaties waar zowel EXP als REF getest werden, werd via de gepaarde t-test de significantie van het verschil tussen beide getest (rood gemarkeerde waarden wijzen op significante verschillen bij een p-waarde < 0.05)

7.17. Relaties verbrandingswarmte en stookwaarde met OS en DS-gehalten van biomassa (alle biomassa-stalen)







7.18. Procesverloop batchperiode 3

		2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
batchen 3		Tafel (4m)	Tafel (3m)	Tafel (3m)	Ril (3m) en tafel (3m)	Tafel (4m) en ril (2m)	Tafel (4m)	Tunnel (4m) en tafel (3m)	Rillen (2m) en tafel (4m)	Tafel (3m)	Tafel (3,5m)
				beluchting	actieve beluchting & doek			beluchting (tunnel)	deels beluchting & doek	beluchting	
zeer natte mnd jan/feb	opzet	exp: <20 + >60 (1 mnd nadien +20 uitgezeefd)	exp: <20	exp: <60	exp: <40	exp: <30	exp: <40	exp: <40mm (incl >20 snoeihout)	~~exp~~	~~exp: <40~~	exp: <20 + >100
	afzeving	0-20mm	0-20mm	0-20mm	0-15mm	0-30mm	0-15mm	0-20mm	0-20mm	0-15mm	0-20mm
Keerfrekwentie (gemid):	REF	/	maandelijks	maandelijks	4-wekelijks (3)	wekelijks	2,5-wekelijks	maandelijks	gefaseerd: 2wkn niet dan 1 à 2-wekelijks (nog 4 mnd blijvend op ril)	maandelijks	maandelijks
	EXP	?	maandelijks	maandelijks	4-wekelijks (3)	2x/week	2,5-wekelijks	maandelijks	/	/	wekelijks
Temperatuur:	REF	/	gemid 66,5°C	gemid 58°C	gemid 64°C	gemid 63°C	gemidd 69°C	gemid 53°C	gemid 60°C	gemid 63°C	gemid 59°C
	EXP	?	gemid 56°C	gemid 71°C	gemid 63°C	gemid 49°C (lager op 150cm hoger op 30cm)	gemiddeld 56,5°C	gemid 54°C	/	/	gemid 46°C
Hygiënisatie:	REF	/	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	EXP	?	OK	OK	OK	niet OK	OK	OK (moeizamer)	/	/	NT OK
Vochtgehalte:	REF	/	visueel OK	normaal	47% (einde)(gn toediening)	vochtig nr droog	stabiel ca 38% (gn toediening)	?	50% (einde)	halfdroog (excl halfnat feb-maart)	52%-58%-52%
	EXP	?	visueel OK	normaal	41% (einde)(gn toediening)	nat nr droog	stabiel ca 39% (gn toediening)	?	/	/	52%-45%
Geur:	REF	/	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	EXP	?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	/	/	OK
Duur compostering:	REF	/	30 weken	22 weken	13 weken	10 weken	23,5 weken	28 weken	19 weken	21,5 weken	23 weken
	EXP	?	30 weken	22 weken	13 weken	10 weken	23 weken	28 weken	/	/	16,5 weken

7.19. Kenmerken van biomassa afkomstig vanuit GFT-composteersites

type biomassa	GFT-COMPOSTEERDER	BATCH-PERIODE	OS	OS	as	as	Ntotaal	DS	volume gewicht	Mn_totaal	P_totaal	C/N	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	restvocht	verbrandingswarmte	Steentjes > 5 mm	Gehalte aan onzuiverheden > 2 mm	Cl	S	K_totaal	Mg_totaal	Ca_totaal	Na_totaal	Fe_totaal	Al_totaal	verbrandingswarmte	verbrandingswarmte	Cl	S	Stookwaarde bij constante druk
			%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	%/ADS	%/vers	g/l vers substr	mg/kg ADS	mg/kg ADS	-	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg ADS	kcal/kg luchtdroog	%/ADS	J/g ADS	%	%	mg/kg ADS	mg/kg ADS	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	mg/kg vers	kcal/kg vers	J/g vers	mg/kg vers	mg/kg vers	J/g vers
zwarte biomassa (zeefoverloop) (>40mm)	2	1	86,9	38,7	13,1	5,8	1,098	44,5	300,0	25,6	1096,5	44,0	1691,3	345,9	2253,0	1767,7	1951	1148	4100	2,02	17508	0,0	5,3	3501	1079	752,6	153,9	1002,6	786,6	868,2	510,9	1824,5	7791,1	1557,9	480,2	5775
zwarte biomassa (zeefoverloop) (>40mm)	2	2	77,1	37,2	22,9	11,0	1.535	48,2	145,8	107,2	1979,2	27.9	24964,9	2488,0	14741,5	2438,5	2152	1504	3871	3,75	16827	0,0	0,9	5689	1866,2	12033,1	1199,2	7105,4	1175,4	1037,3	724,9	1865,8	8110,8	2742,3	899,5	6130
zwarte biomassa (zeefoverloop) (>40mm)	2	3	89,6	50,8	10,4	5,9	1,072	56,7	242,3	128,0	1162,7	46,4	9698,5	1648,0	13653,8	2793,6	1187	720	4130	3,37	17280	0,0	9,4	1989	755,7	5499,0	934,4	7741,7	1584,0	673,0	408,2	2341,7	9797,7	1127,9	428,5	7898
zwarte biomassa (zeefoverloop) (20-40mm)	2	3	76,8	42,0	23,2	12,7	1,372	54,7	205,8	189,3	1796,2	31,1	10420,0	2823,4	20670,5	3001,6	2716	2102	3635	2,09	15209	1,3	7,3	2298	1043,0	5699,7	1544,4	11306,8	1641,9	1485,7	1149,8	1988,3	8319,2	1256,8	570,5	6401
niet gezeefd snoeihout	2	3	88,1	43,7	11,9	5,9	0,90	49,6	264,6	116,3	1265	54,4	6169	1258	10120	208	966	601	4064	3,07	17542	0,0	0,0	1097	788	3060,0	623,9	5019,7	103,1	479,1	298,1	2015,7	8701,0	544,3	390,9	6734

7.20. Tonnages (zeefverhoudingen) doorheen batchperioden en naargelang maaswijdte en afzeving vóór (experimenteel-wit) of na (referentie-zwart) compostering

Batchperiode 1

BATCH 1												
compost eerder	**hakselaar**	**zeefgroottes**	**EXP witte biomassa (kg vers)**	**EXP uitgangsmateriaal na zeven bij start compostering (kg vers)**	**EXP compost (kg vers)**	**rest**	**zeefgroottes**	**REF uitgangsmateriaal bij start compostering (kg vers)**	**REF zwarte biomassa(kg vers)**	**REF compost na uitzeven zwarte biomassa (kg vers)**	**rest**
5	hakselaar SD1600XL (en SD1400 : reserve) met roosterkam 400mm	witte bm: >40; compost: 0-15	64	351	153	19 (15-40) en 2 (>40mm)	zwarte bm: 15-40	315	22	125	9 (>40mm)
2	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 250mm	witte bm:20-60; compost 0-20	225,15	768,3	?						
4	Jens (sneldraaiend) 1000 toeren maar kan ook trager met korf op 100mm	witte bm: >60; compost 0-20	42,3	150,1	102,5	20,5 (>20mm)	zwarte bm: >20	150,3	26,1	86,3	
7	Crambo 6000 (traagdraaiend) met korf op 250 (25x 25cm)	witte bm: 30-60; compost 0-30	94,65	152,88	152		zwarte bm: 30-60	160	39,3	115,67	2,35 (>60mm)
12	Peterson 4700 B, sneldraaiende korf 250 mm of Morback 1200xl, sneldraaiend korf maaswijdte 250 mm	witte bm:20-100; compost 0-20	88	464	282	16 (20-100mm) en 2 (>100mm)	zwarte bm: 20-100	326	60,85	207	7,45 (>100mm)
11	Tupgreener 1200 Morbarck (sneldraaiend) korf 150	witte bm: >40; compost 0-15	155	552	362		zwarte bm: >15	707	109,32	492,86	32 (>60mm)
10	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 150mm						zwarte bm: >20	226	57,57	112	
8	Dopstadt AK 430 sneldraaiend met 250mm (kleiner (60mm, 120 mm,..) ter beschikking)	witte bm:20-80; compost 0-10	150	350	150	7 (>10mm)	zwarte bm: >10	500	55	265	
3	Jens sneldraaiend met korf op 120mm	witte bm: >20; compost 0-20	170	234	177		zwarte bm: >20	229,5	60,39	102,46	

Batchperiode 2

BATCH 2												
compost eerder	hakselaar	zeefgroottes	EXP witte biomassa (kg vers)	EXP uitgangsmateriaal na zeven bij start compostering (kg vers)	EXP compost (kg vers)	rest	zeefgroottes	REF uitgangsmateriaal bij start compostering (kg vers)	REF zwarte biomassa(kg vers)	REF compost na uitzeven zwarte biomassa (kg vers)	rest
5	hakselaar SD1600XL (en SD1400 : reserve) met roosterkam 400mm	witte bm: >40; compost: 0-15	161	321	103	10,5 (15-40mm) en 0,24 (>40mm)	zwarte bm: 15-40	382	117	84	31 (>40mm)
2	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 250mm	witte bm:20-60; compost 0-20									
4	Jens (sneldraaiend) 1000 toeren maar kan ook trager met korf op 100mm						zwarte bm: >20				
7	Crambo 6000 (traagdraaiend) met korf op 250 (25x 25cm)	witte bm: 30-60; compost 0-30	97,2	150,3	121,3		zwarte bm: 30-60	150	34,5	96,2	2,8 (>60mm)
12	Peterson 4700 B, sneldraaiende korf 250 mm of Morback 1200xl, sneldraaiend korf maaswijdte 250 mm	witte bm:20-100; compost 0-20	54	355	209	14 (20-100mm) en 2 (>100mm)	zwarte bm: 20-100	342	41	206	6 (>100mm)
11	Tupgreener 1200 Morbarck (sneldraaiend) korf 150						zwarte bm: 15-60	3295	560	1812	
10	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 150mm						zwarte bm: >20	500	200	200	
8	Dopstadt AK 430 sneldraaiend met 250mm (kleiner (60mm, 120 mm,..) ter beschikking)	witte bm:>40; compost: 0-10		215	78,5	8	zwarte bm: >10	250	30	100	
3	Jens sneldraaiend met korf op 120mm						zwarte bm: >20	1924	117	1115	
9	Dopstadt AK 430 (sneldraaier	witte bm:20-120; compost: 0-10	?	115	104	13 en 0,08	zwarte bm: 20-120	108	10	98	0,5

Batchperiode 3

BATCH 3												
compost eerder	**hakselaar**	**zeefgroottes**	**EXP witte biomassa (kg vers)**	**EXP uitgangsmateriaal na zeven bij start compostering (kg vers)**	**EXP compost (kg vers)**	**rest**	**zeefgroottes**	**REF uitgangsmateriaal bij start compostering (kg vers)**	**REF zwarte biomassa(kg vers)**	**REF compost na uitzeven zwarte biomassa (kg vers)**	**rest**
5	hakselaar SD1600XL (en SD1400 : reserve) met roosterkam 400mm	witte bm: >40; compost: 0-15	117,7	327,3	180	47 (15-40mm) +9 (>40mm)	zwarte bm: 15-40	345	39	162	17 (>40mm)
2	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 250mm	witte bm:20-60; compost 0-20									
4	Jens (sneldraaiend) 1000 toeren maar kan ook trager met korf op 100mm	witte bm: >60; compost 0-20	39	110	61,87	17,82 (>20mm)	zwarte bm: >20	112,7	16,98	52,66	
7	Crambo 6000 (traagdraaiend) met korf op 250 (25x 25cm)	witte bm: 30-60; compost 0-30	62,21	149,85	108		zwarte bm: 30-60	150	22	102	2 (>60mm)
12	Peterson 4700 B, sneldraaiende korf 250 mm of Morback 1200xl, sneldraaiend korf maaswijdte 250 mm	witte bm:20-100; compost 0-20	47,15	347	233,4	12,25	zwarte bm: 20-100	307	33	192	2 (>100mm)
11	Tupgreener 1200 Morbarck (sneldraaiend) korf 150						zwarte bm: 15-60	1743	261,5	1203	26,3>60mm)
10	Dopstadt AK 430 (sneldraaiend) met korf op 150mm						zwarte bm: >20	420	147	231	
8	Dopstadt AK 430 sneldraaiend met 250mm (kleiner (60mm, 120 mm,..) ter beschikking)	witte bm:>40; compost: 0-15	40	100	58	15	zwarte bm: >15	200	40	105	
3	Jens sneldraaiend met korf op 120mm		140	228	159,7		zwarte bm: >20	222	63	102	

7.21. Effect op compost (batch 1) van uitzeven (< 0,5 mm): EC, OS en DS

	Niet gezeefd				Gezeefd					
COMPOST EERDER	EC µS/cm	OS %/ADS	DS %/vers	OS %/vers	EC µS/cm	OS %/ADS	DS %/vers	OS %/vers		
2 exp	511	33,1	60,35	19,98	675	36,9	58,1	21,44		
3 ref	482	29,2	70,2	20,50	493	39,8	65,3	25,99		
3 exp	445	23,1	62,2	14,37	517	26,4	57,5	15,18		
4 ref	414	32,1	71,9	23,08	416,0	48,5	63,0	30,56		
4 exp	486	26,9	61,9	16,65	511,0	34,2	54,3	18,57		
5 ref	740	34,5	70,50	24,32	460	52,9	65,7	34,76		
5 exp	1017	31,4	69,25	21,74	834	42,4	64,5	27,35		
7 ref	421	29,6	64,5	19,09	416	36,9	60,3	22,25		
7 exp	471	39,5	68	26,86	410	43,3	62,2	26,93		
8 ref	483	30,9	70,7	21,85	602	51,2	62,3	31,90		
8 exp	457	28,4	74,8	21,24	424	52,4	67,4	35,32		
10 ref	743	28,7	79,6	22,85	592	51,9	73,3	38,04		
11 exp	705	38,3	72,5	27,78	705	42	68,8	28,90		
11 ref	789	41,3	72,6	29,98	649	42,2	69,7	29,41		
12 ref	668	41,4	67,7	28,03	486	53	62,9	33,34		
12 exp	456	35,7	67,9	24,24	389	50,6	64,9	32,84		
					580	33	69	23	**Niet-gezeefd**	
					536	44	64	28	**Gezeefd**	
					0,157	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**t-test**	

7.22. Regelgeving omtrent geoorloofd transport en verbranding van zeefoverloop en houtige fractie groenafval

I. Inzake transport

a. Zeefoverloop en houtige fractie groenafval blijven **afval** waardoor algemeen voor transport van afval de volgende **algemene voorwaarden** gelden (http://www.ovam.be/transport-afvalstoffen)

b. De composteerder kan ofwel zelf het afval (zeefoverloop of houtige fractie) transporteren, of kan het afval meegeven aan hetzij een geregistreerd afvalstoffenvervoerder hetzij een geregistreerd inzamelaar-afvalhandelaar-makelaar

c. Voor dit transport binnen/door Vlaanderen is sowieso een '**identificatieformulier'** nodig (http://www.ovam.be/identificatieformulier-afvalstoffen). Dit voorbeelddocument op de OVAM-website is echter niet bindend: een afvalstoffenproducent die zelf regelingen treft voor zijn afvalstoffen of de inzamelaar, afvalstoffenhandelaar of -makelaar is vrij om een eigen of een reeds bestaand formulier te gebruiken. CMR-formulieren, bestelbonnen e.d. kunnen dus ook gebruikt worden maar moeten minstens de hierboven gevraagde gegevens bevatten. Aan de bestuurder van het voertuig moet dan duidelijk gemeld worden dat dit formulier geldt als identificatieformulier voor afvalstoffen.

d. Indien afvalstoffen van Vlaanderen naar het **buitenland** gaan (NL, FR, …) komt het **EVOA erbij: verordening 1013/2006/EG**. Zeefoverloop is ingedeeld onder de **oranje lijst** (code AC 170) . Hierbij moet voorafgaandelijk aan het transport een kennisgeving en toestemming gevraagd worden aan OVAM (vr Vlaanderen). Een kennisgevingsdocument kan aangevraagd worden bij OVAM (http://www.ovam.be/e-loket-toepassingen/milieuprofessionals/transport-van-afvalstoffen-en-materialen/transport-afvalstoffen/en-uitvoer-van-afvalstoffen). Indien kennisgeving cfr EVOA dient te gebeuren, moet ook een contract opgesteld met de vergunde verwerker, moet een bankgarantie ten voordele van OVAM worden opgesteld, en moet een administratieve kost betaald worden en dient de kennisgeving te gebeuren volgens bepaalde regels onderhevig aan bepaalde termijnen. Zo moet ook de instantie van de regio waar het afval terechtkomt geconsulteerd worden ter goedkeuring van het transport. (Zie handleiding: http://www.ovam.be/e-loket-toepassingen/milieuprofessionals/transport-van-afvalstoffen-en-materialen/transport-afvalstoffen/en-uitvoer-van-afvalstoffen). Voor de grensoverschrijdende overbrenging van **houtige fractie van groenafval** is geen kennisgeving vereist aangezien het als een groene lijstafvalstof wordt beschouwd (code BEU05). Dergelijke transporten kunnen worden uitgevoerd mits een bijlage VII document het transport begeleidt. (http://www.ovam.be/sites/default/files/Bijlage%20VII.pdf).

e. Verwerker moet vergund zijn

f. Composteerder moet afvalstoffenregister bijhouden

II. Inzake verbrandingsverbod en/of milieuheffing op groenafval- en zeefoverloopverbranding (Vlarema)

g. Dit schema toont op welke deelstromen van groenafval een verbrandingsverbod rust en een afwijking mogelijk is:

Afvalstroom	Verbrandingsverbod	Afwijking mogelijk?
Groenafval	Ja	Nee
Houtige fractie groenafval	Ja	Ja
Fijne fractie groenafval	Ja	Nee
Zeefoverloop (gft en groen)	Nee	NVT

Of nog,

h. **Houtige fractie groenafval** mag normaliter niet verbrand worden zelfs niet als calorische waarde > 11,5 MJ/kg zou zijn (: cfr 4.5.2 Vlarema uitzonderingscategorie 'houtafval')

i. Indien afwijking verbrandingsverbod toegestaan voor houtige fractie groenafval dan ook geen heffing. Zoniet wel milieuheffing van 173,56 euro/ton ('illegaal verwerken van groenafvalfracties').

j. Indien verbranding **in Vlaanderen** gebeurt moet afwijking worden aangevraagd door de **verbrandingsinstallatie**; Indien verbranding **buiten Vlaanderen** gebeurt moet afwijking worden aangevraagd door **exporteur** (hetzij de producent hetzij een geregistreerd inzamelaar, afvalhandelaar of –makelaar). Bedrijf dat groenafval enkel mechanisch voorbehandelt kan geen afwijking verkrijgen. Afwijking wordt gevraagd en toegekend voor **welbepaalde hoeveelheid** en **welbepaalde periode** en (igv aanvraag BM-centrale) aan te leveren door nominatief genoemde bedrijven.

k. Voor **zeefoverloop** is geen aanvraag tot afwijking verbrandingsverbod nodig, maar om vrijgesteld te zijn van milieuheffing moet het de zeefrest betreffen van het geheel of gedeeltijk doorlopen van gft- of groenafval door het composteringsproces, moet de vergunde composteringsinstallatie onderworpen zijn aan kwaliteitsopvolging en over een keuringsattest beschikken voor compost, moet de zeefoverloop >20mm zijn en moet 6-maandelijks (zomer en winter) gecontroleerd worden door een Vlarel-erkende staalnemer en labo of de zeefoverloop niet meer dan 31 ~~1~~ gewichts% niet-houtachtige niet-inerte bestanddelen bevat: deze van heffing vrijgestelde zeefoverloop is dan '*niet verontreinigd behandeld houtafval*'. Zoniet is de zeefoverloop '*niet gevaarlijk bedrijfsafval*' en is heffing verschuldigd bij verbranding (5,67 of 8,10 EUR/ton).

7.23. Voorbeeldillustraties witte biomassa vs zwarte biomassa

Illustratie witte biomassa

Illustratie zwarte biomassa