

Addendum bij de studie “Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking - derde uitgave”

Mestverwerkingstrajecten: BBT en “technieken in opkomst” met focus op nutriëntrecuperatie

Eindrapport

8 september 2020

An Derden en Roger Dijkmans

Inhoud:

1. Waarom een addendum?
2. Een type samenstelling voor dikke en dunne mest
3. Voor de twee types mest definiëren we een aantal mogelijke mestverwerkingstrajecten
4. Eerste stap in de analyse: technische haalbaarheid
5. Tweede stap in de analyse: nutriëntrecuperatie
6. Derde stap in de analyse: milieuevaluatie (inclusief nutriëntrecuperatie)
7. Vierde stap in de analyse: kostprijs
8. Selectie van BBT en technieken in opkomst voor de twee types mest
9. In hoeverre veranderen andere randvoorwaarden de selectie van BBT en technieken in opkomst?
10. Conclusies en aanbevelingen
11. Referentielijst
12. Leden begeleidingscomité addendum bij de BBT-studie mestverwerking
13. Finale opmerkingen

1. Waarom een addendum?

Dit addendum bestaat uit een actualisatie van de BBT-evaluatie in de **BBT-studie mestverwerking**¹ van 2007 (Lemmens B. et al., 2007, BBT voor mestverwerking). Deze evaluatie steunt op een geactualiseerde scoring van de technische haalbaarheid, milieu-impact en economische haalbaarheid (BBT-methodologie) van mestverwerkingstrajecten in de Vlaamse context². In dit addendum wordt specifieke aandacht gegeven aan de mogelijkheden voor een beter materiaalhergebruik en betere nutriëntrecuperatie (circulariteit)³ in deze processen, zoals ook gevraagd door het Vlaamse beleid⁴.

Het addendum ambieert niet om een volledig beeld te geven van de technische, milieukundige en economische aspecten van mestverwerkingstechnieken (zoals beschreven in Hoofdstuk 4 van de BBT-studie mestverwerking: “Technieken gebruikt bij mestverwerking”) en verwijst hiervoor naar andere bronnen⁵. Het addendum ambieert wel om Vlaamse beleidsmakers en betrokken sectoren een geactualiseerd BBT-kader te geven voor de beoordeling van vergunnings-, investerings- en onderzoeksdossiers. BBT zijn een belangrijk referentiepunt bij het vaststellen van vergunningsvoorwaarden. Technieken die de status van BBT nog niet bereikt hebben maar beloftevol zijn (“technieken in opkomst”⁶ of “emerging techniques”) kunnen de basis vormen voor een stimulerend overheidsbeleid (bv. subsidies en flankerend beleid)⁷. Verder is evolutie in deze technieken een mogelijke reden om een BBT-studie in de toekomst te herzien.

¹ Mestverwerking (Vlaams Mestdecreet): het exporteren (= buiten het Vlaamse Gewest) van pluimveemest of paardenmest, op basis van een expliciete en voorafgaande toestemming van de bevoegde autoriteit van het land of de regio van bestemming, het behandelen van dierlijke mest of andere meststoffen, waarna de stikstof en de fosfor, die aanwezig is in de dierlijke mest of in de andere meststoffen, een van de volgende behandelingen ondergaat: de stikstof wordt niet opgebracht op landbouwgrond in het Vlaamse Gewest, behalve in tuinen, parken en plantsoenen; de stikstof wordt behandeld tot stikstofgas (milieuneutrale component); de stikstof wordt behandeld tot kunstmest.

² In Vlaanderen dient mestverwerking dus in eerste instantie om de stikstof- en fosforbelasting van de Vlaamse bodem door agrarische bronnen en de hierdoor veroorzaakte verontreiniging door nitraten en fosfaten in de Vlaamse waterlopen te verminderen of te voorkomen alsook luchtverontreiniging als gevolg van de productie en het gebruik van meststoffen te voorkomen (Mestdecreet, artikel 2). In de BBT-studie mestverwerking werden ook technieken besproken die juridisch volgens het mestdecreet betrekking hebben op mestbewerking, dit wil zeggen waarbij de nutriënten ervan nog op Vlaamse bodem terechtkomen. In internationaal kader wordt de term mestverwerking breder gebruikt en heeft deze naast de beperking van stikstof- en fosforemissies ook tot doel geuremissies te beperken, de verspreiding van microbiële ziekteverwekkers in de lucht en het water te verminderen en de opslag en/of het uitrijden van mest te vergemakkelijken (BREF Intensive Rearing of Poultry or Pigs, EC-JRC, 2017).

³ Nutriëntrecuperatie in de context van dit addendum is het “Nuttig gebruik van nutriënten zoals stikstof, fosfor, organische koolstof en kalium in economisch bruikbare producten.” In essentie beschouwen we in dit addendum nutriënten afkomstig van dierlijke oorsprong. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen toepassingen in of buiten Vlaanderen, zonder evenwel af te wijken van de wettelijk voorziene criteria die gelden voor mestverwerking.

⁴ Bijvoorbeeld brief consultatie Mina-raad dd. 05/09/18: Het voorstel van de BBT/EMIS/EP-stuurgroep voor het werkprogramma 2019 is om in 2019 de volgende studie op te starten: addendum BBT-studie mestverwerking: nutriëntrecuperatie. Deze studie wordt gerangschikt als hoogste prioriteit voor het jaar 2019 omwille van de vermelding in het Actieplan Duurzaam beheer van biomassa(reststromen) 2015-2020.

⁵ Uitgebreide beschrijvingen van mestverwerkingstechnieken kunnen geraadpleegd worden via o.a. <https://www.vcm-mestverwerking.be> (technieken en bibliotheek), <https://www.vlm.be> (studies en rapporten), www.emis.vito.be (BBT-studies en tools, o.a. de BBT-studie mestverwerking) en <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/> (Europese BBT-studies). Een hernieuwde analyse van de kostenhaalbaarheid van mestverwerking maakt geen onderdeel van de huidige analyse maar we gaan er wel van uit dat de kosten draagbaar moeten zijn voor de veeteeltsector. Voor meer informatie wordt verwezen naar “Socio-economische situering van de veeteeltsector in Vlaanderen in relatie tot mestverwerking” (Hoofdstuk 2) en de paragraaf Kostenhaalbaarheid (5.4.2.) van de BBT-studie mestverwerking waaraan dit addendum gevoegd wordt.

⁶ Een “techniek in opkomst” is volgens de Europese Richtlijn Industriële Emissies (2010/75/EU) een nieuwe techniek die, als zij commercieel wordt ontwikkeld, hetzij een hoger algemeen beschermingsniveau voor het milieu hetzij ten minste hetzelfde beschermingsniveau voor het milieu en grotere kostenbesparingen kan opleveren dan de bestaande BBT. Het uitvoeringsbesluit van de richtlijn (2012/119/EU) verduidelijkt dat het hier enkel over technieken gaat die reeds voldoende zijn ontwikkeld, zodat er een gerede kans bestaat dat zij in de (nabije) toekomst BBT worden.

⁷ Artikel 27 van de Europese Richtlijn Industriële Emissies (2010/75/EU) vraagt dat lidstaten, waar passend, de ontwikkeling en de toepassing van “technieken in opkomst” voor GPBV-activiteiten stimuleren. Conform de richtlijn laat Artikel 1.9.6° van VLAREM III toe om voor GPBV-

Het addendum vervangt het hoofdstuk 5 “BBT-evaluatie van mestverwerkingstrajecten” (met uitzondering van het onderdeel 5.4.2. “Kostenhaalbaarheid”) en is een aanvulling van hoofdstuk 6 “Algemene conclusies en aanbevelingen” in de BBT-studie mestverwerking.

De onderzoeksvraag van dit addendum bij de BBT-studie mestverwerking luidt als volgt: “Hoe met behulp van BBT of “technieken in opkomst” dierlijke nutriënten in Vlaanderen behandelen met focus op recuperatie van nutriënten bij mestverwerkingstrajecten?”. Met andere woorden wordt in dit addendum nagegaan welke de BBT en welke de “technieken in opkomst” zijn voor mestverwerking indien het beleid focus legt op recuperatie van nutriënten. Het addendum bekijkt combinaties van mestverwerkingstechnieken (trajecten) die dikke of dunne mest omzetten tot één of meerdere vermarktbare of binnen het eigen bedrijf inzetbare producten. Hierbij wordt rekening gehouden met het huidige wettelijk kader (Vlaams Mestdecreet) maar ook met verwachte aanpassingen, bv. met betrekking tot de inzetbaarheid van mestverwerkingsproducten als kunstmeststof⁸.

In het addendum werken we met een type samenstelling van dikke en dunne mest (paragraaf 2), bekijken we voor elk type een 7-tal alternatieve mestverwerkingstrajecten (paragraaf 3), vergelijken we hiervan de technische haalbaarheid (paragraaf 4), de nutriëntrecuperatie (paragraaf 5), het globale milieuresultaat (paragraaf 6) en de kostprijs (paragraaf 7). Technische haalbaarheid, milieuperformantie (incl. nutriëntrecuperatie) en kostprijs worden samengelegd en leiden tot de selectie van BBT en “technieken in opkomst” voor de twee gekozen mesttypes (paragraaf 8). In paragraaf 9 wordt onderzocht of deze selectie ook breder geldt voor andere mestsoorten en bij andere randvoorwaarden (bijkomende technieken, en andere afzetmarkten en/of wijzigingen in regelgeving). Tenslotte volgen er in paragraaf 10 conclusies en aanbevelingen in het kader van het Vlaamse vergunningenbeleid, het nutriëntrecuperatiebeleid, het waterbesparingsbeleid, het algemeen landbouwbeleid en het toegepast onderzoeksbeleid.

Verwerking van mest wordt in dit addendum bij de BBT-studie mestverwerking bekeken als het verlengde van de (intensieve) veehouderij en vaak zelfs fysiek op het veeteeltbedrijf zelf. De van toepassing zijnde VLAREM-indelingsrubrieken zijn:

- Rubriek 28: mest of meststoffen (rubriek 28.3: "Inrichtingen waar dierlijke mest bewerkt of verwerkt wordt, met uitzondering van de inrichtingen voor de bewerking of verwerking van dierlijke mest als vermeld in rubriek 9.3 tot en met 9.8).
- Rubriek 9: dieren (waarbij de rubrieken 9.3-9.8 ook de volgende bepalingen omvatten: "met inbegrip van de inrichtingen voor de bewerking of verwerking van dierlijke mest, afkomstig van de op die plaats geproduceerde dierlijke mest, zonder bijmenging van afval & de inrichtingen voor de compostering van dierlijke mest, afkomstig van de op die plaats geproduceerde dierlijke mest, met groenafval, afkomstig van de eigen inrichting en van de gronden die bij de inrichting horen").

activiteiten een tijdelijke vrijstelling toe te staan van de eisen vermeld in punt 5°, artikel 3.3.0.3, 2°, tweede lid, van titel II van het VLAREM, en artikel 2.1.1, 1° en 2°, voor een totale periode van ten hoogste negen maanden om technieken in opkomst te testen en te gebruiken, op voorwaarde dat na de vermelde periode hetzij met de techniek wordt gestopt, hetzij met de activiteit in kwestie in elk geval de BBT-GEN niet worden overschreden.

⁸ Zie met name het SafeManure project (EC-JRC, 2020).

Er zijn uiteraard ook andere bedrijfsactiviteiten die interageren met mestverwerking (bv. de biogassector, de kunstmeststoffensector, champignonsubstraatbedrijven, ...), elk vanuit hun eigen processen, business model en reglementair kader. Deze sectoren maken geen deel uit van de analyse en worden als een vast gegeven beschouwd. Wat uiteraard niet wil zeggen dat evoluties in deze sectoren geen impact zullen hebben op toekomstige ontwikkeling van BBT en “technieken in opkomst” voor mestverwerking (zie ook paragraaf 10).

Eindrapport

2. Een type samenstelling voor dikke en dunne mest

De evaluatie van BBT en “technieken in opkomst” van mestverwerkingstrajecten in dit addendum maakt onderscheid tussen de verwerking van dikkere, vaste mest en van dunne, waterige mest. Pluimveemest uit de stal is meestal al vaste mest (ongeveer 50-60% DS⁹). Varkens-, runder- en kalvermest kan -soms na een voorafgaande vergistingsstap- gescheiden worden in een dikke fractie (ongeveer 15% van de massa, ongeveer 25% DS¹⁰) en een dunne fractie (ongeveer 85% van de massa, 3% DS¹¹) waarna de eigenlijke mestverwerking op elk van de twee deelfracties kan plaatsvinden. Kalvermest wordt veelal direct als dunne mest beschouwd¹².

Alhoewel er vele soorten “dunne” en “dikke” mest zijn, zijn verschillen voor de evaluatie van BBT en “technieken in opkomst” in eerste instantie niet doorslaggevend. We zullen daarom starten met een typische dunne en dikke varkensmestfractie zoals vermeld in Tabel 1. Uiteraard zal in de praktische werking van mestverwerkingsinstallaties wel rekening gehouden moeten worden met verschillen in de precieze voorliggende mestsamenstelling. In paragraaf 9 van dit addendum wordt getoetst of de evaluaties standhouden bij een afwijkende samenstelling van de mestfracties (bv. bij de hogere drogestofgehalten van pluimveemest, bij rundermest,).

Tabel 1: Voor deze analyse gekozen type samenstelling van dikke en dunne mest

Parameter	Dikke mest	Dunne mest
	Dikke fractie varkensdrijfmest (centrifuge) ¹³	Dunne fractie varkensdrijfmest ¹⁴
	(kg/ton)	(kg/ton)
Drogestof	278,4	27,2
Organische stof	240,6	15,0
EOC ¹⁵	46	4
pH	7,8	8,2
N (totaal)	12,1	5,8
N (mineraal)	4,4	4,5
P ₂ O ₅	17,9	0,8
K ₂ O	5,7	4,4

⁹ Drogestofgehalte; Coppens et al., 2009.

¹⁰ Smets S. et al., 2018.

¹¹ Coppens et al., 2009.

¹² <https://www.mestinbeheer.nl/dunne-fractie-mest>.

¹³ Smets S. et al., 2018; Coppens et al., 2009 (bijlage uit Mestwegwijzer Bodemkundige Dienst van België).

¹⁴ Coppens et al., 2009; <https://www.vcm-mestverwerking.be/>; Vanrespaille, 2019.

¹⁵ Effectieve Organische Koolstof: dit is de hoeveelheid koolstof die 1 jaar na toediening nog aanwezig is in de bodem en dus bijdraagt aan de organische stofopbouw. Dit is de fractie van organische koolstof die voor de bodemkwaliteit het meest belangrijk is en bijdraagt aan de humusfractie en de opbouw van de organische stof in de bodem. Deze bedraagt bij varkensmest ongeveer 30% van de totale organische koolstof en 20% van de totale organische stof (Vannecke T. et al., 2018).

3. Voor de twee types mest definiëren we een aantal mogelijke mestverwerkingstrajecten

Een mestverwerkingstraject is een combinatie van technieken die uitgaande van dunne of dikke mest leidt tot één of meerdere mestverwerkingsproducten die zonder verdere behandeling afzetbaar zijn (binnen of buiten het bedrijf).

We vergelijken in dit addendum telkens een 7-tal trajecten (zie Tabel 2 en Tabel 3). Dit zijn trajecten die (i) in de BBT-studie mestverwerking al aan bod kwamen, (ii) vermeld werden in de Europese BBT-studie (BREF IRPP, EC-JRC, 2017) over intensieve veeteelt en ook relevant zijn voor Vlaanderen, (iii) thans in Vlaanderen reeds toegepast worden of (iv) gevraagd werden door het begeleidingscomité (o.a. omwille van hun mogelijke bijdrage tot materialenhergebruik/nutriëntrecuperatie).

Er wordt bij de definitie van een mestverwerkingstraject een abstractieniveau gehanteerd dat voldoende gedetailleerd is voor de analyse van BBT en “technieken in opkomst” (maar niet verder dan dat). Er wordt een uitvoering gekozen die het dichtst aanleunt bij de huidige praktijk en het huidige wettelijk kader. Eventuele variante uitvoeringsvormen van deze trajecten (andere mestsamenstelling, bijkomende technieken, en andere afzetmarkten en/of een wijziging in regelgeving) worden in paragraaf 9 bestudeerd.

In de BBT-studie mestverwerking werden voor de dikke mestfractie drie trajecten als mogelijke BBT beschouwd:

- biothermisch hygiëniseren en exporteren (toen “composteren” genoemd);
- onbewerkt exporteren;
- verbranden.

In de huidige praktijk blijkt het traject “biothermisch hygiëniseren” in Vlaanderen het breedst verspreid. We zullen in dit addendum dit traject gebruiken als het vergelijkingspunt voor de andere trajecten met deze mestsoort (referentietraject K1).

In dezelfde BBT-studie werden voor de dunne mestfractie de volgende trajecten als potentieel BBT beschouwd:

- Biologie;
- Loosbaar (i.e. biologie met extra zuiveringsstappen zoals indampen zodat een loosbaar effluent gekregen wordt).

In de huidige praktijk blijkt het traject “biologie” het breedst verspreid. Daarom wordt in dit addendum dit traject gekozen als het vergelijkingspunt voor de andere trajecten met deze mestsoort (referentietraject N1).

Stalluchtdroging van varkensmest werd als een afzonderlijk traject besproken in de BBT-studie mestverwerking maar is in de praktijk niet doorgebroken en wordt hier niet verder beschouwd. Vergisting wordt niet als een afzonderlijk traject behandeld maar als een variant van de trajecten biologie, loosbaar, concentreren, stripping/scrubbing, biothermisch hygiëniseren en thermisch hygiëniseren (zie paragraaf 9). Daarnaast zijn er een aantal alternatieve omzettingstechnieken voor biomassa die ook toegepast zouden kunnen worden op mest zoals eendenkroos, algenkweek en insectenkweek. Van deze alternatieven zijn (nog) geen voldoende praktijkrijpe cases gekend: deze worden hier ook niet verder beschouwd. Ook voor de meer experimentele “verbrandingstechnieken” zoals vergassing en hydrothermale carbonisatie zijn er geen praktijkrijpe cases gekend in het kader

van mestverwerking. Dit is eveneens het geval voor de technieken (natte) oxidatie en elektrolyse/electrocoagulatie/electro-oxidatie¹⁶.

¹⁶ Voor een breder overzicht van mogelijke mestverwerkingstechnieken zie bv. <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/167/technieken>; BREF IRPP (EC-JRC, 2017, <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/intensive-rearing-poultry-or-pigs>); Foged H.L., 2011.

Tabel 2: Bestudeerde mestverwerkingstrajecten dikke mestfractie

Traject	Bron	Belangrijkste gevormde producten ¹⁷	Belangrijkste technieken ¹⁸ (cfr. BBT-studie mestverwerking, 2007)
K1: Biothermisch hygiëniseren ¹⁹	BBT-studie mestverwerking = referentietraject	Gehygiëniseerde, organische mest klaar voor export, met ongeveer 50% DS. Spuiwater wordt in het proces verwerkt, soms extern afgezet als meststof ²⁰ .	Composteren (blz. 192)
K2: Thermisch hygiëniseren	BBT-studie	Gehygiëniseerde, organische droge mest klaar voor export, met ongeveer 90% DS. Condensaat (CZV, N) wordt in het proces verwerkt, soms extern afgezet als meststof in Vlaanderen.	Drogen (blz 185)
K3: Hygiëniseren door bekalken	Thans toegepast in Vlaanderen	Gehygiëniseerde, met kalk aangerijkte organische mest klaar voor export. Spuiwater wordt extern afgezet of in het proces verwerkt.	Kalkbehandeling (blz 250)
K4: Export zonder behandeling	BBT-studie	Ruwe, organische mest klaar voor export.	n.v.t.
K5: Verbranden	BBT-studie	Mest-assen (rijk aan P en K). Nevenproducten uit afgasbehandeling worden in het proces verwerkt.	Verbranden (blz 213)
K6: Pyrolyse	Vraag begeleidingscomité	Pyrolysegas en -olie. Biochar.	Pyrolyse (blz 218)
K7: Scheiding in een P- en C-rijke fractie	Vraag begeleidingscomité (zie ook N5)	Gedroogde/gehygiëniseerde, P-verarmde organische, C-rijke mest voor inzet als bodemverbeteraar. Fosfaatprecipitaat (o.a. struviet, calcium- of magnesiumfosfaat) voor inzet als kunstmestvervanger. Vloeibare reststroom.	Fosfaat leaching ²¹ ; Mechanische scheiding (blz 115); Precipitatie (blz 160).

¹⁷ Eventuele varianten worden bekeken in paragraaf 9.

¹⁸ Daarnaast nog een aantal ondersteunende technieken (zie Tabel 4).

¹⁹ In de praktijk wordt ook de benaming “biothermisch drogen” of als alternatief “(gedeeltelijk) composteren” gebruikt, bv. ikv rapportages aan de VLM-mestbank; volgens VLACO zijn er wel verschillen in behandelingstijd: enerzijds voor compost: 4 weken om tot een stabiel product te komen en anderzijds 2 weken bij gedeeltelijk composteren/biothermisch drogen.

²⁰ Voor deze analyse maakt de plaats van toepassing van het spuiwater weinig uit (toepassing in landbouw), wel voor het verwerkingspercentage.

²¹ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5071/fosforprecipitatie>.

Trajecten K1-K4 hebben als belangrijkste doel om de dikke mestfractie voor te bereiden op export. Traject K5 zet de N-nutriënten om naar het inerte N_2 -gas en concentreert de P-fractie in assen voor export of binnenlands gebruik. Traject K6 zet de mestcomponenten om tot tussenproducten voor industriële toepassingen. Traject K7 doet een scheiding in sub-fracties die elk hun weg als bodemverbeteraar/meststof kunnen vinden.

Eindrapport

Tabel 3: Bestudeerde mestverwerkingstrajecten dunne mestfractie

Traject	Bron	Belangrijkste gevormde producten ²²	Technieken ²³ (cfr. BBT-studie mestverwerking, 2007)
N1: Biologie (omzetting N-componenten tot N ₂)	BBT-studie mestverwerking = referentietraject	K-rijk effluent ²⁴ voor afzet als dunne mest op Vlaamse bodem. P-houdende slibfractie voor afzet als mest op Vlaamse bodem.	Biologische behandeling (i.e. nitrificatie-denitrificatie) (blz 132 ²⁵)
N2: Loosbaar (biologie + verdere zuivering effluent)	BBT-studie, op vraag van begeleidingscomité met verdere zuivering door “constructed wetlands”	P-houdende slibfractie voor afzet als mest op Vlaamse bodem. Effluent geloosd op oppervlaktewater ²⁶ .	Biologische behandeling (blz 132); FeCl ₃ -precipitatie (blz 160); Constructed wetlands/rietvelden ²⁷ (blz 253).
N3: Concentreren (opsplitsen in een waterige en geconcentreerde fractie)	Toegepast in Nederland	Mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. Effluent (condensaten en permeaten) evt. na verdere zuivering ²⁸ geloosd op oppervlaktewater.	Indampen of membraanfiltratie ²⁹ (blz 143 en 154); + evt. bijkomende zuiveringsstappen (bv. coagulatie/flocculatie, actieve koolfiltratie, andere adsorptiemiddelen, ionenwisselaar) ³⁰ .

²² Alternatieve inzet van producten zie paragraaf 9.

²³ Daarnaast nog een aantal ondersteunende technieken (zie Tabel 4).

²⁴ Vaak wordt dit gewoon “effluent” genoemd; “een meststof, ontstaan uit de biologische behandeling van dierlijke of andere meststoffen door middel van nitrificatie of denitrificatie, met uitzondering van het ontstane slib van de biologische verwerking”.

²⁵ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4797/biologische-verwerking-van-mest>.

²⁶ In de huidige praktijk veelal geloosd mits voldaan aan VLAREM-voorwaarden (schriftelijke mededeling VCM, 2020).

²⁷ Mogelijke variant is biologie + indampen of membraanfiltratie + verder zuivering bv. actieve koolfiltratie, ionenwisselaars, ... (zie paragraaf 9).

²⁸ Condensaten zijn bv. beladen met ammonium en vluchtige organische stoffen.

²⁹ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5062/indamping>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5065/membraanfiltratie>.

³⁰ Voor bijkomende waterzuiveringstappen zie WASS: <https://emis.vito.be/nl/techniekfiche/coagulatie-en-flocculatie>.

Traject	Bron	Belangrijkste gevormde producten ²²	Technieken ²³ (cfr. BBT-studie mestverwerking, 2007)
N4: Stripping/scrubbing (vervluchtigen en opvangen van ammoniak)	Vraag begeleidingscomité	NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat als kunstmestvervanger. N-verarmde dunne mest ³¹ uitgereden op Vlaamse bodem.	Strippen en absorberen van ammoniak (blz 126) ³²
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie (zie ook K7)	Vraag begeleidingscomité - BREF IRPP (2017)	Fosforzouten als kunstmestvervanger. N-rijke mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. K-rijke dunne mest voor afzet op Vlaamse bodem.	Fosfaat leaching ³³ ; Precipitatie (blz 160); Strippen en absorberen van ammoniak (blz 126) of membraanfiltratie of indampen (blz 143 en 154).
N6: Stripping/scrubbing & biologie	Vraag begeleidingscomité - BREF IRPP (2017)	NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat als kunstmestvervanger. P-houdende slibfractie voor afzet als mest op Vlaamse bodem. K-rijk effluent.	Strippen en absorberen van ammoniak (blz 126); Biologie (blz 126 en 132) ³⁴ .
N7: Stripping/scrubbing & concentreren	Vraag begeleidingscomité	NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat als kunstmestvervanger. Mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. Effluent (condensaten, permeaten, ...), na eventuele verdere zuivering gebruikt als proces- of irrigatiewater.	Strippen en absorberen van ammoniak (blz 126); Membraanfiltratie of indampen (blz 143 en 154); + evt. bijkomende zuiveringsstappen (bv. actieve koolfiltratie, andere adsorptiemiddelen, ionenwisselaar) (blz 126 en 143/154) ³⁵ .

³¹ Niet alle N in de dunne mest is beschikbaar als ammonium en dus stripbaar. Een restfractie N blijft in dit product. Verder bevat dit product ook de fosfor, het kalium en een groot deel van de organische stof en drogestof van de dunne mest. Typische samenstelling na stripping van rundermest [kg/ton]: drogestof 41; organische stof 23; totale stikstof 2,8; minerale stikstof 1,3; fosfor 0,4 en kalium 4,0 (Gorissen A. en Snauwaert E., 2018).

³² Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5074/ammoniak-stripping-scrubbing>.

³³ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5071/fosforprecipitatie>.

³⁴ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5074/ammoniak-stripping-scrubbing>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4797/biologische-verwerking-van-mest>.

³⁵ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5074/ammoniak-stripping-scrubbing>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5062/indamping>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5065/membraanfiltratie>.

Trajecten N1 en N2 zijn gericht op het omzetten van N-nutriënten naar het inerte N₂-gas. De overige trajecten splitsen de dunne mest in sub-fracties die relatief aangerijkt zijn in N, P, C of K. Voor elk van deze sub-fracties moet dan een geschikte toepassing zijn.

Naast de technieken vermeld in de laatste kolom van Tabel 2 en Tabel 3 voor de eigenlijke verwerking van de twee mesttypes zijn er voor elk mestverwerkingstraject bijkomend voorbereidende, nabewerkende en/of faciliterende technieken nodig³⁶. Deze technieken kunnen cruciaal zijn voor de procesmatige uitvoering van mestverwerking, de milieutechnische correcte operatie en/of de vermarkting van de mestverwerkingsproducten. Ze bepalen *in se* echter niet welke van de onderliggende mestverwerkingstrajecten BBT of “technieken in opkomst” zijn. In paragraaf 9 wordt onderzocht of dit een correcte aanname is. In Tabel 4 wordt aangegeven welke ondersteunende technieken al dan niet inbegrepen zijn in de beschouwde mestverwerkingstrajecten.

Tabel 4: Ondersteunende technieken bij de trajecten vermeld in Tabel 2 en Tabel 3

Technieken (cfr. BBT-studie mestverwerking, 2007 of andere zoals vermeld)	Inbegrepen in beschouwde mestverwerkingstrajecten ?
Voorbehandeling	
Vergisting (blz 89) ³⁷	nee, als variant bestudeerd in paragraaf 9
Scheiding dun/dik, bv. filtreren, zeven, centrifugeren of decanteren (blz 115)	nee, kan wel noodzakelijk zijn om tot de geschikte mestfractie te komen, bv. voor varkens- en rundmest, in trajecten K7 en N5 deels geïntegreerd
Aanzuring ter voorkoming van NH ₃ emissie (ca. pH 5,5: zie EC-JRC, 2017 (BREF IRPP), slurry acidification)	nee
Opslag (blz. 84)	ja
Mengen van mest	ja
Transport	nee
Milieutechnische omkadering	
Luchtzuivering en geurbehandeling (https://emis.vito.be/nl/luss-techniekbladen)	ja, waarbij eventuele restproducten terug in het proces gevoerd worden
Waterrecuperatie (https://emis.vito.be/nl/databank-bbt)	ja
Energiebesparing (https://emis.vito.be/nl/databank-bbt)	ja
Bodembescherming en vermijden van emissies naar water (https://emis.vito.be/nl/databank-bbt)	ja
Geluidsreductie (https://emis.vito.be/nl/databank-bbt)	ja

³⁶ Voor een overzicht van de samenhang van de verschillende mestverwerkingstechnieken wordt verwezen naar www.vcm-mestverwerking.be (Mestproducten) en www.vlm.be (Coopman F. et al., 2016 & 2018).

³⁷ Meer informatie in de BBT-studie voor (mest)covergistingsinstallaties (Derden A. et al., 2012). Belang vergisting: beschikbaarheid elektriciteit/warmte van co-generatie (elektriciteit + warmte) voor verdere verwerking en hogere beschikbaarheid ammoniakale N door vergisting (afbraak organische N). Varianten mét vergisting worden bekeken in paragraaf 9; Decorte M., 2018; Vaneeckhaute C. et al., 2017; Lebuf V. et al., 2013.

Technieken (cfr. BBT-studie mestverwerking, 2007 of andere zoals vermeld)	Inbegrepen in beschouwde mestverwerkingstrajecten ?
Vermarkting	
Mengen/homogeniseren	ja
Additieven toevoegen (bacteriën, kleimineralen, sporenelementen) (zie EC-JRC, 2017 (BREF IRPP), manure additives)	nee
Pelletisering, evt. met voorafgaande droging (blz. 229)	nee, als variant bestudeerd in paragraaf 9
Opslag (blz. 84)	ja
Transport	nee
Toepassing van de producten van mestverwerking bv. als meststof	nee

In de analyse van de BBT en “technieken in opkomst” worden deze ondersteunende technieken dus niet als een onderscheidende factor beschouwd bij de vergelijking van mestverwerkingstrajecten.

4. Eerste stap in de analyse: technische haalbaarheid

Eerste stap in de analyse van BBT en “technieken in opkomst” is de inschatting van de technische haalbaarheid van de voorgestelde trajecten. Met “technische haalbaarheid” wordt in een BBT-studie bedoeld: voldoende ontwikkeld om eventueel als BBT beschouwd te kunnen worden. Deze inschatting in dit addendum bestaat uit vier onderdelen: (i) technologische praktijkrijpheid (TRL), (ii)marktrijpheid van de producten (MRL), (iii) wettelijke aspecten/conformiteit met huidige regelgeving CL) en (iv) locatiespecifieke aspecten.

Eerst wordt gekeken hoe **technologisch praktijkrijp** de trajecten zijn in een constellatie relevant voor de gekozen standaard mesttypes (zie Tabel 1). Dit kan blijken doordat een traject thans al in Vlaanderen toegepast wordt en -bij voorkeur in meerdere bedrijven, onder verschillende omstandigheden en gedurende een lange tijd- zijn waarde bewezen heeft. Een traject kan evenwel ook voldoen aan dit onderdeel indien het in het buitenland of een andere regio zijn werking bewezen heeft³⁸. De praktijkrijpheid wordt vaak uitgedrukt in “technology readiness levels, TRL’s”³⁹:

³⁸ Voor de Europese definitie van de eerste “B” (“beschikbare”) in BBT wordt verwezen naar hoofdstuk I, Artikel 3 van de Richtlijn Industriële Emissies (2010/75/EU), met name “op zodanige schaal ontwikkeld dat de betrokken technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de betrokken industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van de betrokken lidstaat worden toegepast of geproduceerd, mits zij voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn”.

Onder industriële context wordt in dit addendum verstaan: bewerking of verwerking van dierlijke mest in de veeteeltsector.

³⁹ Ricardo, VITO & UBA AT, 2019; ICF, 2015 (emerging techniques).

Verschillende fasen in de ontwikkeling van een technologie naar de markt (Horizon 2020):

“Uitvinding”

TRL 1 – observatie van basisprincipe

TRL 2 – formulering van het technologisch concept

“Validatie van het technologisch concept in het lab”

TRL 3 – experimenteel “proof of concept”

TRL 4 – technologie gevalideerd in labo

“Prototype”

TRL 5 – technologie gevalideerd buiten labo

“Pilootinstallaties en demonstratie”

TRL 6 – technologie gedemonstreerd buiten labo

TRL 7 – systeem gedemonstreerd in betrokken bedrijfsomgeving (technieken in opkomst)

“Eerste introductie op de markt”

TRL 8 – productie werkt in zijn geheel en is gekwalificeerd (technieken in opkomst)

“Marktverspreiding”

TRL 9 – productie en product volledig operationeel (kandidaat BBT)

Bij TRL-niveaus 3 en 4 is de technologie enkel op laboratoriumschaal onderzocht. Bij TRL 5-7 gaat het over piloten en prototypes. Bij TRL 8 is het systeem (ergens) opgestart op normale bedrijfsschaal. En bij TRL 9 spreken we over een meervoudig bewezen technologie. Om in aanmerking te komen voor BBT is een TRL-niveau van 9 nodig.

Technologieën met een TRL-niveau 7 of 8 zijn (nog) geen BBT maar worden in de Europese context beschouwd als mogelijke “technieken in opkomst” of “emerging techniques”, tenminste als ze verder economisch en/of milieukundig voldoende hoog scoren⁴⁰. Technieken die nog niet op pilotschaal uitgetest zijn in bedrijfsomgeving (TRL 6 of lager) worden in een BBT-studie doorgaans niet weerhouden. In dit addendum worden ze enkel bij de analyse van de technische haalbaarheid vermeld.

⁴⁰ “Technieken in opkomst” of “emerging techniques” in kader van dit addendum zijn technieken die (i) minstens op pilotschaal (TRL 7 of meer) zijn uitgetest in de veeteeltsector én (ii) nog niet als een meervoudig bewezen technologie beschouwd wordt (nog geen TRL 9) én (iii) hetzij een hoger algemeen beschermingsniveau voor het milieu hebben dan de BBT hetzij minstens hetzelfde beschermingsniveau voor het milieu hebben als de BBT en grotere kostenbesparingen kunnen opleveren.

Een **tweede** element dat valt onder de “technische haalbaarheid” is de **marktrijpheid van de producten**⁴¹. Dit is de mate waarin de markt klaar is om de producten van de mestverwerkingstrajecten op te nemen en hoe groot deze markt is. Hinderpalen om deze markten te bezetten zijn de concurrentie van andere producten, logistieke belemmeringen, de onbekendheid van klanten met het product, enz. In een BBT-analyse wordt ervan uitgegaan dat de producten op een normale manier en zonder subsidies op de markt kunnen afgezet worden.

Voor het inschatten van de marktrijpheid hanteren we de volgende 4 “market readiness levels, MRL’s”:

- 4: bewezen en omvangrijke markt;
- 3: bewezen maar kleine markt;
- 2: marktpotentieel aanwezig;
- 1: marktpotentieel onduidelijk.

Om in aanmerking te komen voor BBT is een bewezen markt en dus MRL-niveau van 3 of 4 nodig. Voor “technieken in opkomst” ligt de lat lager en is een MRL-niveau van 2 of meer nodig.

De marktrijpheid heeft uiteraard ook een effect op het kostenplaatje van een mestverwerkingstraject (zie paragraaf 7). Een lage of zelfs negatieve verkoopprijs van de producten bepaalt evenwel niet het MRL-niveau van een traject en is dus niet noodzakelijk een belemmering om als BBT beschouwd te worden. Uit de economische evaluatie in paragraaf 7 zal blijken of deze negatieve prijs een doorslaggevende invloed heeft op de kostenefficiëntie van het ganse traject.

Een **derde** element onder “technische haalbaarheid” zijn de **wettelijke beperkingen** (“**compliance level**”). Denk hierbij aan de regels waaraan de producten van mestverwerking moeten voldoen zoals hygiëne-normen, importregels en de classificatie als dierlijk mest of als kunstmestvervanger. Ook de criteria in het mestdecreet voor “mestwerking” en het in aanmerking komen voor “mestverwerkingscertificaten”⁴² vallen hier onder. Wettelijke randvoorwaarden zijn uiteraard in de praktijk erg bepalend of een bepaald traject op korte of middellange termijn kan uitgevoerd worden. Om die reden nemen we het op als een apart deelcriterium.

Voor het aangeven van de wettelijke beperkingen (compliance level, CL) gebruiken we volgende 2 niveaus:

- 1: conform huidige regelgeving;
- 0: niet conform huidige regelgeving.

Om in aanmerking te komen voor BBT is een CL-niveau van 1 nodig, voor “technieken in opkomst” zijn beide niveaus mogelijk.

⁴¹ De “hoeveelheid, het type en de kwaliteit van het vervaardigde product” is cfr. het uitvoeringsbesluit van de EC van 10/02/2012 één van de criteria gebruikt bij de bepaling van de technische toepasbaarheid van BBT.

⁴² In Vlaanderen reikt de Mestbank mestverwerkingscertificaten (MVC) uit aan mestverwerkingsinstallaties voor de hoeveelheid stikstof uit Vlaamse dierlijke mest die ze hebben verwerkt. Deze MVC kunnen gebruikt worden om te voldoen aan de mestverwerkingsplicht. Ze kunnen ook vrij verhandeld worden tussen landbouwers, mestverzamel punten en mestverwerkingseenheden. MVC hebben dus op zich een economische waarde. MVC dienen vanaf een bepaalde bedrijfsgrootte en afhankelijk van de locatie van het bedrijf door de veeteler voorgelegd te worden aan de overheid (VLM). Bij onvoldoende certificaten dient het bedrijf een administratieve boete te betalen.
(https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/mest/mestbewerking_verwerking/verwerkingscertificaten/Paginas/default.aspx)

Een **vierde** element van technische haalbaarheid zijn de **locatiespecifieke aspecten**. Arbeidsveiligheid, impact op logistieke en ruimtelijke aspecten en de verenigbaarheid met de andere landbouwactiviteiten spelen hierin mee en maken het soms “technisch” moeilijk of onmogelijk om het traject uit te voeren op zekere schaal. Bepaalde technieken kunnen bv. perfect ingeburgerd zijn in grootschalige industriële installaties (bv. in de chemie) maar zijn daarom ook niet in kleinschaligere installaties praktijkrijp. Kleinschalige bedrijfsomgevingen missen immers vaak de noodzakelijke technologische ondersteuning die nodig en gangbaar is bij grootschalige bedrijfsomgevingen. Het kostenaspect is een belangrijk element dat bepaalt of er gekozen wordt voor grootschalige of kleinschalige exploitatie. Locatieaspecten verhinderen niet dat een bepaald traject als “technisch haalbaar” en eventueel als BBT beschouwd zal worden maar bepalen wel de randvoorwaarden waaronder BBT kunnen geëxploiteerd worden.

In Tabel 5 en Tabel 6 zijn telkens deze vier elementen van de “technische haalbaarheid” voor de referentietrajecten en de mogelijke alternatieven voorgesteld. Onderbouwing van de scores is terug te vinden in de voetnoten. Om als BBT beschouwd te kunnen worden dienen voor de technische haalbaarheid volgende scores behaald te worden: TRL 9 + MRL 3 of 4 + CL 1. Om kans te maken op het etiket “techniek in opkomst” dient de TRL 7 of meer en de MRL 2 of meer behaald te worden.

Tabel 5: Technische haalbaarheid van verwerkingstrajecten voor de dikke mestfractie

Traject	Technologische praktijkrijpheid TRL 9: bewezen, 7-8: gedemonstreerd	Marktrijpheid van producten MRL 3-4: bewezen, 2: potentieel, 1: onduidelijk	Wettelijke aspecten - conform met huidige regelgeving CL 1: ja, 0: neen	Locatiespecifieke aspecten	Technisch haalbaar cfr. de BBT-criteria?	Technisch haalbaar cfr. de “technieken in opkomst”- criteria? ⁴³
K1: Biothermisch hygiëniseren	9 ⁴⁴	4 ⁴⁵	1 ⁴⁶	Minder aangewezen op boerderijniveau ⁴⁷ .	Ja	
K2: Thermisch hygiëniseren	8 ⁴⁸	4	1	Idem aan referentietraject (K1).	Neen	Ja
K3: Hygiëniseren door bekalken	9 ⁴⁹	3 ⁵⁰	1	Idem aan referentietraject (K1).	Ja	
K4: Export zonder behandeling	9	3 ⁵¹	1	Geen of weinig beperkingen.	Ja	

⁴³ Hiermee wordt bedoeld: voldoende technisch ontwikkeld om, mits voldaan wordt aan de milieu/economische voorwaarden (zie Tabel 11, Tabel 12 en Figuur 1) als “techniek in opkomst” beschouwd te worden.

⁴⁴ In 2017 zijn er 15-tal installaties operationeel in Vlaanderen, 400 installaties op bedrijfsniveau in UK, 127 in Spanje (Catalonia), 32 in Roemenië and 100 in Frankrijk (EC-JRC, 2017). Voor een optimale C/N verhouding (ongeveer 20-35/1) en vochtgehalte (ongeveer 50%) is steeds bijmenging met pluimveemest of andere biomassa nodig.

⁴⁵ Gehygiëniseerde mest wordt geëxporteerd naar o.a. Frankrijk en daar in de landbouw gebruikt. Het spuiwater wordt in het in proces verwerkt of afzonderlijk afgezet als dierlijke mest in Vlaanderen

⁴⁶ Voldoet aan EU-hygiëneregelgeving voor transport en aan de voorwaarden gesteld door importerende landen of regio's. Bij een goed lopend proces voldoet dit aan de Europese regelgeving VO/1069/2009 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1069&from=EN>). Wordt conform het Vlaams mestdecreet als mestverwerking beschouwd en geeft recht op mestverwerkingscertificaten aan 100 % van N (minus nevenfracties bv. spuiwater die eventueel toch in Vlaanderen als dierlijke mest worden afgezet).

⁴⁷ Omwille van de vereiste emissiebeperkende maatregelen en van de benodigde bijkomende biomassastromen. Er bestaan trommels voor biothermische droging op boerderijniveau met kleine aanvoer van pluimveemest voor ideale mix. Transport blijft in dat geval relatief beperkt maar het risico op diffuse emissie vergroot.

⁴⁸ Enkel thans in de praktijk toegepast in combinatie met/voor de verwerking van digestaat: 8 installaties in Vlaanderen, niet toegepast enkel op dikke fractie (VCM, 2017a).

⁴⁹ 1 installatie functioneel in Vlaanderen (VCM, 2017a); Kalk kan worden toegevoegd aan zowel de dikke fractie van varkensmest (= referentie) als op pluimveemest (zie variant in paragraaf 9) Meer informatie: zie <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4800/verwerking-dikke-fractie>.

⁵⁰ Gehygiëniseerde mest kent niche-toepassingen als kalkhoudende bodemverbeteraar met verhoogde pH in o.a. Frankrijk.

⁵¹ De afzet van ruwe organische mest is beperkt tot grensboeren en Nederland.

K5: Verbranden	8 ⁵²	4 ⁵³	1 ⁵⁴	Enkel grootschalig/ industrieel.	Neen	Ja
K6: Pyrolyse	4 ⁵⁵	1 ⁵⁶	1	Enkel grootschalig/ industrieel.	Neen	Neen
K7: Scheiding in een P- en C-rijke fractie	7 ⁵⁷	2 ⁵⁸	0 ⁵⁹	Eerder grootschalig door gebruik van zuren en basen.	Neen	Ja

⁵² Voor dikke fractie van varkensmest geen gekende installaties voor dit traject. Voor pluimveemest (zie paragraaf 9) zijn die er wel en op industriële schaal: bv. <https://www.bmcmoerdijk.nl/> (36 MW, 400.000 ton pluimveemest per jaar met DS van 55%) in Nederland. Ook toegepast in Duitsland en UK (12.7 MW, 140 000 ton). In Engeland wordt ongeveer 30% van braadkippen- en kalkoenenmest naar verbranding gestuurd. Kleinschalige installaties uitgetest in Frankrijk maar niet succesvol (EC-JRC, 2017). Om die reden wordt TRL-niveau op 8 gelegd, tenminste bij co-verwerking met pluimveemest.

⁵³ Restassen: export als basis voor meststoffen, geen ervaring in Vlaanderen maar lijkt voldoende. Een Nederlandse installatie verkoopt pluimveemest-as in Frankrijk (60%) en Wallonië (40%). In veel gevallen wordt de as rechtstreeks toegepast. In sommige gevallen wordt de as gemengd met andere meststoffen om zo een product op maat te maken. Voor mestassen van dikke fractie varkensmest dus geen gegevens.

⁵⁴ Is in principe toegelaten voor mest maar wordt niet gepromoot door het Vlaamse beleid. Geeft in principe recht op mestverwerkingscertificaten aan 100 % van N.

⁵⁵ Zeer complexe en technisch uitdagende methode, enkel op laboratoriumschaal uitgetest, zie bv. <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/nieuws/41/biochar-van-varkenmest-als-waardevol-alternatief-voor-verwijdering-van-restmetalen-en-organische-polluenten-uit-afvalwater>, https://www.uhasselt.be/project_details?pid=16678&t=nl&oid=64 (ILVO/UHasselt).

⁵⁶ Onbekend in hoeverre industrie geïnteresseerd is in het pyrolysegas en -olie en de biochar.

⁵⁷ Toegepast als pilootinstallatie bv. Re-P-eat systeem in <https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/groot-zevert-the-netherlands/> (pilootinstallatie in Nederland), Prinsen A., mededeling Groot Zevert, 7 mei 2019.

⁵⁸ De P-verarmde organische, C-rijke mest zou bv. na hygiëniseren in Vlaanderen of elders toegepast kunnen worden ter verbetering van de bodemstructuur. Fosfaatprecipitaat (calcium- of magnesiumfosfaat) zou als P-kunstmestvervanger kunnen dienen (bv. tot 80 % van de fosfaat in de dikke mest, eventueel verder te drogen, Schoumans et al., 2017) maar het marktpotentieel is thans nog niet duidelijk. Verder is er nog een vloeibare fractie die overblijft na de fosfaatprecipitatie.

⁵⁹ Geen erkenning van fosfaten uit dierlijke mest als kunstmestvervanger, wel oefening gebeurd in de EC-JRC Strubias-studie (Huygens D. et al., 2019). Thans ook geen mestverwerkingscertificaten hiervoor (eindproduct wordt nog beschouwd als dierlijke mest).

Tabel 6: Technische haalbaarheid van verwerkingstrajecten voor dunne mestfractie

Traject	Technologische praktijkrijpheid TRL 9: bewezen, 7-8: gedemonstreerd	Marktrijpheid van producten MRL 3-4: bewezen, 2: potentieel, 1: onduidelijk	Conform huidige regelgeving CL 1: ja, 0: neen	Locatiespecifieke aspecten	Technisch haalbaar cfr. de BBT-criteria?	Technisch haalbaar cfr. de “technieken in opkomst”-criteria? ⁶⁰
N1: Biologie	9 ⁶¹	4 ⁶²	1 ⁶³	Enkel indien lokale afzet van dunne fractie mogelijk is.	Van geval tot geval (vgtg ⁶⁴)	
N2: Loosbaar	9 ⁶⁵	4 ⁶⁶	1 ⁶⁷	Voldoende ruimte o.a. voor de “constructed wetlands”.	Vgtg ⁶⁹	

⁶⁰ Hiermee wordt bedoeld: voldoende technisch ontwikkeld (TRL 7 of 8) om, mits voldaan wordt aan de milieu/economische voorwaarden (zie Tabel 11, Tabel 12 en Figuur 1) als “techniek in opkomst” beschouwd te worden.

⁶¹ Toegepast in 100-tal installaties in Vlaanderen (VCM, 2017a), in UK in ongeveer 90 veeteeltbedrijven, 20 in Finland. In Brittannië, Frankrijk zijn enkele honderden eenheden in operatie (EC-JRC, 2007).

⁶² K-rijk effluent afzet als dunne mest op Vlaamse bodem (locatie-afhankelijk). Ook de P-houdende slibfractie kan worden afgezet als mest op Vlaamse bodem (ook locatie-afhankelijk o.a. ook rekening houdende met gehalten aan zware metalen, bv. koper en zink); Alternatief is het co-verwerken met dikke fractie (bv. biothermisch drogen) (zie variant in paragraaf 9).

⁶³ Wordt beschouwd als mestverwerking en geeft mestverwerkingscertificaten voor biologisch omgezette N-fractie. Door het lage gehalte van mineraal N in de K-meststof is emissiearm uitrijden niet vereist.

⁶⁴ Met name indien lokale afzet van de K-rijke dunne mestfractie mogelijk of zinvol is.

⁶⁵ In Vlaanderen waren er in 2019 voor wat betreft het traject “loosbaar” (biologie- FeCl₃-precipitatie -constructed wetlands) 5 installaties operationeel, waarvan 1 met constructed wetlands én membraanfiltratie. Verder is er nog 1 totaalverwerker (incl. vergisting) die ook de combinatie biologie/CW toepast (schriftelijke mededelingen VCM en UGent, 2020). Alternatieven voor de combinatie FeCl₃-precipitatie -constructed wetlands zijn indamping of membraanfiltratie (zie variant in paragraaf 9). Bij lozing van het effluent moet voldaan worden aan de VLAREM-voorwaarden. Lozing van het effluent is anno 2020 gangbare praktijk (schriftelijke mededelingen VCM en UGent, 2020).

⁶⁶ Afzet P-houdende actiefslibfractie en Fe-fosfaat slib idem als in traject “biologie” (afzet als mest op Vlaamse bodem). Het effluent van de “constructed wetlands” kan worden gebruikt als proceswater of irrigatiewater.

⁶⁷ Kwaliteitscriteria voor het gebruik van gezuiverd effluent als bv. irrigatiewater ontbreken nog. Traject geeft mestverwerkingscertificaten voor de N-fractie (in de gekozen setting van dit traject met uitzondering van het N-aandeel in het P-houdend actief slib).

⁶⁹ Met name in lokale omstandigheden waarin het traject biologie, met de gekoppelde afzet van K-rijke dunne mestfractie, niet mogelijk of zinvol is.

Traject	Technologische praktijkrijpheid TRL 9: bewezen, 7-8: gedemonstreerd	Marktrijpheid van producten MRL 3-4: bewezen, 2: potentieel, 1: onduidelijk	Conform huidige regelgeving CL 1: ja, 0: neen	Locatiespecifieke aspecten	Technisch haalbaar cfr. de BBT-criteria?	Technisch haalbaar cfr. de “technieken in opkomst”- criteria? ⁶⁰
				Kan biodiversiteitsmeerwaarde hebben ⁶⁸ .		
N3: Concentreren	8 ⁷⁰	3 ⁷¹	0 ⁷²	Grootschaliger dan referentietraject (N1) ⁷³ .	Neen	Ja

⁶⁸ Draagt bij aan de ontwikkeling van natuurwaarden in agrarisch gebied (Boets et al., 2011) zoals blijkt bij opvolging van wetlands die mest verwerken (waaronder salamander, waterjuffer, libel en waterschorpioen).

⁷⁰ In Nederland zijn er 8 pilootinstallaties waarvan een aantal op dunne fractie varkensmest (de Hoop et al., 2011). Er zijn meer voorbeelden van installaties waarbij ook digestaat verwerkt wordt. Zie ook volgende cases (enkel op digestaat): <https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/>; <https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/11828/ivan-tolpe-prijs-2019>). Verder is er melding gemaakt van 6 installaties in Spanje en 1 in Frankrijk (EC-JRC, 2017).

⁷¹ Mineralenconcentraat zou inzetbaar kunnen zijn als kunstmestvervanger, na membraanfiltratie bv. 1% N (persoonlijke mededeling VCM, 2020). Dit product wordt in Nederland binnenlands ingezet als meststof. Gebruik mogelijks beperkt door te hoge gehalten aan zware metalen en laag drogestofgehalte (maximale drogestofgehalte indampconcentraat ongeveer 25%). Een variant is om deze fractie te co-verwerken met de dikke fractie. Effluent kan, na mogelijks bijkomende zuivering, worden gebruikt als proces- of als irrigatiewater.

⁷² Om aan de Vlaamse definitie van mestverwerking te voldoen moet deze fractie als kunstmestvervanger erkend worden. Dit is vooralsnog niet het geval en geeft dus geen mestverwerkingscertificaten. Mogelijks zou dit in de toekomst wel kunnen, bv. indien voldaan wordt aan de zogenaamde “renure-criteria” (mogelijks verhinderd door te hoge gehalten metalen).

⁷³ In Nederland ook op boerderijniveau (5000-70000 ton).

Traject	Technologische praktijkrijpheid TRL 9: bewezen, 7-8: gedemonstreerd	Marktrijpheid van producten MRL 3-4: bewezen, 2: potentieel, 1: onduidelijk	Conform huidige regelgeving CL 1: ja, 0: neen	Locatiespecifieke aspecten	Technisch haalbaar cfr. de BBT-criteria?	Technisch haalbaar cfr. de "technieken in opkomst"-criteria? ⁶⁰
N4: Stripping/scrubbing	7 ⁷⁴	2 ⁷⁵	0 ⁷⁶	Grootschaliger dan referentietraject (N1).	Neen	Ja
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie	7 ⁷⁷	2 ⁷⁸	0 ⁷⁹	Grootschaliger dan referentietraject (N1).	Neen	ja
N6: Stripping/scrubbing & biologie	6 ⁸⁰	2	0	Grootschaliger dan referentietraject (N1).	Neen	Neen

⁷⁴ Anno 2019 is er in Vlaanderen 1 installatie in opstart (Zevokote, 18000 ton). Verder is dit uitgetest in verschillende pilootinstallaties maar dan meestal op digestaat (bv. www.digesmart.eu; <https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/groot-zevert-the-netherlands/>, <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/18221/vlaanderen-circulair-project-unir>) of rundmest (bv. <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/18886/handboek-mestverwerking-wings>). Er wordt ook melding gemaakt van een bedrijf in Slovenië en één in Italië (met jaarlijkse verwerkingscapaciteit mest van 32 000 ton) (EC-JRC, 2017).

⁷⁵ NH₄-sulfaat of -nitraat concentraat zou als kunstmest-ervanger gebruikt kunnen worden. In de praktijk gebeurt dit evenwel nog niet. Mogelijks heeft het product thans nog geen goede naam bij landbouwers en loonwerkers (mededeling VLACO nav UNIR-project, 2020). Het NH₄-sulfaat of -nitraat concentraat kan ook als dierlijke mest afgezet worden in Vlaanderen of co-verwerkt met dikke fractie, maar dan wordt afbreuk gedaan aan de opzet van dit traject (zie variant in paragraaf 9). De N-verarmde dunne mest kan uitgereden op Vlaamse bodem: er is hierover evenwel weinig praktijkervaring.

⁷⁶ Product is nog niet erkend als kunstmestervanger, blijft hierdoor beschouwd als dierlijke mest en levert geen mestverwerkingscertificaten. Er lopen thans enkele initiatieven om dit wel mogelijk te maken. Een bijzondere vermelding gaat naar het Europees SafeManure project (Debeuckelaere W., mededeling 11/02/2020; EC-JRC, 2020) waar dit als één van de mogelijke kunstmestervangers vermeld wordt. Zou voldoen aan de "renure-criteria" o.a. met betrekking tot de verhouding N-mineraal/N-totaal, totaal organische koolstof/N-totaal als aan de Cu/Zn-criteria.

⁷⁷ In 2016 werd deze technologie op een pilootbedrijf (1 m³/u) in Duitsland (<https://www.igb.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2016/livestock-manure-provides-mineral-fertilizers-and-soil-condition.html>) geïnstalleerd (Bilbao J., 2017). In Duitsland wordt een eerste grootschalige installatie gebouwd (10 m³/u) (persoonlijke mededeling VCM, 2020; Geltz, 2018). VCM heeft de toepasbaarheid verder onderzocht en stelde een brochure op van dit onderzoek voor de Vlaamse situatie (VCM, 2015). In andere sectoren wordt het terugwinnen van fosfaat uit het afvalwater door het te laten neerslaan met magnesium en stikstof onder de vorm van struviet (MgNH₄PO₄-magnesium-ammonium-phosphate - MAP) daadwerkelijk reeds toegepast, bv. bij aardappelverwerkende bedrijven met een minimale belasting van 50 mg P-PO₄/l en een minimaal toevoerdebiet van 20 m³/u (Van den Abeele L. et al., 2015).

⁷⁸ Voor de afzet van fosforzouten (struviet) wordt gedacht aan het gebruik als fosfaatkunstmestervanger. Het N-rijke mineralenconcentraat zou als N-kunstmestervanger kunnen gebruikt worden. De K-rijke dunne mestfractie zou afgezet kunnen worden op Vlaamse bodem. Al deze afzetmarkten zijn thans evenwel nog hypothetisch (Huygens D., et al., 2019).

⁷⁹ Fosfaat en stikstoffracties worden thans nog beschouwd als dierlijke mest waardoor de toepasbaarheid ervan beperkt is. Wijzing van het wettelijk kader is nog nodig.

⁸⁰ Vermeld als kandidaat BBT in de BREF IRPP (EC-JRC, 2017) en door Cormier et al., 2019 (ManuResource, 2019). Afzonderlijke technieken zijn uitgetest op minstens pilotschaal, de combinatie ervan evenwel niet. Dit traject wordt al toegepast bij de verwerking van digestaat (persoonlijke mededeling OVAM, 2020).

Traject	Technologische praktijkrijpheid TRL 9: bewezen, 7-8: gedemonstreerd	Marktrijpheid van producten MRL 3-4: bewezen, 2: potentieel, 1: onduidelijk	Conform huidige regelgeving CL 1: ja, 0: neen	Locatiespecifieke aspecten	Technisch haalbaar cfr. de BBT-criteria?	Technisch haalbaar cfr. de “technieken in opkomst”- criteria? ⁶⁰
N7: Stripping/scrubbing & concentreren	5 ⁸¹	2	0	Grootschaliger referentietraject (N1).	Neen	Neen

⁸¹ Geplande toekomstige fase van Nederlandse piloot (GENIUS-Total) (https://www.wur.nl/upload_mm/8/4/0/97a84517-ced5-4958-a57a-45f4bacfc134_D1.1_Demo_Plant_Specifications_%28online%29.pdf). Thans enkel in conceptfase. Afzonderlijke technieken zijn uitgetest op minstens pilotschaal; de combinatie ervan evenwel niet.

Conclusie technische haalbaarheid

Voor de verwerking van de **dikke fracties** zijn biothermisch drogen (K1), hygiëniseren door bekalken (K3) en export zonder behandeling (K4) voldoende praktijk- en marktrijp. Ook kan uitvoering doorgaans zonder problemen binnen het huidige Vlaams en Europees beleidskader plaatsvinden. Met uitzondering van export zonder behandeling (K4) kan deze verwerking evenwel niet op boerderijniveau gebeuren omwille van het gebrek aan de noodzakelijke technische ondersteuning en zijn grootschalige installaties nodig⁸². De trajecten pyrolyse (K6), verbranden (K5) en scheiding in P- en C-fracties (K7) zijn onvoldoende ver ontwikkeld om als technisch haalbaar voor BBT te beschouwen. De twee laatsten (K5 en K7) komen door hun technologische praktijkrijpheid wel in aanmerking als “technologie in opkomst”.

Voor de verwerking van de **dunne fractie** zijn er buiten het referentietraject biologie (N1) en het traject loosbaar (N2) geen alternatieve trajecten voldoende ontwikkeld om als volledig “technisch haalbaar” beschouwd te worden. De trajecten concentreren (N3), stripping/scrubbing (N4) en scheiding in een P- en N-rijke fractie (N5) komen door hun technologische praktijkrijpheid wel in aanmerking als “technologie in opkomst”. Dit is (nog) niet het geval voor de trajecten stripping/scrubbing & biologie (N6) en stripping/scrubbing & concentreren (N7) omdat de combinatie van deze technieken zich nog onvoldoende bewezen heeft in de praktijk (TRL <7).

Bij de alternatieve trajecten N4-N7 is de vermarkting van de concentraten en selectieve nutriëntenfracties een probleem (“market readiness” en samenhangende “compliance” aan de regelgeving). Deze trajecten gaan er immers van uit dat de producten minstens voor een deel als kunstmestvervanger gecatalogeerd worden en daardoor als “verwerkt” beschouwd worden, ook als ze nadien binnen Vlaanderen afgezet worden. Deze erkenning is er thans (nog) niet. Bij het ontbreken van een erkenning als kunstmestvervanger blijven de bekomen mestverwerkingsproducten volgens de huidige regelgeving “dierlijke mest” en is er geen sprake van “mestverwerking” tenzij deze producten nog verdere behandelingen ondergaan, bv. door coverwerking met dikke mest in een biothermische hygiëniseringsinstallatie. De Nederlandse ervaring toont aan dat mestconcentraten succesvol binnen de landsgrenzen en met een beperkte transportafstand in de eigen landbouw ingezet kunnen worden.

In het Europees het SafeManure project (EC-JRC, 2020) is opgenomen onder welke voorwaarden producten van mestverwerking de status “kunstmestvervanger” zouden kunnen verdienen. De zogenaamde “renure-criteria” zijn: (i) minerale N/totale N is ten minste 90% of totaal organische koolstof/totale N is ten hoogste 3, (ii) zware metalen koper en zink: minder dan resp. 300 en 800 mg/kg drogestof, (iii) bijkomende maatregelen om ammoniakemissie tegen te gaan (als minder dan 40% van de minerale N uit nitraat bestaat en als bemesting gebeurt op niet-zure grond). Als de voorliggende “renure-criteria” kracht van wet krijgen, zullen de ammoniakzouten die gevormd worden in stripping/scrubbing installaties in bepaalde gevallen afzetbaar zijn ter vervanging van stikstofkunstmest (binnen Vlaanderen). Voor nutriëntconcentraten (membraanfiltratie/indamping) zijn de aanwezige zware metalen een aandachtspunt.

⁸² Zie hoofdstuk 13: Finale opmerkingen:

VCM meldt dat een aantal veehouders op bedrijfsniveau succesvol gebruik maken van een composteertrommel/-toren om dikke mest te hygiëniseren en dat er plannen zijn om dit ook te doen met warmte van de verbranding van het biogas.

Een verkennend Europees project in het kader van de nieuwe EU-meststoffenverordening (EU/2019/1009) (Huygens D., et al., 2019) loopt momenteel met betrekking tot de afzet van fosforzouten (struviet) als kunstmestvervanger.

Door deze problemen en de beperkte schaal waarop de alternatieven worden ontplooid (kip-of-ei) blijven de referentietrajecten biologie (N1) en biothermisch drogen (K1) en de hiervan afgeleide trajecten N2 respectievelijk K3 en K4 de enige die volledig ontwikkeld zijn (TRL-9). Concentratie- en scheidingstrajecten (K5 en K7 respectievelijk N3, N4 en N5) zijn beloftevol met het oog op nutriëntrecuperatie maar vereisen verdere schaalvergroting van de mestverwerkingsinstallaties en een verbeterde juridische en marktsituatie voor hun producten opdat ze verder zouden kunnen doorgroeien tot technieken die in de BBT-definitie als “technisch haalbaar” beschouwd worden. Gezien het technologische (TRL 7 en hoger), het marktpotentieel (MRL 2 en hoger) en de mogelijkheid van een gunstigere kunstmestvervangers-regelgeving in de toekomst worden deze concentratie- en scheidingstrajecten genoemd als mogelijke “technieken in opkomst”.

Voor de volgende stappen van de BBT-analyse werken we enkel verder met de trajecten die in bovenstaande technische haalbaarheidsanalyse de minimumcriteria voor BBT of “technieken in opkomst” hebben behaald.

5. Tweede stap in de analyse: nutriëntrecuperatie

Als indicator voor de nutriëntrecuperatie van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten kijken we naar de percentages waarin de totale massa, de drogestof (DS), de organische stof (OS) en de nutriënten EOC, N, P en K, aanwezig in het startmateriaal, terechtkomen in economisch bruikbare producten. Dit zijn producten die volledig hun weg vinden naar de markt of, binnen de wettelijke limieten, in het eigen landbouwbedrijf. Er wordt hierbij geen onderscheid gemaakt in de geografische locatie van de afzet. Tabel 7 toont deze percentages voor de twee referentietrajecten biothermisch hygiëniseren (K1) en biologie (N1). In Tabel 8 en Tabel 9 wordt gekeken of de andere trajecten, die in stap 1 weerhouden werden als **technisch haalbaar** cfr. de criteria voor BBT of “technieken in opkomst” (zie Tabel 5 en Tabel 6), het in dit opzicht beter of slechter doen.

Deze analyse doet geen uitspraak over de economische toegevoegde waarde die deze nutriënten aan de eindproducten geven. Hiervoor wordt verwezen naar de analyse van de technische haalbaarheid (zie eerste stap in analyse - marktrijpheid) en de kostprijs (zie vierde stap in analyse - opbrengst producten).

Tabel 7: Aandeel van de nutriënten in de mest die bij de twee referentietrajecten terechtkomen in verhandelbare/inzetbare producten. Dit is een simulatie op basis van beschikbare meetgegevens en theoretische aannames.

Referentietraject	Product	% van startmateriaal (dikke of dunne mest) dat terecht komt in product						
		totale massa	DS	OS	EOC	N totaal	P ₂ O ₅ ⁸³	K ₂ O
K1: Biothermisch hygiëniseren	Organische mest	90	90	90 ⁸⁴	100 ⁸⁵	80 ⁸⁶	100 ⁸⁷	100
N1: Biologie	K-rijke dunne mest ⁸⁸	75 ⁸⁹	43 ⁹⁰	17 ⁹¹	80 ⁹²	8 ⁹³	40 ⁹⁴	80 ⁹⁵
	P-houdende slibfractie	15 ⁹⁶	22 ⁹⁷	23 ⁹⁸	20 ⁹⁹	6 ¹⁰⁰	60 ¹⁰¹	20
	Twee producten samen	90	65	40	100 ¹⁰²	14	100	100

Uit Tabel 7 blijkt dat bij biothermisch hygiëniseren (K2) het merendeel van de nutriënten behouden blijft in een vorm die nadien een nuttige toepassing (in het buitenland) toelaat. Enkel voor N kunnen er, ook bij goede procesvoering, beperkte nutriëntverliezen optreden door omzetting naar N₂.

⁸³ Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt in de biologische beschikbaarheid van de fosfaat (bv. na fysicochemische scheiding).

⁸⁴ Geschatte aandeel afbraak aanwezige drogestof/organische stof door microbiële omzettingen in het compostingsproces.

⁸⁵ Deze fractie van de organische stof is per definitie erg resistent tegen microbiële en andere afbraak en blijft dus behouden in het compostingsproces. Andere fracties van de organische stof en koolstof worden wel omgezet.

⁸⁶ Geschat aandeel microbiële omzettingen van N naar N₂:20% maar geen meetgegevens beschikbaar. Daarnaast zijn er verliezen mogelijk naar ammoniak en/of lachgas indien deze niet volledig opvangen worden in de luchtwassers van de compostingshal. Er zijn weinig meetgegevens waaruit de precieze omvang hiervan kan afgeleid worden.

⁸⁷ Theoretisch geen P-afname, meetcampagnes geven evenwel soms bepaalde verliezen aan.

⁸⁸ Laag tot zeer laag gehalte aan drogestof en organische stof en zeer lage gehalten aan stikstof, fosfor, magnesium en calcium. De kalium-, natrium- en chloridegehalten blijven omwille van de hoge oplosbaarheid op een hoog niveau liggen (VLM, 2005).

⁸⁹ BBT-studie mestverwerking bijlage 2.2.5: 850 in en 750 uit; meetdata vzw mestverwerkers (2020) (87 in en 64 uit).

⁹⁰ BBT-studie bijlage 2.2.5: 40 in en 17 uit.

⁹¹ BBT-studie bijlage 2.2.5: 24 in en 4,2 uit.

⁹² Theoretisch geen afname: we nemen zelfde verdeling als bij de massa; geen meetgegevens beschikbaar.

⁹³ VCM (2020): richtcijfers 2019 o.a. gebaseerd op de BBT-studie bijlage 2.2.5: 6,48 in en 0,65 uit (10%). Meetdata vzw mestverwerkers (2020): 3,39 in en 0,22 uit (6%) of andere dataverwerking: 3,78 in en 0,2 uit (15%). Gemiddelde samenstelling van effluent na biologie volgens de Bodemkundige Dienst van België (BDB) is 0,4 kg N/ton (H. Vanrespaille et al., 2018).

⁹⁴ BBT-studie bijlage 2.2.5: 1,0 in en 0,4 uit, meetdata vzw mestverwerkers (2020): 0,24 in en 0,06 uit.

⁹⁵ Meetdata vzw mestverwerkers (2020): concentratie in slib en effluent even hoog, massaverdeling volgt dus deze van totale massa.

⁹⁶ Schriftelijke mededeling VLM (2020), op basis van <https://www.bioarmor.be>; persoonlijke mededelingen VCM & sector (2020): 5-8%; meetdata vzw mestverwerkers (2020): 870 in en 180 uit (20%). Gemiddelde samenstelling effluent cfr. BDB is 0,2 kg/ton (Vanrespaille H. et al., 2018).

⁹⁷ Slibfractie bevat gemiddeld 40 kg/ton DS of 6 kg/ton dunne mest, dit is dus 6/27vande oorspronkelijke aanwezige DS of 22 % (schriftelijke mededeling Inagro, 2020).

⁹⁸ Bron: Inagro 2020: slibfractie bevat gemiddeld 23kg OS/ton of 3,5 kg/ton dunne mest. Dit is dus 3,5/15 van de oorspronkelijk aanwezige OS of 23 % (schriftelijke mededeling Inagro, 2020).

⁹⁹ Theoretisch geen afname: we nemen zelfde verdeling als bij de massa; geen meetgegevens beschikbaar.

¹⁰⁰ VCM (2020): richtcijfers 2019: 2,2 kg N/ton slib x 0,15 = 0,33 kg N per ton dunne mest of 0,33/5,8 = 6%; andere data bv. meetdata vzw mestverwerkers (2020): 3,39 in en 0,52 uit (15%) of andere verwerking van deze data 3,78 in en 0,48 uit (13%). Volgens Inagro (2020) is de gemiddelde samenstelling van slib 2 kg N/ton.

¹⁰¹ BBT-studie bijlage 2 2.7: 60%; meetdata vzw mestverwerkers (2020): 0.24 in en 0.17 uit. Volgens Inagro (2020) is de gemiddelde samenstelling van slib 1,4 kg P/ton. Deze cijfers worden ook bevestigd door andere bronnen (schriftelijke mededeling VLACO, 2020).

¹⁰² Deze fractie van de organische stof is per definitie erg resistent tegen microbiële afbraak en blijft dus behouden in het nitrificatie/denitrificatie proces. Andere fracties van de organische stof en koolstof worden wel microbiëel omgezet.

In het referentietraject op dunne mest (biologie, N1) is er een significant verlies van N-nutriënten. Dit komt omdat deze mestverwerkingsaanpak er specifiek op gericht is om de N om te zetten naar het inerte N₂. Daarnaast zal een zeker percentage van N het systeem verlaten als N₂O en NH₃. Er zijn geen recente meetgegevens beschikbaar over het aandeel van N₂O en NH₃ maar uit vroegere experimenten bleken deze zeer laag te zijn. Door de biologische afbraak verdwijnt een groot deel van de organische stof (ca. 60 %), het niet/moeilijk afbreekbare deel hiervan (EOC) blijft naar verwachting grotendeels behouden.

In Tabel 8 en Tabel 9 wordt gekeken in hoeverre bij andere trajecten een groter dan wel kleiner aandeel van nutriënten op het einde van het traject terechtkomen in economisch bruikbare producten. In Tabel 10 wordt ook de verdeling van de nutriënten over de afzonderlijke producten die uit een traject op dunne mest komen, gegeven.

Tabel 8: Hebben andere mestverwerkingstrajecten op de dikke mestfractie betere (+), slechtere (-) of gelijkwaardige (0) nutriëntrecuperatie dan het referentietraject "biothermisch hygiëniseren"? In de laatste kolom wordt een globale vergelijkende nutriëntrecuperatiescore toegekend.

Traject	Product	EOC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nutriëntrecuperatie score t.o.v. referentietraject
K1: Biothermisch hygiëniseren	Organische mest	0	0	0	0	0
K2: Thermisch hygiëniseren	Organische mest	0	0	0	0	0
K3: Hygiëniseren door bekalken	Organische mest	0	0	0	0	0
K4: Export zonder behandeling	Organische mest	0	0	0	0	0
K5: Verbranden	Mest-assen	¹⁰³	¹⁰⁴	0	0	-
K7: Scheiding in een P- en C-rijke fractie	P-arme, C-rijke organische mest; Fosfaatprecipitaat; Vloeibare fractie ¹⁰⁵	0	0	0	0	0 ¹⁰⁶

¹⁰³ Verbranding oxideert alle C naar CO₂ (restfractie minder dan 2 %) (Hou Y., 2016).

¹⁰⁴ Verbranding en hieropvolgende gaszuivering zet N via een aantal tussenstappen (bv. NO_x) om naar N (>98 %) (Hou Y., 2016).

¹⁰⁵ Genoemd "recirculation water" bij Schoumans et al, 2017.

¹⁰⁶ Traject laat wel toe om een groter aandeel van de EOC in te zetten voor bodemverbetering in Vlaanderen in plaats van in het exportland. Dit aspect wordt niet meegenomen in het luik nutriëntrecuperatie (maakt geen onderscheid in de locatie van de afzetmarkt) maar kan dit wel (in de toekomst) in de technische haalbaarheid en de kostprijs.

Tabel 9: Hebben andere mestverwerkingstrajecten op de dunne mestfractie een betere (+), slechtere (-) of gelijkaardige (0) nutriëntrecuperatie dan het referentietraject "biologie"? In de laatste kolom wordt een globale vergelijkende nutriëntrecuperatiescore toegekend. Voor het bepalen van de nutriëntrecuperatie worden alle gevormde producten samengeteld (zie Tabel 10).

Traject	EOC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nutriëntrecuperatie score t.o.v. referentietraject
N1: Biologie	0	0	0	0	0
N2: Loosbaar	0 ¹⁰⁷	0	0 ¹⁰⁸	- ¹⁰⁹	- ¹¹⁰
N3: Concentreren	0	+ ¹¹¹	0	0	+
N4: Stripping/scrubbing	0	+ ¹¹²	0	0	+
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie	0	+ ¹¹³	0	0	+

*Tabel 10: Verdeling van biologisch beschikbare nutriënten over de producten van de verwerking van dunne mest. Nutriënt-aangerijkte producten ten opzichte van de ingaande dunne mest (per ton) zijn aangeduid in **groen**, verarmde in **rood**.*

Traject	Product	EOC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N1: Biologie	K-rijke dunne mest		armer	armer	
	P-houdende slibfractie			rijker	
N2: Loosbaar	P-houdende slibfractie			rijker	
N3: Concentreren	Mineralenconcentraten	rijker	rijker	rijker	rijker
N4: Stripping/scrubbing	NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat	armer	rijker ¹¹⁴	armer	armer
	N-verarmde dunne mest		armer ¹¹⁵		
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie	Fosforzouten			rijker ¹¹⁶	
	N-rijke mineralenconcentraat		rijker		
	Verarmde mest		armer	armer	

¹⁰⁷ Deze analyse gaat ervan uit dat de EOC-fractie intact blijft in de meeste zuiveringsstappen. In het traject loosbaar met een langdurige behandeling wordt eventuele afbraak deels gecompenseerd door het gevormde riet dat nuttig toegepast kan worden in de landbouw als bodemverbeteraar (schriftelijke mededelingen VCM en UGent, 2020).

¹⁰⁸ In deze analyse wordt geen onderscheid gemaakt in de biologische beschikbaarheid van de fosfaat. Bij gebruik van FeCl₃ zal fosfaat aanwezig zijn onder de vorm van Fe-fosfaat hetgeen relatief weinig beschikbaar is als meststof. Vaneekhaute et al. (2015) vermelden dat het FePO₄-slib niet waardevol is voor hergebruik als meststof in termen van P-afgifte voor gewasgroei (weinig of geen korte termijn beschikbaarheid).

¹⁰⁹ K-zouten worden niet verwijderd in dit traject en komen in het gezuiverd effluent terecht.

¹¹⁰ Bij lozing van effluent, vooral door het verlies aan K.

¹¹¹ Deze bedraagt theoretisch 100% gezien alle N in de mineralenconcentraten terecht komt.

¹¹² Deze bedraagt theoretisch 100% vermits alle N hetzij in de NH₄-fractie hetzij in de N-verarmde mest terecht komt.

¹¹³ Deze bedraagt theoretisch 100% vermits alle N in één van de drie producten terecht komt.

¹¹⁴ Ongeveer 75% van de totale stikstof (aandeel minerale N cfr. Tabel 1) komt bij het gebruikte type mest terecht in deze fractie.

¹¹⁵ Ongeveer 25% van de totale stikstof (aandeel niet-minerale N cfr. Tabel 1).

¹¹⁶ Uit Bilbao, J. (2017) volgt dat de behaalde P-recuperatie percentage voor mest 63% is (voor digestaat is dit 40%). Zie ook VCM, 2015: resultaat van één experiment op labo/pilootschaal. In het Systemic project werd een fosfaatfractie bekomen van 140 kg/ton versus 3,5 kg/ton in het startmateriaal. Deze fractie bevatte ook nog N en K. <https://systemicproject.eu/wp-content/uploads/2018/06/Factsheet-1-GZV.pdf>.

Conclusie nutriëntrecuperatie

De conclusie van deze analyse is dat de verwerking van de dikke fractie in alle trajecten behalve verbranding (K5) een gelijkaardige nutriëntrecuperatiescore haalt dan het referentietraject (biothermisch hygiëniseren, K1). De verschillen met het referentietraject (K1) zijn klein en hebben enkel betrekking op het “verlies” van N-componenten door emissies in het proces en de biologische omzettingsreacties. EOC, P en K worden in alle bestudeerde trajecten (EOC met uitzondering van verbranding (K5)) in principe volledig gerecycleerd in de eindproducten. De verbeterde verdeling van nutriënten over de afzonderlijke producten bij “fosfaat-precipitatie” heeft geen invloed op de globale nutriëntrecuperatiescore maar kan op termijn wel zorgen voor een gunstiger marktaandeel en betere prijs.

Voor de dunne fractie scoren de trajecten concentreren (N3), stripping/scrubbing (N4) en scheiding in een P- en N-rijke fractie (N5) beter dan het referentietraject (N1). Deze betere score is te wijten aan de hogere recuperatie van N. Voor P, K en C is het verschil beperkt. Het traject loosbaar (N2) heeft een lagere nutriëntrecuperatie dan het referentietraject (N1) omdat kalium niet recupereerd wordt. Ook kan een groter deel van de fosfaat in de dunne mestfractie (ca. 40 %) als ijzerfosfaat worden verwijderd (in deze vorm weinig of niet meer als nutriënt beschikbaar voor de gewassen op korte termijn). De verbeterde verdeling van nutriënten over de afzonderlijke producten bij scheiding in een P- en N-rijke fractie (N5) heeft geen invloed op de globale nutriëntrecuperatiescore maar zou op termijn wel de marktkansen ervan kunnen verhogen en een betere prijs geven.

6. Derde stap in de analyse: milieuevaluatie (inclusief nutriëntrecuperatie)

In deze paragraaf wordt het materialenhergebruik geplaatst in kader van een bredere milieuevaluatie. De vergelijking tussen de verschillende trajecten gaat er telkens van uit dat de installaties uitgebaat worden cfr. de huidige VLAREM-voorwaarden, dus inclusief o.a. de vereiste lucht- en waterzuivering en bodembeschermende maatregelen. Zoals reeds aangegeven in paragraaf 4 wordt de analyse beperkt tot de mestverwerkingsinstallaties zelf en wordt er geen rekening gehouden met transportemissies en met emissies die optreden na toediening met de producten als meststof op Vlaamse of buitenlandse bodem.

Zoals gebruikelijk in een BBT-studie wordt gewerkt met een scoresysteem. Voor de afweging tussen (conflicterende) milieuaspecten wordt gesteund op Vlaamse beleidsprioriteiten zoals geëxpliciteerd door vertegenwoordigers van de betrokken administratie in het begeleidingscomité. Indien voor de energieopwekking duurzame bronnen of restwarmte worden gebruikt weegt energiegebruik minder zwaar door in de globale milieuevaluatie (wel opgenomen als variant, zie paragraaf 9).

Tabel 11: Milieuevaluatie verwerkingstrajecten voor de dikke mestfractie in vergelijking met referentietraject (0: idem; -/rood: minder goed; +/- groen: beter)

Traject	Nutriëntrecuperatie (zie Tabel 8)	Energiegebruik	Gebruik van hulpstoffen (chemicaliën)	Waterrecuperatie / -gebruik	Lozingen naar oppervlakte water /	Luchtemissies & geur	Afval	Globaal
K1: Biothermisch hygiëniseren	0	0 ¹¹⁷	0	0	0	0 ¹¹⁸	0	0
K2: Thermisch hygiëniseren	0	-	0	0	0	0	0	0 ¹¹⁹
K3: Hygiëniseren door bekalken	0	0	- ¹²⁰	0	0	0 ¹²¹	0	0
K4: Export zonder behandeling	0	+ ¹²²	0	0	0	0	0	0
K5: Verbranden	-	- ¹²³	- ¹²⁴	0	0	0 ¹²⁵	0	- ¹²⁶
K7: Scheiding in een P- en C-rijke fractie	0	?	-	0	0	0	0	0

¹¹⁷ Een luchtwasser gebruikt ongeveer 36,5 kWh per dag voor pompen en 39,9 kWh per dag voor ventilatoren (persoonlijke mededeling sector, 2020); Het energieverbruik varieert tussen 5 kWh/ton ruwe mest (enkel omkeren) en tussen 8 kWh en 50 kWh/ton ruwe mest voor installaties die ook ventilatie door of over de hopen toepassen. In Frankrijk wordt gerapporteerd dat het energieverbruik voor compostering door geforceerde ventilatie 1980 kWh elektriciteit per jaar en 480 liter brandstof per jaar bedraagt om 600 ton mest te behandelen (EC-JRC, 2017).

¹¹⁸ Emissies van ammoniak, methaan en geur zijn mogelijk. In nadelige omstandigheden kan dit tot 70% van de aanwezige N bedragen (EC-JRC, 2017). Gepaste management- en luchtzuiveringstechnieken kunnen dit voor een groot stuk voorkomen. In de Vlaamse praktijk wordt bv. 3% van het ingaande N teruggevonden in het waswater van de luchtwasser (persoonlijke mededeling sector, 2020). Zonder luchtzuivering zijn ammoniakemissies bv. 50 % hoger dan bij gewone opslag (maar methaan en lachgasemissies zijn lager). Door luchtzuivering wordt ca. 85 % van de ammoniakemissies verwijderd (bron: Hou, 2016)

¹¹⁹ Bij gebruik van rest- of groene warmte.

¹²⁰ Ongebluste kalk CaO of CaMgO.

¹²¹ Door pH-verhoging mogelijks meer NH₃ op te vangen via luchtzuivering maar geen meetgegevens beschikbaar die dit onderbouwen.

¹²² Geen behandeling dus geen energiegebruik.

¹²³ In tegenstelling tot de verbranding van pluimveemest met hoge DS-gehalten is bij de verwerking van dikke fractie varkensmest (DS 28%) meer energie nodig dan de verbranding opbrengt.

¹²⁴ Hulpstoffen om o.a. verbrandingsrendement te verhogen (bv. houtchips en aardgas).

¹²⁵ Verbrandingsemissies beperkt bij state-of-the art installaties. Bv. conform Artikel 5.28.3.5.1 van Vlare II mag de concentratie NO_x in de verbrandingsgassen die vrijkomen bij de verbranding van dierlijke mest maximaal 200 mg/Nm³ bedragen.

¹²⁶ Vooral omwille van beperkter hergebruik van nutriëntenstromen (N, C).

Tabel 12: Milieuevaluatie verwerkingstrajecten voor de dunne mestfractie in vergelijking met referentietraject (0: idem; -/rood: minder goed; +/-groen: beter)

Traject	Nutriëntrecuperatie (zie Tabel 9)	Energiegebruik	Gebruik van hulpstoffen (chemicaliën)	Waterrecuperatie / -gebruik	Lozingen naar oppervlaktewater / bodem	Luchtemissies & geur	Afval	Globaal
N1: Biologie	0	0 ¹²⁷	0 ¹²⁸	0	0	0 ¹²⁹	0	0
N2: Loosbaar	-	0	- ¹³⁰	0 ¹³¹	0 ¹³²	0	0 ¹³³	- ¹³⁴
N3: Concentreren	+	- ¹³⁵	0	0 ¹³⁶	0	0	0	+ ¹³⁷

¹²⁷ Betekenisvol: niveaus van 10-38 kWh per m³ beluchte vloeibare mest worden gerapporteerd (EC-JRC, 2017).

¹²⁸ Lucht/zuurstof (theoretisch ongeveer 4,6 kg O₂ per kg stikstof vereist), soms bijkomende C aan ongeveer 6,0 kg CZV per kg nitraat-N (EC-JRC, 2017).

¹²⁹ Er wordt hierbij uitgegaan van het feit dat door een correcte bedrijfsvoering de diffuse emissies van methaan, NH₃ en N₂O beperkt zijn. Vanderreydt et al., 2004a; <https://www.trevi-env.com/files/pub/317.pdf>, <https://www.trevi-env.com/files/pub/316.pdf>; zie ook Hou, 2016: lachgasemissies tussen 1 en 20%, ammoniakemissies tussen 0,1 en 0,8%. Volgens de BREF IRPP (EC-JRC, 2017): "De resultaten van een studie waarin een nitrificatie-denitrificatiebehandeling (intermitterende beluchting) wordt vergeleken met een traditionele slibopslag van 6 maanden vóór verspreiding, rapporteren een reductie van 30-52% ammoniakemissie voor een biologisch systeem in combinatie met mechanische scheiding (centrifuge of schroef pers). Een hogere reductie van ammoniakemissies (68%) wordt gerapporteerd voor een combinatie zonder scheiding, bestaande uit opslag, biologische behandeling en decanteren. Een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (CH₄ en N₂O) met ongeveer 55% (berekend als CO₂-equivalent) wordt ook gerapporteerd voor elk type biologische zuiveringsinstallatie".

¹³⁰ FeCl₃ voor fosforprecipitatie.

¹³¹ Bij lozing van het effluent; bij nuttige toepassing als irrigatiewater of proceswater is dit "+" (zie variant paragraaf 9).

¹³² Gaat uit van een uitvoering o.a. van de "constructed wetlands" die bodem- en waterverontreiniging vermijdt.

¹³³ Als het ijzerfosfaatslib verder verwerkt kan worden, bv. samen met de dikke fractie. Ook de restproducten van het rietveld vragen aandacht.

¹³⁴ Omwille van verminderde nutriëntrecuperatie (K) t.o.v. referentietraject.

¹³⁵ Volgens de BREF IRPP (EC-JRC, 2017) is het energieverbruik bij filtratie en indampen hoger dan bij biologie.

¹³⁶ Bij lozing van effluent; bij nuttige toepassing als proces- of irrigatiewater is dit "+" (zie variant paragraaf 9). In Nederland is lozing op riool toegelaten.

¹³⁷ Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de milieuwinst door de verhoogde nutriëntrecuperatie van deze trajecten door het beleid als zwaarder wordt beoordeeld dan het milieuverlies door het nadeliger energieplaatje. In het voorliggend addendum is geen gedetailleerde LCA-analyse uitgevoerd om dit te kwantificeren.

Traject	Nutriëntrecuperatie (zie Tabel 9)	Energiegebruik	Gebruik van hulpstoffen (chemicaliën)	Waterrecuperatie / -gebruik	Lozingen naar oppervlaktewater / bodem	Luchtemissies & geur	Afval	Globaal
N4: Stripping/scrubbing	+	¹³⁸	¹³⁹	0	0	0 ¹⁴⁰	0	+ ¹⁴¹
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie	+	¹⁴²	¹⁴³	0	0	0	0	+

¹³⁸ Stripping vraagt bijkomende energie. Het verbruik van elektrische energie wordt gerapporteerd vanuit België (Vlaanderen) als 2,3 kWh/m³ vloeistof, als het proces wordt uitgevoerd bij 20°C, en 0,85 kWh/m³ als de bedrijfstemperatuur 50°C is. Het energieverbruik voor alleen de stripkolom wordt gerapporteerd als 14 kWh/kg gestripte stikstof. In het geval van strippen met stoom is het elektriciteitsverbruik 0,45 kWh/m³ vloeistof, terwijl het verbruik voor thermische energie gelijk is aan de productie van 100 kg stoom per m³ (Foged H.L., 2011).

¹³⁹ Salpeterzuur of zwavelzuur.

¹⁴⁰ Indien NH₃/N₂O-emissies in de biologie minder goed gecontroleerd zouden zijn, kan dit traject beter scoren dan het referentietraject.

¹⁴¹ Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de milieuwinst door de verhoogde nutriëntrecuperatie door het beleid als zwaarder wordt beoordeeld dan het milieuverlies door het nadeliger energie- en hulpstoffen/chemicaliën plaatje. In het voorliggend addendum is geen gedetailleerde LCA analyse uitgevoerd om dit te kwantificeren.

¹⁴² Bijkomende scheidingstechnieken vragen extra energie.

¹⁴³ Zuren en basen.

Conclusie milieuevaluatie, inclusief nutriëntrecuperatie

Globaal gesproken is de milieu-impact van de alternatieve mestverwerkingstrajecten voor dikke mest vergelijkbaar met deze van het referentietraject (K1). Dit geldt ook als rekening gehouden wordt met de recuperatie van de nutriënten. Slechter dan het referentietraject is de verbranding van mest (K5). Deze wordt naar milieuprestaties minder beschouwd omwille van de gebrekkige nutriëntrecuperatie en de lage energie-efficiëntie door het lage drogestofgehalte van de gekozen mestsamenstelling.

Voor de dunne fractie zijn er wel verschillen te noteren. De meest significante verschillen ten opzichte van het referentietraject (N1) zitten in het materialenhergebruik en het energieverbruik van de trajecten. Hierbij zullen de trajecten concentreren (N3), stripping/scrubbing (N4) en scheiding in een P- en C-rijke fractie (N5) op milieugebied als “beter” gescoord worden, voor zover voor het beleid de milieuwinst door de verhoogde recuperatie van N in deze trajecten zwaarder weegt dan het milieuverlies door het nadeliger energie- en hulpstoffen/chemicaliën plaatje. Het traject loosbaar (N2) scoort naar nutriëntrecuperatie minder goed dan het referentietraject, vooral omwille van het verlies aan K.

In paragraaf 9 wordt onderzocht of de milieuafweging significant wijzigt bij andere randvoorwaarden (bv. vergisting als voorbehandeling, andere mestsoorten en hergebruik van effluent).

7. Vierde stap in de analyse: kostprijs

In dit addendum vergelijken we de kostprijs van mestverwerkingstrajecten. Alhoewel de “haalbaarheid” van de kostprijs in dit addendum niet in de diepte wordt bestudeerd -hiervoor verwijzen we naar de BBT-studie mestverwerking zelf- zal een vergelijking van de kostprijs van de alternatieve trajecten ten opzichte van het referentietraject toch een indicatie geven. Uit de BBT-studie bleek dat globaal gezien mestverwerking volgens het referentietraject voor de gemiddelde (varkensboer) te duur, maar in bepaalde bedrijven toch te verantwoorden is. Het lijkt dan logisch dat een hogere kost dan het referentietraject in (nog) minder gevallen haalbaar zal zijn.

Voor de verwerking van **dikke mest** wordt een kostprijs van 20-25 EUR/ton¹⁴⁴ genoemd, waarvan ongeveer 20 EUR voor de processen¹⁴⁵ en 0-5 EUR voor de afzet van de producten¹⁴⁶. We beschikken niet over gegevens waaruit een kostprijsverschil blijkt tussen de trajecten biothermisch hygiëniseren (K1), hygiëniseren door bekalken (K3) en verbranden (K5). Het traject scheiding in P- en C-rijke fractie (K7) is nog niet voldoende ontwikkeld (TRL 7) om qua kostprijs te vergelijken met het referentietraject (K1) maar zal met de huidige wettelijke en marktstatus van mestverwerkingsproducten waarschijnlijk duurder uitkomen dan het referentietraject. Wel is de verwachting dat de kostprijs in de toekomst gunstig zou kunnen evolueren als de gevormde C-rijke en P-arme producten een positieve wettelijke status krijgen en deze producten en de restfractie(s) voldoende aantrekkelijk zijn voor de markt.

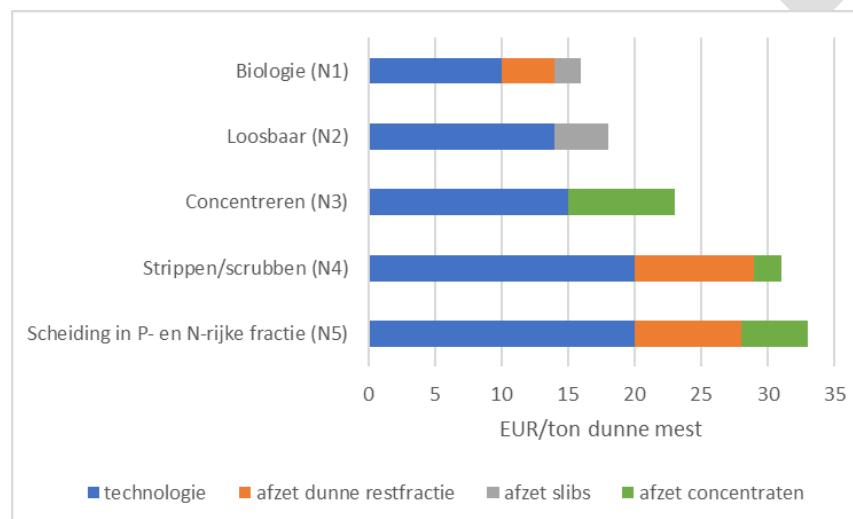
Voor de verwerking van de **dunne fractie** zijn er wel grotere kostprijsverschillen te verwachten naargelang het gekozen traject (zie Figuur 1). Hieruit blijkt dat de totale kostprijs in belangrijke mate bepaald wordt door de afzetbaarheid van de mestverwerkingsproducten. In de huidige stand van regelgeving en afzetmarkten zijn de trajecten concentreren (N3), stripping/scrubbing (N4) en scheiding in P en N-rijke fractie (N5) gevoelig duurder dan het referentietraject (N1) en krijgen deze een kostprijsscore.

Opgepast: De kostprijs getoond in Figuur 1 is in een aantal gevallen gebaseerd op schattingen en aannames. Ze dient enkel om een zicht te krijgen op de relatieve kostprijsverschillen tussen trajecten, moeten met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden en kunnen niet voor andere doeleinden gebruikt worden.

¹⁴⁴ Persoonlijke mededeling sector, 2020.

¹⁴⁵ Ter vergelijking, voor een (kleinschaligere) hygiëniseringsstroom rekent VCM ongeveer 15 EUR/ton (persoonlijke mededeling VCM, 2020).

¹⁴⁶ Een deel hiervan is voor het transport. VLM schat de kosten voor transport op 0,075 EUR/m³/km (persoonlijke mededeling VLM, 2020). Opbrengst van biothermisch gedroogde mest: 7 EUR/ton t.o.v. dikke fractie mest: -22 EUR/ton (https://cdn.digisecure.be/vcm/2018911135026326_20180809-enquete-finaal.pdf).



Figuur 1: *Kostprijsvergelijking van 5 mestverwerkingstrajecten op dunne mest. Dit zijn geschatte kostprijzen¹⁴⁷ op basis van huidige afzetmogelijkheden van de mestverwerkingsproducten. Bij een erkenning van concentraten als kunstmestvervangers en bij een gunstige marktontwikkeling kan de kost voor afzet van concentraten (groene balkjes) kleiner en zelfs negatief worden.*

¹⁴⁷ Cijfers afgeleid van:

Biologie (N1):

Technologie: 9 EUR/m³ ton drijfmest (persoonlijke mededeling VCM, 2020). Andere bronnen schatten de kost voor de exploitant in op 14 EUR/ton dunne fractie van digestaat (persoonlijke mededeling sector, 2020). Vermits de kosten voor de verwerking van digestaat hoger zijn dan deze voor dunne mest door de hogere additievenkost (totale kost ca. 6 EUR/ton) komt dit op een gelijkaardig bedrag.

Afzet slib: 0,07 ton x 12 EUR/ton (7 EUR/ton + 5 EUR/ton opslag, persoonlijke mededeling sector, 2020).

Afzet K-rijk effluent: 0,9 ton x 4 EUR/ton (korting van ongeveer 4 EUR/ton drijfmest bij externe verwerking en terugname effluent, persoonlijke mededeling VCM, 2020). Andere bronnen noemen prijzen van 0 tot 5 EUR/ton (persoonlijke mededeling sector, 2020).

Totaal: Voor de externe verwerking van varkensmest wordt 19 EUR/ton vermeld (persoonlijke mededeling sector, 2020). Bij een kostprijs van 2 EUR/ton voor de scheiding in een dunne en dikke fractie, 20 EUR/ton voor de verwerking van de dikke fractie (15 % van de massa) blijft er 14 EUR/ton varkensmest voor het biologietraject, of omgerekend per ton dunne mestfractie 16 EUR. Andere bronnen spreken van 17-18 EUR/ton drijfmest bij externe verwerking (zonder transport). VLM (persoonlijke mededeling, 2020) schat de kost van scheiding + biologie op de dunne fractie op 16 EUR per ton varkensmest.

Loosbaar (N2):

Technologiekost: 10 EUR/ton voor biologie en 4 EUR/ton voor verdere zuivering (3,5-4,5 EUR/ton, persoonlijke mededeling VCM, 2020). UGent (schriftelijke mededeling, 2020) vermeldt een kostprijs (incl. CAPEX en OPEX) van 3,5 EUR/ton influent. De helft daarvan is afschrijving van investeringskosten (10 jaar depreciatie tijd) en de andere helft zijn kosten voor chemicaliën, energieverbruik pompen (zéér beperkt) en de maandelijkse opvolging (maandelijkse monitoring). Na de 10 jaar afschrijving valt de kostprijs terug op de helft en is deze dus <2 euro/m³.

Afzet actief slib: 0,07 ton x 12 EUR/ton.

Afzet ijzerfosfaatslib: 2 EUR (eigen schatting).

Concentreren (N3):

Technologiekost: 15 EUR/ton (kostprijzen variëren van 2,5-50 EUR/m³ condensaat bij indampers (persoonlijke mededeling VCM, 2020) en 12-16 EUR/ton mest (vraagprijs, 5-15 EUR/ton mest kostprijs installatie en werkingskosten) voor membraanfiltratie (Hoop et al., 2011).

Afzetconcentraat: 0,3 ton (bron: proefinstallatie Groot Zevert) x 25 EUR/ton (basis co-verwerking dikke fractie, persoonlijke mededeling VCM, 2020).

Stripping/scrubbing (N4):

Technologiekost: Ruwe schatting gehanteerd in pilootstudies (persoonlijke mededeling VCM, 2020).

Afzet ammoniumfractie/concentraat: 0,1 ton x 25 EUR/ton (basis co-verwerking dikke fractie). Bij een afzet gelijkwaardig aan deze van zure wassers van stallen (thans niet toegelaten) kan gerekend worden met een lagere prijs van 14 EUR/ton (excl. transport) (VCM, 2017; https://cdn.digisecure.be/vcm/2018911135026326_20180809-enquete-finaal.pdf). De kost van 2 EUR wordt dan 1 EUR/ton dunne mest. Door de vergelijking met de kostprijs van klassieke N-kunstmest (ca. 100 EUR/ton, persoonlijke mededeling OVAM, 2020,) kunnen uiteraard hogere verkoopprijzen mogelijk zijn in de toekomst. Er wordt dus een eerder voorzichtige aanname bij de berekening van de verkoopprijs gehanteerd.

Afzet effluent: 0,9 ton x 10 EUR/ton (schatting, kostprijs effluent biologie x 2,5 omwille van 3 x hoger N-gehalte).

Scheiding in P en N-rijke fractie (N5):

Technologiekost: Eigen inschatting. In een pilootexperiment werd een kostprijs van 4-10 EUR/ton ingeschat maar dit is erg onzeker gezien het vroege ontwikkelingsstadium. Voor digestaat werden nette kostprijzen ingeschat op 4-9 EUR/m³. De firma Geltz rekent met 13 EUR/ton (Geltz Umwelt-Technologie, persoonlijke mededeling). Gezien dit traject -buiten de fosfaatprecipitatie- uit een aantal voor- en nageschakelde technieken bestaat die ook onderdeel zijn van andere trajecten (membraanfiltratie en/of stripping, bijkomende scheidingsstappen) is het onwaarschijnlijk dat de kostprijs lager is dan deze van trajecten N3 en N4.

Afzet van fosforzouten: 0,1 ton x 25 EUR/ton (basis co-verwerking dikke fractie).

Afzet N-rijke mineralenconcentraat: 2,5 EUR (eigen schatting).

Afzet verarmde mest: 0,8 ton x 10 EUR/ton (schatting, kostprijs effluent biologie x 2,5 omwille van hoger N-gehalte).

Conclusie kostprijs

Uit de kostprijsanalyse volgt dat, bij de huidige afzetmarkten, de referentietrajecten (K1, N1) in de meeste gevallen de minst dure verwerkingsoplossingen zijn: ongeveer 2 EUR/kg N voor de dikke fractie en 3 EUR/kg N voor de dunne fractie¹⁴⁸. Trajecten met een hogere recuperatie van nutriënten op de dunne mestfractie (N3-N5) of een opsplitsing van nutriënten in de dikke fractie (K7) hebben een gevoelig hogere kost (4-7 EUR/kg N¹⁴⁹). Deze is grotendeels te wijten aan de complexere technologie en de weinig voordelige afzetmarkten van de producten in het huidig wetgevend en economisch kader. Hierdoor wordt een verwerkingskost bekomen die tot dubbel zo hoog is dan bij het referentietraject. Gezien de kostprijs van het referentietraject reeds een zeer grote impact heeft op het verdienmodel van de (gemiddelde) varkensboer (zie BBT-studie mestverwerking, blz 20 ev.) maakt deze bijkomende kost de andere trajecten te duur om als BBT beschouwd te worden. In paragraaf 9 wordt gekeken of deze conclusie behouden blijft bij andere randvoorwaarden.

¹⁴⁸ Een kost van 25 EUR/ton voor de verwerking van 100% van de 12 kg N/ton in dikke mest komt overeen met $25/(12 \times 1) = 2$ EUR/kg N. Een kost van 16 EUR/ton voor de verwerking van 90% van de 5,8 kg N/ton in dunne mest komt overeen met $16/(5,8 \times 0,9) = 3$ EUR/kg N. Ter vergelijking, indien een landbouwer onvoldoende mestverwerkingscertificaten kan voorleggen krijgt hij een administratieve geldboete van 2 EUR per kg N die hij te weinig verwerkte. Bij een herhaling verdubbelt deze boete.

¹⁴⁹ Een kost van 23 EUR/ton voor de verwerking van 100% van de 5,8 kg N/ton in het traject concentreren (N3) komt overeen met $23/(5,8 \times 1) = 4$ EUR/ton en 31 EUR/ton voor de verwerking van 75% van de 5,8 kg N/ton in het traject stripping/scrubbing (N4) komt overeen met $31/(5,8 \times 0,75) = 7$ EUR/ton.

8. Selectie van BBT en technieken in opkomst voor twee types mest

In Tabel 14 worden de resultaten van paragraaf 4, 6 en 7 samengelegd. Volgende legende wordt gebruikt:

- 0 = referentietraject;
- + = beter dan referentietraject;
- = minder goed in vergelijking met referentietraject.

Opdat een traject als “BBT” beschouwd kan worden dient de technische haalbaarheid, milieuscore en kostenscore elk minstens gelijk te zijn aan die van het referentietraject of beter (0 of +). Opdat een traject als “techniek in opkomst” kan gelden zijn de eisen voor technische haalbaarheid minder streng maar dient de milieuscore beter te zijn of -indien het goedkoper is- even goed als bij het referentietraject. Tabel 13 vat dit samen.

Tabel 13: Evaluatie criteria BBT en “technieken in opkomst”

Technisch haalbaar?	Milieuprestaties in vgl met referentietraject	Kostprijs in vgl met referentietraject	BBT	Techniek in opkomst
Niet OK voor BBT of “techniek in opkomst”	+ of 0 of -	+ of 0 of -	Neen	Neen
OK voor “techniek in opkomst” maar niet voor BBT	+	+ of 0 of -	Neen	Ja
OK voor “techniek in opkomst” maar niet voor BBT	0	+	Neen	Ja
OK voor “techniek in opkomst” maar niet voor BBT	-	+ of 0 of -	Neen	Neen
OK voor BBT	+ of 0	+ of 0	Ja	

Tabel 14: Globale analyse van de verwerkingstrajecten voor de type dikke mestfractie

	Technisch haalbaar (zie Tabel 5)	Milieu evaluatie – inclusief nutriëntrecuperatie (zie Tabel 11)	Kosten	BBT?	Techniek in opkomst?
Dikke mest					
K1: Biothermisch hygiëniseren	0	0	0	Ja	
K2: Thermisch hygiëniseren	¹⁵⁰ , wel OK voor “techniek in opkomst”	0	0	Neen	Neen
K3: Hygiëniseren door bekalken	0	0	0	Ja	
K4: Export zonder behandeling	0	0	0	Ja	
K5: Verbranden	-, wel OK voor “techniek in opkomst”	-	0	Neen	Neen
K6: Pyrolyse	-			Neen	Neen
K7: Scheiding in een P- en C-rijke fractie	-, wel OK voor “techniek in opkomst”	0	-	Neen	Neen, tenzij kost lager dan referentietraject door aangepast wettelijk/markt kader producten

¹⁵⁰ Deze score geldt bij de bestudeerde randvoorwaarden, zie echter varianten “thermisch hygiëniseren in combinatie met voorafgaande vergisting” en “gebruik van hernieuw bare warmtebronnen” in paragraaf 9.

Tabel 15: Globale analyse van de verwerkingstrajecten van de type dunne mestfractie

	Technisch haalbaar (zie Tabel 6)	Milieu evaluatie – inclusief nutriëntrecuperatie (zie Tabel 12)	Kosten (zie Figuur 1)	BBT?	Techniek in opkomst?
N1: Biologie	vgtg	0	0	Vgtg ¹⁵¹	
N2: Loosbaar	vgtg	-	0	Vgtg ¹⁵²	
N3: Concentreren	-, wel OK voor “techniek in opkomst”	+	-	Neen	Ja
N4: Stripping/scrubbing	-, wel OK voor “techniek in opkomst”	+	-	Neen	Ja
N5: Scheiding in een P- en N-rijke fractie	-, wel OK voor “techniek in opkomst”	+	-	Neen	Ja
N6: Stripping/scrubbing & biologie	-			Neen	Neen
N7: Stripping/scrubbing & concentreren	-			Neen	Neen

¹⁵¹ Indien lokale afzet van de dunne K-rijke mestfractie mogelijk en zinvol is.

¹⁵² Indien het traject biologie met afzet van de dunne K-rijke mestfractie niet mogelijk of zinvol is.

Conclusie globale analyse

Voor de verwerking van het gekozen type **dikke mest** -elk mits randvoorwaarden- kunnen zowel biothermisch hygiëniseren (K1), hygiëniseren door bekalken (K3) of export zonder behandeling (K4) BBT zijn. Naar nutriëntrecuperatie kunnen deze drie trajecten als evenwaardig beschouwd worden: het merendeel van de aanwezige nutriënten kent een economische valabele toepassing (in het buitenland).

Scheiding in een P- en C-rijke fractie (K7) is nog onvoldoende technisch ontwikkeld om als BBT beschouwd te worden. Het kan enkel beschouwd worden als een “techniek in opkomst” indien de kosten lager evolueren dan het referentietraject (K1): zie variant in paragraaf 9.

De trajecten thermisch hygiëniseren (K2), verbranden (K5) en pyrolyse (K6) van de dikke fractie van varkensmest zijn in de gekozen randvoorwaarden niet weerhouden als BBT of als “technieken in opkomst”.

Voor de verwerking van **dunne mest** zijn het referentietraject biologie (N1) en het traject loosbaar (N2) weerhouden als BBT. Het traject loosbaar scoort weliswaar qua milieuperformantie minder gunstig dan het referentietraject biologie maar is inzetbaar in lokale omstandigheden waarin het traject biologie, met de gekoppelde afzet van K-rijke dunne mestfractie, niet mogelijk of zinvol is. De volgende trajecten worden omwille van hun globale betere milieuperformantie beschouwd als “technieken in opkomst”: concentreren (N3), stripping/scrubbing (N4) en scheiding in een P- en N-rijke fractie (N5). Belangrijkste hinderpaal van deze trajecten om ook de status “BBT” te bekomen is de gebrekkige afzetbaarheid van nutriëntenconcentraten en restfracties, de kostprijs en de beperkte praktijkrijpheid van deze alternatieven. Een deel van het kostprijsverschil komt doordat de verwerkingsproducten meestal nog beschouwd worden als dierlijke mest en niet als kunstmestvervanger.

Van de trajecten stripping/scrubbing & biologie (N6) en stripping/scrubbing & concentreren (N7) is de technische haalbaarheid van de combinatie van onderliggende technieken nog onvoldoende aangetoond en is bijkomend onderzoek aangewezen.

In paragraaf 9 wordt onderzocht of deze conclusies standhouden of aangepast moeten worden bij gewijzigde randvoorwaarden.

9. In hoeverre veranderen andere randvoorwaarden de selectie van BBT en technieken in opkomst?

De analyse van BBT en “technieken in opkomst” in paragraaf 4-8 gaat uit van een bepaald type mestsamenstelling (zie paragraaf 2), een afgesproken combinatie van technieken en producten in elk traject (zie paragraaf 3) en de huidige wettelijke en marktstatus van de mestverwerkingsproducten. In de praktijk kan thans de mestsamenstelling, de opeenvolging van technieken¹⁵³ en de afzet van de producten afwijken en kan in de toekomst de wettelijke en marktpositie van mestverwerkingsproducten wijzigen. In deze paragraaf wordt onderzocht of deze afwijkende randvoorwaarden een invloed hebben op deze uitkomst.

In Tabel 16 worden varianten in de samenstelling van mest bekeken, in Tabel 17 varianten in de toegepaste technieken in het traject en in Tabel 18 varianten in het geval van andere afzetmarkten en/of een wijziging in regelgeving voor de gevormde producten.

¹⁵³ Voor een beschrijving van mestverwerkingstechnieken wordt verwezen naar o.a. de BBT-studie mestverwerking en naar de technische fiches van VCM (<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/167/technieken>).

Tabel 16: Leidt een andere dan de gekozen type-mestsamenstelling tot andere BBT of “technieken in opkomst”?

Variant: gewijzigde mestsamenstelling	Traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuevaluatie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Kippenmest ¹⁵⁴	Biothermisch hygiëniseren (K1)	Gunstiger, maar bij voorkeur gemengd met andere (mest)bronnen.	Blijft gelijk	Veel gunstiger ¹⁵⁵	Neen (blijft BBT)
Kippenmest	Export zonder behandeling (K4)	Gunstiger door hoger DS- gehalte en grotere afzetmarkten (naast Nederland ook Frankrijk).	Gelijkaardig	Beter	Neen (blijft BBT)
Kippenmest	Verbranding (K5)	Gunstiger, verschillende installaties op kippenmest draaien al geruime tijd in het buitenland. Verlaagt de beschikbaarheid van kippenmest voor de biothermische hygiënisering van varkens dikke fractie.	Gunstiger omdat het hoge DS- gehalte (deels door toevoeging van strooiselmateriaal) wel degelijk energiewinst geeft en dus een groene warmtebron kan zijn (klimaatmaatregel). De Vlaamse beleidsvoorkeur voor materialenhergebruik leidt	Gunstiger	Neen (blijft geen BBT en blijft geen “techniek in opkomst” omdat andere trajecten op milieugebied beter scoren)

¹⁵⁴ Pluimveemest heeft een hoger drogestofgehalte (ongeveer 600 kg/ton), organische stofgehalte (ongeveer 400 kg/ton), N-gehalte (32 kg/ton), P-gehalte (29 kg/ton) en K-gehalte (20 kg/ton) dan het gekozen type dikke mest.

¹⁵⁵ Afhankelijk van o.a. het drogestofgehalte een kost van 5 EUR per ton tot een opbrengst van 20 EUR/ton (persoonlijke mededeling sector, 2020).

Variant: gewijzigde mestsamenstelling	Traject	Effect van variant op:			Wijzigd dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuevaluatie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
			evenwel naar een voorkeur voor het referentietraject ¹⁵⁶ .		
Rundermest ¹⁵⁷	Alle	OK, aangepaste voorbehandeling nodig door hogere concentratie vezels.	OK, door groter bufferend vermogen mogelijks meer base nodig bij trajecten die dit vragen.	Gelijkaardig ¹⁵⁸	Neen (BBT- en “techniek in opkomst”-status blijft behouden)
Rundermest	Stripping/scrubbing (N4)	Lager rendement van ammoniumsulfaat/nitraat door lager N _{mineraal} dan varkensmest ¹⁵⁹ .	Minder gunstig	(Nog) duurder	Neen (blijft geen BBT, blijft “techniek in opkomst”)

¹⁵⁶ In de LCA-studie thermische conversie pluimveemest (<https://www.bmcmoerdijk.nl/>) komt verbranding van (pluimvee)mest positiever uit dan biothermisch drogen/hygiëniseren. Indien evenwel meer rekening gehouden wordt met de vervanging van de nutriënten EOC en N (LCA met systeemuitbreiding) komen beiden technieken op ongeveer hetzelfde niveau (milieuimpactscore Pt verbranding: 32,0; composteren: 33,5). Het drogestofgehalte van de mest is erg belangrijk: in een andere LCA studie van CE waarin met 22% DS i.p.v. met 57% DS gerekend wordt komt composteren als beter naar voor (de Graaff L. et al., 2017).

¹⁵⁷ Rundveemest heeft initieel een lager N-gehalte (in vergelijking met varkensmest). Dit maakt de verwerking duurder.

¹⁵⁸ Bv.15-20 EUR/ton voor de verwerking van de dikke fractie (persoonlijke mededeling sector, 2020).

¹⁵⁹ 47% van de totale stikstof (VCM, 2019, uit o.a. piloot 2018) i.p.v. 75% bij het typemest.

Tabel 17: Leidt de toevoeging van bijkomende technieken in de trajecten tot andere BBT of “technieken in opkomst”?

Variant: bijkomende of gewijzigde techniek	Bij traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Transport	Alle	Geen bijzondere problemen.	Afhankelijk van de vereiste transportafstand kunnen deze een grote impact hebben. Transportemissies worden bij een BBT-analyse evenwel niet in rekening gebracht omdat een BBT-analyse sectoraal gebeurt en transportverschillen op lokaal en op installatieniveau bekeken moeten worden.	Heeft een significante bijdrage in de totale kost, afhankelijk o.a. van afstand en volume.	Valt buiten de scope van de analyse
Variaties in uitvoering voorafgaande scheiding tussen dik en dun, bv. toevoeging van hulpstoffen	Alle	Kunnen mogelijks afzetmogelijkheden van producten beïnvloeden.	Beperkt	Beperkt op totale kost ¹⁶⁰	Neen (BBT- en “techniek in opkomst”-status blijft behouden)
Pelletisering als bijkomende behandeling van verwerkte dikke fractie	Alle op dikke fractie (K1-7)	Veel praktijkervaring ¹⁶¹	Bijkomende droging en energiekost, mogelijks deels gecompenseerd door transportwinst (valt buiten de scope van deze analyse).	Hogere kost wordt gecompenseerd door gunstigere afzetmarkt.	Neen (BBT- en “techniek in opkomst”-status blijft behouden)

¹⁶⁰ Kosten voor scheiding: ongeveer 2,25 EUR/ton (variërend van 1 tot 3,5 EUR/ton). Als uitgaande van 1 ton varkensmest 0,15 ton dikke fractie (verwerkingkosten 25 EUR/ton) en 0,85 ton dunne fractie (verwerkingskosten 14 EUR/ton) bekomen wordt, leidt dit tot een totale kost van $2,25 + (0,15 \times 25) + (0,85 \times 14) = 3,5 + 5 + 12 = 17,9$ EUR/ton mest (Smets S. et al., 2018; Vannecke T. et al., 2018).

¹⁶¹ In Vlaanderen bij een drietal biothermische drooginstallaties (VCM, 2017a).

Variant: bijkomende of gewijzigde techniek	Bij traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Gebruik van hernieuwbare warmtebronnen	Thermisch hygiëniseren (K2)	Meer praktijkervaring, wordt TRL 9.	Door verbeterde energiescore even goed als referentietraject, bv. minimaal 85-90% van het totale energieaandeel.	Geen data	Ja (wordt BBT)
Voorafgaande vergisting	Biothermisch hygiëniseren (K1)	Geen	Extra hulpstoffen	Geen data	Geen meerwaarde in de context van mestverwerking in dit addendum.
Voorafgaande vergisting	Thermisch hygiëniseren (K2)	Meer praktijkervaring, wordt TRL 9.	Door gebruik van biogas van de vergisting als warmtebron voor hygiëniseren even goed als referentietraject.	Geen data	Ja (wordt BBT)
Voorafgaande vergisting ¹⁶²	Biologie (N1) & Loosbaar (N2)	Minder gunstige N/C balans door de afbraak van C-houdende moleculen door de vergisting en het	Minder goed door hoger risico op diffuse N-emissie ¹⁶⁴ en extra toediening van hulpstoffen. Mogelijk wel interessant in bepaalde gevallen als bron van hernieuwbare	Hogere kostprijs (ongeveer 30%) door o.a. hoger chemicaliëngebruik ¹⁶⁵ .	Geen meerwaarde in de context van mestverwerking in dit addendum.

¹⁶² Wordt hier beschreven als een variant van mestverwerking voor de veehouderij. In de praktijk is de vergisting vaak de economisch belangrijke hoofdactiviteit en is de mestverwerking secundair, bv. om deze activiteit in landbouwgebied te kunnen doen. Dit heeft als gevolg dat de technische haalbaarheid, milieuperformantie en kostprijs van deze variant vaak in de praktijk afgewogen wordt vanuit de sector biogas/vergisting. In dit addendum gebeurt de evaluatie echter louter van uit het standpunt “mestverwerking voor de intensieve veehouderij” en deze kan hiervan gevoelig afwijken.

¹⁶⁴ Voorbehandeling door vergisting leidt tot omzetting van organische gebonden stikstof naar minerale stikstof (+20%, vooral NH₄⁺). Door het hoger ammoniumgehalte en de hogere pH (afbraak vluchtige vetzuren) is het risico op vervluchtiging- en uitspoelingsverlies van stikstof groter dan bij niet-vergiste mest (persoonlijke mededelingen VLM & VCM, 2020).

¹⁶⁵ Persoonlijke mededeling sector (2020).

Variant: bijkomende of gewijzigde techniek	Bij traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
		hierdoor lager organisch stofgehalte (-30%) ¹⁶³ . Vraagt bijmenging van C-rijke afvalstoffen.	energie, bv. pocketvergisting bij rundveebedrijven.		
Voorafgaande vergisting	Concentreren (N3)	Meer praktijkervaring maar blijft beneden TRL 9.	Beter o.a. door gebruik biogas voor verdamper.	Geen data	Neen (blijft geen BBT, blijft “techniek in opkomst” maar is een meerwaarde)
Voorafgaande vergisting	Stripping/ Scrubbing (N4)	Veel meer ervaring ¹⁶⁶ met digestaat dan met dunne mest, gunstiger door beschikbaarheid van warmte, hogere pH en mineralisering N	Energetisch gunstiger door gebruik van warmte uit vergisters.	Problemen afzet van ammoniumzouten en N-verarmde mest blijven, kostprijs blijft hoog.	Neen (blijft geen BBT, blijft “techniek in opkomst” maar is een meerwaarde)
Indampen of membraanfiltratie ipv FeCl ₃ -recipitatie &	Loosbaar (N2)	Minder ervaring in Vlaanderen ¹⁶⁸ maar is bewezen technologie, vraagt minder ruimte dan	Beter door hogere nutriëntrecuperatie maar minder energiegunstig.	Duurder	Neen (blijft in dezelfde gevallen BBT)

¹⁶³ Door vergisting wijzigt de samenstelling van de dunne fractie en heeft deze een lagere concentratie drogestof (bv. 80 kg/ton) en organische stof (bv. 50 kg/ton) gehalte en een hogere NH₄⁺/NO₃⁻ ratio dan het gekozen type dunne mest. Gehaltes aan organische stof dalen door voorafgaande vergisting, bv. bij pocketvergister is dit met 30%.

¹⁶⁶ O.a. operationele pilootinstallatie anno 2019 in Zevekote, verschillende andere pilootexperimenten uitgevoerd op digestaat.

¹⁶⁸ In Vlaanderen wordt omgekeerde osmose toegepast in 1 operationele installatie op dunne fractie varkensmest. In een 6-tal installaties gebeurt dit met een indamper (maar enkel bij de verwerking van digestaat en aanwezigheid van surplus warmte). In 1 installatie gebeurde er ook een actiefkool adsorptie. (VCM, 2017a en mondelinge mededeling VCM, 2020).

Variant: bijkomende of gewijzigde techniek	Bij traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en "technieken in opkomst" in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
constructed wetlands (blz 132, 143 en 154) ¹⁶⁷		"constructed wetlands", meer (toepassings-) mogelijkheden voor effluent.			
Gebruik van Ca- of Mg-verbindingen ipv FeCl ₃ voor P-precipitatie ¹⁶⁹	Biologie (N1) & Loosbaar (N2)	Praktische toepasbaarheid dient nog aangetoond te worden, te laag TRL-niveau.	Betere plantenbeschikbaarheid verwacht van de P-fractie in vergelijking met ijzerfosfaat.	Onbekend	Ja (wordt [nog] geen BBT of "techniek in opkomst")

¹⁶⁷ Meer info op: <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4797/biologische-verwerking-van-mest>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5062/indamping>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5065/membraanfiltratie>; <https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5068/constructed-wetlands>.

¹⁶⁹ Schriftelijke mededeling UGent, 2020.

Tabel 18: Leiden andere afzetmarkten en/of een wijziging in regelgeving tot andere BBT of “technieken in opkomst”?

Variant: aangepaste regelgeving / andere afzetmarkt voor:	Traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Fosfaatprecipitaat (o.a. struviet, calcium- of magnesiumfosfaat): erkend en verkoopbaar als kunstmestvervanger	Scheiding in P- en C-rijke fractie (K7)	Zal verbeteren; rest mestfractie blijft afzetmoeilijkheden behouden.	Blijft gelijk	Lager	Ja (wordt “techniek in opkomst”; geen BBT tot bewezen op TRL 9 & kostprijs verlaagd tot dat van referentietraject)
Fosfaatprecipitaat (o.a. struviet, calcium- of magnesiumfosfaat): erkend en verkoopbaar als kunstmestvervanger	Scheiding in P- en N-rijke fractie (N5)	Zal verbeteren, N-verarmde dunne mest blijft afzetmoeilijkheden behouden.	Blijft gelijk	Lager	Neen (blijft “techniek in opkomst” maar gunstiger; geen BBT tot bewezen op TRL 9 & kostprijs verlaagd)
P-houdende slibfractie: coverwerking dikke fractie i.p.v. uitrijden op land	Biologie (N1); Loosbaar (N2)	Afzetmarkt producten kleiner door buitenlandse regelgeving ¹⁷⁰ .	Blijft gelijk	Kosten uitrijden en minder certificaten af te wegen tov kosten verwerking samen met dikke fractie.	Neen (blijft in dezelfde gevallen BBT)

¹⁷⁰ Persoonlijke mededeling sector, 2020.

Variant: aangepaste regelgeving / andere afzetmarkt voor:	Traject	Effect van variant op:			Wijzigd dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Effluent gebruiken in luchtwassers alvorens afzet op Vlaamse bodem	Biologie (N1)	Nog onvoldoende bewezen (hygiënische aspecten). Resultierend spuiwater heeft status dierlijke mest.	Mogelijks verminderde effectiviteit luchtwasser (nog verder te onderzoeken). Verhoogd chemicaliënverbruik ¹⁷¹ . Waterbesparing.	Minder in vergelijking met het gebruik van drinkwater	Ja (wordt geen BBT)
Gezuiverd effluent gebruiken als proces- of als irrigatiewater i.p.v. lozen	Loosbaar (N2)	Afhankelijk van samenstelling, toepassing en wettelijk kader. Eerste experimenten op bedrijfsschaal gebeurd (o.a. gebruik in luchtwassers)	Beter (waterbesparing)	Blijft gelijk	Neen (blijft in dezelfde gevallen BBT)
Gezuiverd effluent gebruiken als proces- of als irrigatiewater i.p.v. lozen	Concentreren (N3)	Afhankelijk van samenstelling, toepassing en wettelijk kader.	Beter (waterbesparing)	Blijft gelijk	Neen (blijft “techniek in opkomst”)

¹⁷¹ Hoeksma P. et al., 2007: Op enkele varkensbedrijven zijn op kleine schaal experimenten en oriënterende metingen uitgevoerd (aan drie praktijkinstallaties). De hoeveelheid zuur die nodig is om de zuurtegraad van het waswater op het vereiste lage peil te houden, is het meervoudige van de hoeveelheid die nodig is bij gebruik van water als wasvloeistof. Deze extra hoeveelheid zuur komt door de grotere buffercapaciteit van dunne mestvloeistof ten opzichte van die van water.

Variant: aangepaste regelgeving / afzetmarkt voor:	Traject	Effect van variant op:			Wijzigt dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
Nutriëntenconcentraat: wettelijk erkend als kunstmestvervanger en op het land als dusdanig gebruikt	Concentratie (N3)	Vermindert wettelijke belemmeringen en verbetert marktsituatie Zal stimulans zijn voor opschaling van technieken naar hoger TRL-niveau.	Blijft gelijk	Lager, komt mogelijks op niveau referentietraject.	Neen (blijft “techniek in opkomst”; geen BBT tot bewezen op praktijkschaal (TRL 9))
Nutriëntenconcentraat of ammoniumzouten: co-verwerken met dikke fractie	Concentratie (N3); Strippen & scrubben (N4)	Geen wettelijke belemmeringen	Blijft gelijk	Blijft omvangrijk	Neen (blijft geen BBT; blijft “techniek in opkomst”)
NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat: wettelijk erkend als kunstmestvervanger en op het terrein als dusdanig gebruikt	Stripping/scrubbing (N4)	Vermindert wettelijke belemmeringen en verbetert marktsituatie. Zal stimulans zijn voor opschaling van technieken naar hoger TRL-niveau. N-verarmde dunne mest blijft afzetmoeilijkheden behouden.	Blijft gelijk	Lager, maar komt door hogere technologiekost en kost afzet verarmde mest niet op niveau referentietraject ¹⁷² .	Neen (gunstiger maar blijft “techniek in opkomst”; geen BBT tot bewezen op TRL 9 & kostprijs verder verlaagd)

¹⁷² Zie figuur 1.

Variant: aangepaste regelgeving / andere afzetmarkt voor:	Traject	Effect van variant op:			Wijzigd dit de analyse van BBT en “technieken in opkomst” in Tabel 14 of Tabel 15?
		Technische haalbaarheid	Milieuperformantie inclusief nutriëntrecuperatie	Kostprijs	
NH ₄ -sulfaat of -nitraat concentraat: kent ook toepassingen buiten de landbouwsector ¹⁷³	Stripping/scrubbing (N4)	Grotere afzetmarkt voor NH ₄ -sulfaat of -nitraat (maar moet zich nog bewijzen). N-verarmde dunne mest blijft afzetmoeilijkheden behouden.	Blijft gelijk	Lager hierboven) (zie	Neen (gunstiger maar blijft “techniek in opkomst”; geen BBT tot bewezen op TRL 9 & kostprijs verlaagd is)

¹⁷³ Toepassingen van NH₄NO₃ in de chemische industrie (bv. productie van explosieven). Toepassingen van NH₄SO₄ in de chemische, spaanplaatindustrie/petfood industrie.

Conclusie

Uit bovenstaande analyse volgt dus dat de in paragraaf 8, Tabel 14 en Tabel 15 geformuleerde besluiten met betrekking tot BBT en “technieken in opkomst”-in grote lijnen- ook gelden bij:

- andere mestsamenstellingen (Tabel 16);
- andere techniekcombinaties van de trajecten (Tabel 17);
- gewijzigde afzetmogelijkheden van de mestverwerkingsproducten (Tabel 18).

Drie varianten vragen bijzondere aandacht:

1. Indien de mest voorafgaand onderworpen wordt aan een vergistingsstap (Tabel 17)¹⁷⁴:
 - Deze extra stap heeft geen meerwaarde voor de als BBT weerhouden trajecten biothermisch hygiëniseren (K1), biologie (N1) en loosbaar (N2) en kan deze zelfs minder milieuperformant maken. Dit heeft o.a. te maken met het feit dat biologisch beschikbare koolstof in de mest maar één keer kan gebruikt worden, hetzij voor een omzetting tot methaan (in de vergisting) hetzij als koolstofbron in de denitrificatie bij biologie/loosbaar of in het composteringsproces bij biothermisch drogen. Ook de door de vergisting gewijzigde pH en hoger minerale N-gehalte is geen voordeel voor de BBT-trajecten (verhoogd risico op diffuse emissie van NH_3).
 - Hier staat tegenover dat bepaalde trajecten die (nog) geen BBT zijn met voorafgaande vergisting wel beter scoren, met name bij het thermisch hygiëniseren (K2) (als een bron van warmte) en bij concentreren (N3) & strippen/scrubben (N4) (meer minerale N, warmtebron).
 - Vergisten van mest kan in bepaalde gevallen interessant zijn als een bron van hernieuwbare energie (bv. pocketvergisting bij rundveebedrijven) maar dit situeert zich buiten de context van mestverwerking zoals besproken in dit addendum en bedoeld in het Vlaamse mestdecreet.
2. Hergebruik van gezuiverd effluent als irrigatie- of proceswater (i.p.v. deze te lozen, Tabel 18) verbetert de milieuscore van mestverwerkingstrajecten maar is niet altijd aangewezen om technische, gezondheids- of wettelijke redenen.
3. Bij een eventuele erkenning van mestverwerkingsproducten als kunstmestvervangers (Tabel 18) zouden de trajecten scheiding in een P- en C-rijke fractie (K7), scheiding in een P- en N-rijke fractie (N5), strippen/scrubbing (N4) en concentreren (N3) mogelijks BBT worden als bovendien voor de kunstmestvervangers een gunstigere marktprijs bekomen wordt, de techniek kost redelijk blijft, er een oplossing is voor de restfracties en het traject succesvol opgeschaald wordt tot TRL9.

¹⁷⁴ Bij de toepassing van vergisting komt de veeteeltsector in veel gevallen in aanraking met de activiteiten van een andere bedrijfstak, met name de biogassector. Dit komt omdat mest op zich geen goed substraat is voor vergisting en de bijmenging van andere koolstofrijke bronnen (bv. energiegewassen en/of organische biologische afvalstromen) vraagt. Anderzijds zullen biogasinstallaties wensen samen te werken met veeteeltbedrijven omwille van hun aanwezigheid in het agrarisch gebied. Het blijven evenwel afzonderlijke bedrijfstakken met hun eigen verdienmodel en hun eigen economische draagkracht. Dit laatste impliceert dat een techniek die BBT is voor één sector dat niet automatisch ook voor de andere is. Om die reden worden BBT immers per sector of bedrijfstak vastgelegd.

Voor de verdere ontwikkeling van “technieken in opkomst” kan de interactie tussen de biogassector en de veeteeltsector zeker voordelen hebben. De biogassector kan door haar grootschaligheid en door haar ander verdienmodel mogelijks sneller deze alternatieven uittesten en tot een verdere ontwikkeling komen. Hiervan kan nadien mogelijks ook de veeteeltsector profiteren.

10. Conclusies en aanbevelingen

In kader van het Vlaams vergunningenbeleid

Voor dikke mest:

Voor de verwerking van **dikke mest** in de veeteeltsector zijn de volgende trajecten **BBT**:

- Biothermisch hygiëniseren (d.i. verhitting door aerobe microbiologische afbraak en export als meststof);
- Thermisch hygiëniseren (d.i. verhitting door externe warmte en export als meststof), enkel bij voorafgaand vergisten en/of gebruik van hernieuwbare warmtebronnen (rest- of groene warmte);
- Hygiëniseren door bekalken (d.i. verhitting door toediening van ongebluste kalk en export als meststof);
- Export zonder behandeling (waar importregels dit toelaten).

Bovenstaande trajecten zijn gekoppeld aan een afzet van de gevormde producten in de buurlanden en -regio's. Met uitzondering van export zonder behandeling zijn dit bij de huidige stand van techniek enkel grootschalige toepassingen¹⁷⁵.

Scheiding in een P- en C-rijke fractie (door aanzuring, mechanische scheiding en precipitatie) is nog onvoldoende technisch ontwikkeld om als BBT beschouwd te worden. Het kan wel beschouwd worden als een "**techniek in opkomst**", met name indien de kosten (door een gunstige markt voor de concentraten) die van het referentietraject biothermisch drogen niet overschrijden.

De volgende trajecten zijn **geen BBT**:

- Verbranding: lagere nutriëntencirculariteit dan alternatieve trajecten en energetisch ongunstig voor vaste mestsoorten met een laag drogestofgehalte;
- Pyrolyse: onvoldoende praktijkontwikkeling.

Voor dunne mest:

Voor de verwerking van **dunne mest** in de veeteeltsector zijn de volgende trajecten **BBT**:

- Biologie:
 - d.i. biologische nitrificatie/denitrificatie met gebruik van slib als meststof of mee verwerkt met de dikke fractie en uitrijden van de N-verarmde mest in Vlaanderen;
- Loosbaar:
 - d.i. biologische nitrificatie/denitrificatie gevolgd door *of* FeCl₃-precipitatie & rietvelden/"constructed wetlands" *of* membraanfiltratie *of* indampen; de slibfracties en concentraten worden gebruikt als meststof of mee verwerkt met de dikke fractie; het gezuiverd effluent wordt geloosd of gebruikt als proceswater of irrigatiewater op het landbouwbedrijf.

In het voorliggend kader (veeteeltsector, mestverwerking) heeft het geen toegevoegde waarde om deze twee trajecten te laten voorafgaan door een mestvergistingsstap¹⁷⁶. Dit doet uiteraard geen afbreuk aan de waarde van vergisting in andere sectoren (bv. co-vergisting/biogassector), processen of trajecten.

¹⁷⁵ Zie hoofdstuk 13: Finale opmerkingen:

VCM meldt dat een aantal veehouders op bedrijfsniveau succesvol gebruik maken van een composteertrommel/-toren om dikke mest te hygiëniseren en dat er plannen zijn om dit ook te doen met warmte van de verbranding van het biogas.

¹⁷⁶ Vergisten van mest kan op zichzelf staand of in combinatie met andere mestverwerkingstechnieken "in opkomst" soms wel aangewezen zijn.

De volgende trajecten zijn **geen BBT** maar wel “**technieken in opkomst**” in de veeteeltsector. Ze tonen een beter milieuresultaat voor een beleid dat hoog inzet op nutriëntrecuperatie maar ze voldoen (nog) niet aan één of meerdere BBT-criteria:

- Concentreren (d.i. scheiden door membranen of indampers in nutriënt-aangerijkte deelfracties en loosbaar of herbruikbaar water): afzetbaarheid en kostprijs blijven een probleem;
- Stripping/scrubbing (d.i. strippen van NH_3 door temperatuurverhoging en/of pH-verhoging, opvangen en omzetten van NH_3 in ammoniumzouten; gebruik van de ammoniumzouten als kunstmestvervanger, uitrijden van de N-verarmde mest in Vlaanderen): hoog kostenplaatje door gebruikte technologie en moeilijke afzet van mestproducten, hierdoor nog onvoldoende op praktijkschaal bewezen;
- Scheiding in P- en N-rijke fractie (d.i. fosfaatprecipitatie, concentratie van andere nutriënten door membraanfiltratie of indamping; gebruik van fosfaatprecipitaat en N-concentraat als kunstmestvervanger, uitrijden van verarmde mest in Vlaanderen): nog onvoldoende praktijkervaring, afzetbaarheid van mestproducten en kostenbesparing dient zich nog te bewijzen.

Bovenstaande trajecten kunnen gecombineerd worden met een voorafgaande vergisting.

Trajecten die een combinatie zijn van technieken die zich afzonderlijk al bewezen hebben maar nog niet in combinatie, zoals bijvoorbeeld “concentreren” of “stripping” samen met “biologie”, vragen nog praktijkervaring alvorens deze als “technieken in opkomst” of uiteindelijk “BBT” beschouwd kunnen worden. De stap hiertoe hoeft niet groot te zijn gezien veel verwerkers thans al over een biologische verwerking beschikken.

In kader van het nutriëntrecuperatiebeleid

Voor dikke mest:

- Mestverwerkingstrajecten die als BBT weerhouden worden realiseren nu reeds een quasi volledige nutriëntrecuperatie (EOC, N, P & K). De recuperatie van nutriënten gebeurt weliswaar niet op het grondgebied Vlaanderen. Voor een “circulaire” economie is dit niet nodig (circulaire economie $\neq$ “gesloten” economie) en vanuit het Vlaams beleidsdoel van mestverwerking is dit ook niet gewenst, althans voor de nutriënten N en P. Aan de Vlaamse overheid wordt gevraagd om de als BBT weerhouden verwerkingstrajecten verder via vergunningsvoorwaarden, exportpromotie en flankerend beleid te blijven ondersteunen.
- Verdere ontwikkelingen om P- en C-fracties te scheiden kunnen mogelijks de afzetmarkten voor de mestverwerkingsproducten verbreden, de kostenstructuur verbeteren en een oplossing bieden voor organische stoftekorten in bepaalde Vlaamse landbouwbodems. Hiertoe is evenwel nog bijkomend onderzoek en ontwikkeling nodig. Indien bepaalde fosfaatproducten beschouwd worden als kunstmestvervanger zal hun marktpotentieel verhogen. De Vlaamse overheid kan voorgaande evoluties stimuleren.

Voor dunne mest:

- De nutriënten EOC en P worden grotendeels door de BBT gerecupereerd in economisch bruikbare (meng)producten. Voor P geldt wel de bemerking dat een deel hiervan aanwezig kan zijn onder de vorm van ijzerfosfaat waardoor het niet onmiddellijk beschikbaar is voor de plant. De recuperatie van N is geen BBT in de klassieke mestverwerking. N wordt grotendeels omgezet in het onschadelijke, maar economisch niet toegepaste N_2 . In omstandigheden waarin lokale afzet van K-rijke, N-verarmde dunne mest mogelijk is, is K-recuperatie BBT. In omstandigheden waar lokale afzet niet mogelijk is het geen BBT.
- Wettelijke hinderpalen verhinderen thans de verdere ontwikkeling van mestverwerkingstrajecten waarbij N kan gerecupereerd worden in economisch bruikbare producten, bv. N-concentraten en ammoniumnitraat of -sulfaat fracties als kunstmestvervanger of buiten de landbouw. Indien het beleid kansen wil geven aan de toekomstige ontwikkeling van stikstofrecuperatie (en eventueel ook fosfaatrecuperatie) uit deze mestfractie zal vooruitgang geboekt moeten worden op gebied van de wettelijke hinderpalen. Vooreerst is een aanpassing aan de Europese regelgeving nodig. De Europese Commissie heeft het engagement opgenomen om, in navolging van het Safemanure project, dit te bespreken in het Europese Nitraatcomité waar alle Europese lidstaten vertegenwoordigd zijn. Dan pas kan verder implementatie in Vlaanderen plaatsvinden (mondelinge mededeling VLM, 2020).
- Het vastleggen van de criteria opdat mestverwerkingsproducten kunnen ingezet worden als kunstmestvervangers dient de milieukundige voordelen van mestverwerking in het nitraatbeleid verder te borgen en niet af te zwakken. Door een beter wettelijk kader voor de producten van nutriëntrecuperatie uit mest zal de prijs die de mestverwerker hiervoor krijgt hopelijk niet meer negatief zijn.
- Toch blijven er ook dan nog grote hinderpalen om én een aanzienlijke fractie van de N in de mest te verwerken én tegelijkertijd deze N in economisch bruikbare producten te recupereren. Er blijven omvangrijke stromen van mestproducten die niet als kunstmestvervangers afzetbaar zullen zijn. De kostprijs van de technologie blijft even hoog. Bovendien is de technologie van N-recuperatie uit dunne mest nog onvoldoende in de praktijk bewezen. Om die redenen worden de trajecten concentreren, stripping/scrubbing en scheiding in een P- en N-rijke fractie als “technieken in opkomst” gemerkt. Dit betekent dat ze in kader van BBT-analyses verder opgevolgd moeten worden, innovatiesteun van de overheid kunnen krijgen en in bepaalde gevallen in een tijdelijke setting toegepast kunnen worden in het vergunningsproces.
- De eerste toepassingen voor nutriëntrecuperatie uit dunne mest zullen zich mogelijks ontplooiën bij installaties die niet de mestverwerking als primair doel hebben (= onderwerp van dit addendum bij de BBT-studie mestverwerking) maar de productie van biogas uit met mest vermengde koolstofrijke (afval)stromen. Het aldus bekomen digestaat bevat vaak relatief meer minerale N dan ruwe mest: hierdoor is de beschikbaarheid van N voor nutriëntrecuperatie groter. De biogassector heeft mogelijks ook meer ruimte om in de technologie van nutriëntrecuperatie te investeren en kan rendabel zijn bij hogere verwerkingskosten per ton dan de veeteeltsector. Om de haalbaarheid van nutriëntrecuperatie te testen is het te overwegen om ter gepaster tijde een actualisatie te doen van de BBT-studie (mest)covergistingsinstallaties.
- Overwogen kan worden om een nieuwe actualisatie van de BBT-studie mestverwerking te doen in de periode nadat één of meerdere mestverwerkingsproducten erkend zijn als kunstmestvervanger en als gevolg hiervan de technologie zich verder ontwikkeld en bewezen heeft. Voor de sector is het immers belangrijk dat er duidelijkheid is over welke trajecten effectief in de praktijk kunnen worden toegepast bij een aangepast wettelijk kader.

In kader van het waterbesparingsbeleid

- Verschillende mestverwerkingstrajecten leiden tot waterige stromen die in bepaalde omstandigheden als proces- of irrigatiewater gebruikt zouden kunnen worden. Vaak is evenwel niet duidelijk wanneer dit op een veilige en efficiënte manier zou kunnen. De Vlaamse overheid zou stimulansen kunnen geven om dit uit te klaren. Om een grotere rechtszekerheid te bekomen is het bijvoorbeeld aanbevolen dat het Vlaamse beleid criteria opstelt voor het onderscheid tussen irrigatie- en fertigatiewater (= irrigatie + bemesting). Ook voor het gebruik van waterstromen voor gaswassers zijn criteria aangewezen.

In kader van het algemene landbouwbeleid

- Verdere technologische ontwikkelingen op gebied van een meer verfijnde nutriëntrecuperatie, inclusief het zoeken naar synergie met de biogassector, versterken de tendens naar een grootschaligere en meer technologie-intensieve mestverwerking gekoppeld aan de veeteelt. Aan het beleid te beoordelen of dit een gewenste, neutrale of negatieve evolutie is.

In kader van het toegepast onderzoeksbeleid

- Kennis is tijdelijk. Dit geldt in het bijzonder voor een analyse van BBT en “technieken in opkomst”. De analyse in dit addendum maakte gebruik van de voor het BBT-kenniscentrum in 2019/2020 beschikbare informatie- en kennisbronnen. Deze waren zeker niet altijd volledig en vroegen een expertinschatting om voor het beleid tot bruikbare conclusies te leiden. In bijzonder zijn er weinig goed onderbouwde bronnen van nutriëntenbalansen voor de besproken trajecten beschikbaar. Dit geldt voor de nieuwe trajecten maar ook voor de bestaande referentietrajecten. Ook over diffuse emissies zijn weinig gegevens beschikbaar.
- Het BBT-kenniscentrum stimuleert andere onderzoekers, bedrijven en overheden om de analyses in dit addendum door middel van metingen en bijkomende data kritisch te toetsen. Deze kunnen input vormen voor toekomstige actualisaties.

11. Referentielijst

Bilbao J., Final Report Summary - BIOECOSIM - An innovative bio-economy solution to valorise livestock manure into a range of stabilised soil improving materials for environmental sustainability and economic benefit for European agriculture, Fraunhofer-Gesellschaft, 2017

(<https://cordis.europa.eu/docs/results/308/308637/final1-bioecosim-final-publishable-summary-report.pdf>)

Boets P., Michiels E., Meers E., Lock K., Tack F.M.G. & Goethals P.L.M., Integrated Constructed Wetlands (ICW): Ecological Development in Constructed Wetlands for Manure Treatment, Wetlands 31: 763-771, 2011

Braekevelt A., Vanaken N. & Bouteligier S., Actieplan Duurzaam beheer van biomassa(rest)stromen 2015-2020 + voortgangsrapportage, OVAM, 2018

(<https://www.vlaanderen.be/publicaties/voortgangsrapportage-actieplan-duurzaam-beheer-van-biomassareststromen-2015-2020>)

Ceulemans J. & Lemmens B., Opstellen en valideren van een meetprocedure voor het opmaken van een nutriëntenbalans bij verschillende mestverwerkingstechnieken, VITO-rapport 2008/MPT/R/017 beperkte verspreiding, 2018

Coopman F. et al., Agronomische waarde van bewerkte dierlijke mest valoriseren en optimaliseren, eindrapporten luik 1,2 en 3 & samenvatting en productfiches; VLM, 2016 & 2018 (www.vlm.be).

([https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/Achtergrond/cijfers-en-studies/studies/Agronomische waarde bewerkte dierlijke mest valoriseren en optimaliseren/Paginas/default.aspx](https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/Achtergrond/cijfers-en-studies/studies/Agronomische_waarde_bewerkte_dierlijke_mest_valoriseren_en_optimaliseren/Paginas/default.aspx))

Coppens et al., Mestwegwijzer 2009, Bodemkundige Dienst van België, 2009

(<https://www.bdb.be/Home/TweenieuwepublicatiesvandeBodemkundigeDienst/tabid/183/language/nl-BE/Default.aspx>)

Coppens G., presentatie Overzicht van 15 jaar mestanalyse door de Bodemkundige Dienst van België tijdens studienamiddag BDB: net iets meer dan bodem alleen, 11/02/09, 2009

(https://www.bdb.be/Portals/0/docs/StudiedagBDB20090211_GinoCoppens.pdf)

Cormier N., Walling E. & Vaneeckhaute C., Developing a novel treatment train for nutrient recovery from digestate combining ammonia recovery and membrane bioreactors, ManuResource, 2019

(<https://www.vcm-mestverwerking.be>)

de Graaff L., Odegard I. & Nusselder S., LCA thermische conversie pluimveemest BMC Moerdijk, CE Delft, 2017

(www.ce.nl)

de Hoop J.G., Daatselaar C.H.G., Doornewaard G.J. & Tomson N.C., Mineralenconcentraten uit mest – Economische analyse en gebruikservaringen uit de pilots mestverwerking 2009 en 2010, LEI rapport 2011-030 – Wageningen UR, 2011
(<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/177108>)

Debeuckelaere W., presentatie SAFEMANURE tijdens VCM Nieuwjaarsreceptie 1102/20 , 2020
Decorte M., Afzet van digestaatproducten in Vlaanderen, Transbio/Biogas-E., 2018
Derden A., Vanassche S. en Huybrechts D., BBT-studie voor (mest)covergistingsinstallaties, VITO-BBT-kenniscentrum, 2012
(<http://www.emis.vito.be/node/25086>)

Drosg B., Fuchs W., Al Seadi T., Madsen M. and Linke B., Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing, IEA Energy Technology Network & IEA Biotechnology, 2015
(<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/nutrient-recovery-biogas-digestate-processing>)

EC-JRC, BREF Intensive Rearing of Poultry or Pigs, 2017
(https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published.pdf;
<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/intensive-rearing-poultry-or-pigs>)

EC-JRC, BREF Waste Treatment, 2018 (<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/167/technieken>)

EC-JRC, SafeManure project (eindrapport), 2020

EIP-Agri, Nutrient Recycling, EIP-AGRI Focus Group, final report, 2017
(<https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/focus-groups/nutrient-recycling>)

Fangueiro D., Snauwaert S., Provolo G., Hidalgo D., Adani F., Kabbe C., Bonmati A. en Brandsma J., Mini-paper Available technologies for nutrients recovery from animal manure and digestates, EIP-AGRI Focus Group - Nutrient recycling, 2017
(https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg19_minipaper_1_state_of_the_art_en.pdf)

Foged H.L., Manure Processing Activities in Europe - Final Report to the European Commission, Directorate-General Environment, Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007, Agro Business Park in cooperation with GIRO Centre Tecnològic, 2011
(http://balticsea2020.org/images/Bilagor/21010_future%20trends%20on%20manure%20processing%20activiteis%20in%20europe.pdf)

Geltz Umwelt, NuTriSep presentatie, Geltz Umwelt-Technology, 2018
(https://prueck-bw.de/cms/content/media/4_Geltz_Praesentation%20Phosphorkongress.pdf)

Geltz Umwelt, Recycling of Manure and Fermentation Residues, informatiefiche, Geltz Umwelt-Technology
(<https://geltz.de/wp-content/uploads/2019/04/Flyer-Landwirtschaft-englisch-1.pdf>)

Gorissen A. en Snauwaert E., Oplossingen voor het mestoverschot in de melkveehouderij, publicatie binnen het project WINGS, een samenwerking tussen Danone en VCM, met steun van het Danone Ecosystem Fund, VCM, 2018

(https://cdn.digisecure.be/vcm/2018121314837396_boekje-lowres.pdf)

Hoeksma P., Hol A., Verheijen R. en Verdoes N., Indampen van dunne mestfracties in combinatie met een luchtwasser, Wageningen University & Research, 2017

(<https://edepot.wur.nl/407912>)

Hou Y., Towards Improving the Manure Management Chain, Wageningen University, 2016

(<https://edepot.wur.nl/392808>)

Huybrechts D. en Vranken K., BBT-studie composteer- en vergistingsinstallaties, VITO BBT-kenniscentrum, 2005

([BBT compostering en vergisting](#))

Huygens D., Saveyn H.G.M., Tonini D., Eder P., Delgado Sancho L., Technical proposals for selected new fertilising materials under the Fertilising Products Regulation (Regulation (EU) 2019/1009) - Process and quality criteria, and assessment of environmental and market impacts for precipitated phosphate salts & derivatives, thermal oxidation materials & derivatives and pyrolysis & gasification materials, Strubias-studies, EC-JRC, 2019

(https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC117856/jrc117856_jrc117856_electronic.pdf)

ICF, Supporting information exchange on new facilities and the development and identification of emerging techniques in the context of the IED Final report for the European Commission, ICF International, 2015

(<https://circabc.europa.eu/sd/a/2cff9e6a-5eb2-4554-9a81-a6018b63ffb9/Emerging%20Techniques%20final%20report%209Feb2015.pdf>)

Lebuf V., Accoe, F. en Van Elsacker, Inventory – Techniques for nutrient recovery from digestate, 2013

(<https://biblio.ugent.be/publication/7010573/file/7010577.pdf>)

Lemmens B., Ceulemans J., Elslander H., Vanassche S., Brauns E. en Vrancken K., Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking, VITO BBT-kenniscentrum, 2007

([BBT mestverwerking](#))

Meers E., How to improve the agronomic use of recycled nutrients (N and P) from livestock manure and other organic sources? – Starting paper, 2016

(https://www.researchgate.net/publication/314378572_EIP-AGRI_Focus_Group_on_Nutrient_Recycling_Starting_Paper_on_how_to_improve_the_agronomic_use_of_recycled_nutrients_N_and_P_from_livestock_manure_and_other_organic_sources)

Mitsch, J.W. & Gosselink, J.G., Wetlands, Wiley, 2015

(https://archive.org/stream/Wetlands_5th_Edition_by_William_J._Mitsch_James_G._Gosselink/Wetlands_5th_Edition_by_William_J._Mitsch_James_G._Gosselink_djvu.txt)

Rietra R.P.J.J. en Oenema O., Bepaling samenstelling van vaste mest met NIRS, Wageningen University & Research, 2017
(<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/423875>)

Schoumans O.F., Ehlert P.A.£l., Regelink I.C., Nelemans J.A., Noil I.G.A.M., van Tintelen W. en Rulkens, W.H., Chemical phosphorus recovery from animal manure and digestate – Laboratory and pilot experiments (RePeat), Wageningen University, 2017
(<https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-353239323532>)
(<https://edepot.wur.nl/426297>)

Smets S., Palmans S. en Luys L, Dikke fractie: Praktijkgids voor productie en aanwending, Uitgegeven door PIBO-Campus vzw, PVL Bocholt vzw en VCM vzw, 2018
(https://cdn.digisecure.be/vcm/2018121215224174_praktijkgids-dikke-fractie-finale-onlineversie.pdf)

Van den Abeele L., Vanassche S., Weltens R. en Huybrechts D., Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor aardappel-, groente- en fruitverwerkende nijverheid (AGF), 2015
([BBT-studie aardappelen, groenten en fruit](#))

Vanderreydt I., De Fré R., Swaans W. en Govaerts J., Opstellen van procedures voor het meten van lachgas- en ammoniakemissies bij verschillende mestverwerkingstechnieken, VITO-rapport 2004/MIM/R/124, 2004a

Vanderreydt I. en De Fré R., Opstellen van procedures voor het meten van lachgas- en ammoniakemissies bij verschillende mestverwerkingstechnieken, Deel 3: meetprotocols, VITO-rapport 2004/MIM/R/130, 2004b

Vaneeckhaute C., Janda J., Vanrolleghem P.A., Tack F. en Meers E., Phosphorus Use Efficiency in Bio-based Fertilizers: a Bio-Availability and Fractionation Study, Pedosphere. 26. 310-325, 2015
(<https://biblio.ugent.be/publication/5922809/file/5922834.pdf>)

Vaneeckhaute C., Lebuf V., Michiels E., Belia E., Vanrolleghem P.A., Tack F.M.G. en Meers E., Nutrient Recovery from digestate: Systematic technology review and product classification, Waste and Biomass Valorization, volume 8, pages 21-40, 2017
(https://www.researchgate.net/publication/305824197_Nutrient_Recovery_from_Digestate_Systematic_Technology_Review_and_Product_Classification)

Vannecke T., Gorissen A. en Vanrespaille H., Literatuurstudie Waarde van de dikke fractie na mestscheiding als bron van organische stof, VCM, 2018
(https://cdn.digisecure.be/vcm/201810313296161_literatuurstudie-dikke-fractie-final.pdf)

Vanrespaille H., Smets S., Verbeke M., Gorissen A., Hex L, Elsen A. en Bries J., Organische bemesting: Wat en hoe? Uitgegeven door de Bodemkundige Dienst van België vzw, Heverlee, 2018

Vanrespaille H., Samenstelling en bemestingswaarde van dikke fractie van varkens- en runderdrijfmest na scheiding, LEADER Haspengouw, VCM en BDB, 2019
(<https://www.bdb.be/Portals/0/docs/Rapport%20dikke%20fractie.pdf>)

Velthof G.L., Oudendag D.A., Oenema O., Development and application of the integrated nitrogen model Miterra-Europe – Task 1 Service Contract ‘integrated measures in agriculture to reduce ammonia emissions’, Alterra-rapport 1663.1, ISSN 1566-7197, 2007
(<https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-333637303334>)

VCM, Recuperatie van fosfor uit varkensmest en digestaat - samenvatting, brochure (BioEcosim), Fraunhofer IGB ikv Interreg IVB NWE-project ‘ARBOR’ (2011-2015), 2015
(https://cdn.digisecure.be/vcm/2018212143142972_brochure-p-recuperatie-vcm.pdf)

VCM, VCM-enquête 2017– Operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen, 2017a
(https://cdn.digisecure.be/vcm/2018911135026326_20180809-enquete-finaal.pdf)

VCM, Visienota VCM - Transitie in de mestverwerking finale versie 06/07/17, 2017b
(<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5520/transitienota>)

VCM, Code van goede praktijk, Verkrijgen van betrouwbare en stabiele effluentsamenstelling na biologische verwerking van dierlijke mest, 2018
(https://cdn.digisecure.be/vcm/2018115153447406_20181024-codegoedepraktijk-effluentsamenstelling-finaal.pdf)

VCM, ManuResource, 2019, Final Program & Abstract Book, 4th International Conference on Manure Management and valorisation, November 27-29, Hasselt, Belgium, 2019
(www.manuresource.org)

VCM, Rapportering richtcijfers 2019, draftversie 3, VCM, 2020

VLACO, Karakterisatie eindproducten van biologische verwerking, 2015
(<https://www.vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/2016-karakterisatie-eindproducten-biologische-verwerking-eindversie.pdf>)

VLM, Valorisatie van resteffluënten afkomstig van de mestverwerking, 2005
(https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/Achtergrond/cijfers-en-studies/studies/De_valorisatie_van_resteffluenten_afkomstig_van_mestverwerking/Paginas/default.aspx)

VLM, Mestrapport 2018, 2018
(https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/Mestrapport_2018.pdf)

VLM, Normen en Richtwaarden 2019, versie juli 2019 – MAP6, 2019a
(https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/bemestingsnormen_2019.pdf)

VLM, Mestrapport 2019, 2019b

(https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/Mestrapport_2019.pdf)

VMM, Begroting van stikstof- en fosforstromen in Vlaanderen, Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Milieurapport Vlaanderen, 2013

(<https://www.milieurapport.be/publicaties/2013/begroting-van-stikstof-en-fosforstromen-in-de-vlaamse-economie>)

Ricardo, VITO & UBA AT, Novel sustainable techniques in the slaughterhouse and animal by-products sector identified by the Innovation. Service Request 8 under Framework Contract ENV.C.4/FRA/2015/0042, 2019

Overige geraadpleegde websites (maart - mei 2020)

www.emis.vito.be

(BBT-studies en tools)

<https://emis.vito.be/nl/wass-waterzuiveringsselectiesysteem>

(waterzuiveringsselectiesysteem met o.a. technische fiches)

<https://emis.vito.be/nl/luss-techniekladen>

(luchtzuiveringsselectiesysteem met o.a. technische fiches)

<https://emis.vito.be/nl/techniekfiche/coagulatie-en-flocculatie>

(technische fiche)

<https://emis.vito.be/nl/databank-bbt>

(databank BBT)

<https://navigator.emis.vito.be/>

(o.a. mestdecreet, omgevingsvergunningsbesluit en -decreet, VLAREM II, VLAREM III)

<https://emis.vito.be/nl/ippc-richtlijn-en-richtlijn-industriële-emissies>

(Richtlijn Industriële Emissies, 2010/75/EU)

<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>

(Europese BBT-studies)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1069&from=EN>

(VO/1069/2009 - VERORDENING (EG) nr. 1069/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 21 oktober 2009 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1774/2002 (verordening dierlijke bijproducten)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012D0119&from=NL>

(Uitvoeringsbesluit van de commissie van 10 februari 2012 tot vaststelling van richtsnoeren voor het verzamelen van gegevens, alsook voor het opstellen van BBT-referentiedocumenten en het waarborgen van de kwaliteit ervan als bedoeld in Richtlijn 2010/75/EU van het Europees Parlement en de Raad inzake industriële emissies van de richtlijn (2012/119/EU))

<https://www.vcm-mestverwerking.be/>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4800/verwerking-dikke-fractie>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5077/biothermisch-drogen-composteren>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5264/bekalken>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5267/pelletizeren>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5270/fermentatie>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5273/verbranding-en-pyrolyse>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4794/verwerking-dunne-fractie>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/4797/biologische-verwerking-van-mest>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5062/indamping>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5065/membraanfiltratie>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5068/constructed-wetlands>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5071/fosforprecipitatie>

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5074/ammoniak-stripping-scrubbing>

(Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking met o.a. technische fiches)

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/nieuws/41/biochar-van-varkenmest-als-waardevol-alternatief-voor-verwijdering-van-restmetalen-en-organische-polluenten-uit-afvalwater>

(BIOSORB)

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/18886/handboek-mestverwerking-wings>
(Wings)

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/5331/ivan-tolpe-prijs-2017>

(BioEcoSim – Kupferzell)

<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/11828/ivan-tolpe-prijs-2019>

(Arbio - NPirriK)

<https://www.vlm.be>

(studies en rapporten)

<https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/bemesting/aanwenden-van-mest/uitrijregeling/Paginas/default.aspx>

(definitie effluent ikv uitrijregeling)

<https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/MAP6/>

(MAP 6)

<https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Mestbank/Algemeen/6de-actieprogramma-Vlaanderen.pdf>

(6de actieprogramma in uitvoering van de nitraatrichtlijn, definitief actieprogramma 22/05/19, Vlaamse Overheid)

<https://www.vlaanderen.be/publicaties/beleidsnota-2014-2019-omgeving>

(Vlaamse Beleidsnota omgeving 2014-2019)

<https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Actieplan-duurzaam-beheer-biomassareststromen-2015-2020-DEF%20BERRATUM.pdf>

(Actieplan Duurzaam beheer van biomassa(reststromen) 2015-2020 – OVAM)

<https://www.mestinbeheer.nl/dunne-fractie-mest>

(verwerking dunne fractie mest)

<https://www.ugent.be/en/research/research-ugent/trackrecord/trackrecord-h2020/collaborative-h2020/nutritwocycle.htm>

(H2020 project Sustainable food security - Nutri2Cycle)

<http://www.mipvlaanderen.be/nl/webpage/155/nutricycle.html>

(Nutricycle Vlaanderen – UGent)

https://www.uhasselt.be/project_details?pid=16678&t=nl&oid=64

(BASTA)

<https://www.bioarmor.be>

(BioArmor)

<https://www.bmcmoerdijk.nl/>

(BMC Moerdijk)

<http://www.digesmart.eu/dut/index.html>

(Digesmart)

<https://www.igb.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2016/livestock-manure-provides-mineral-fertilizers-and-soil-condition.html>

(Kupferzell)

<https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/>

(Overzicht demonstratieplants)

https://www.wur.nl/upload_mm/8/4/0/97a84517-ced5-4958-a57a-45f4bacfc134_D1.1_Demo_Plant_Specifications_%28online%29.pdf

(Systemic, NRR)

<https://systemicproject.eu/plants/demonstration-plants/groot-zevert-the-netherlands/>;
<https://groot-zevert.nl/>
(Systemic-RePeat)

<https://www.trevi-env.com/files/pub/317.pdf>
(Technische fiche lachgasemissies bij mestverwerking – deel 1)

<https://www.trevi-env.com/files/pub/316.pdf>
(Technische fiche lachgasemissies bij mestverwerking – deel 2)

<https://edepot.wur.nl/163189>
(Nederlandse pluimveevergister)

<https://library.wur.nl/ebooks/VWA/GKN/1789457.pdf>
(proefproject vergassen kippenmest)

<https://vlaanderen-circulair.be/nl/doeners-in-vlaanderen/detail/unir>
<https://www.vcm-mestverwerking.be/nl/kenniscentrum/18221/vlaanderen-circulair-project-unir>
<https://www.vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/1-pager.pdf>
Vlaanderen Circulair-project UNIR (2018-2020), Ammoniumsulfaat (spuiwater uit chemische luchtwassers van biogasinstallaties en varkensstallen) als vervanger van chemische meststoffen

<https://www.vlakwa.be/projecten/demonstratieprojecten/lopende-projecten/amrewas/>
AMREWAS - Ammonium Recuperatie en plantgebaseerde Waterzuivering op Stikstofrijk afvalwater (Open Call 2018)

12. Leden begeleidingscomité addendum bij de BBT-studie mestverwerking

Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken

Derden	An	VITO
Dijkmans	Roger	VITO
Huybrechts	Diane	VITO

Contactpersonen administraties/overheidsinstellingen

De Simpelaere	Koen	VLM
Delputte	Kurt	VLM
De Bolle	Sara	VLM
Vanaken	Nico	OVAM
Biermans	Lynn	OVAM
De Vreese	Ilse	GOP
Bervoets	Christophe	Handhaving
Vanmoer	Joffrey	Handhaving
Caekebeke	Kristien	VMM
Van Vynckt	Inge	VMM
Overloop	Stijn	VMM

Contactpersonen sectorvertegenwoordiging

Vannecke	Thomas	VCM
D'Haene	Astrid	VCM
Vandenbroucke	Ingrid	VLACO
Vanden Auweele	Wim	VLACO
Tessens	Sam	Biogas-e
Raymaekers	Filip	United Experts (DLV)
Wallays	Wim	SBB
Meykens	Jan	SBB
Hoorne	Kurt	Creafarm
Taelman	Veroniek	Creafarm
Vandycke	Eddy	Boerenbond
Van der Heyden	Caroline	Boerenbond
Vansteelant	Luc	vzw De mestverwerkers
Vande Vyvere	Kris	vzw De mestverwerkers
Meers	Erik	UGent - NutriCycle Vlaanderen
Adriaens	Anne	UGent - NutriCycle Vlaanderen
Geiregat	Anja	Provincie Oost-Vlaanderen
Elsen	Annemie	Bodemkundige Dienst van België

13. Finale opmerkingen

Dit addendum bij de BBT-studie mestverwerking (2007) komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de BBT of “technieken in opkomst” en de daaraan gekoppelde aangewezen aanbevelingen beschouwt. De conclusies van het addendum zijn mede het resultaat van overleg in het begeleidingscomité maar binden de leden van het begeleidingscomité niet.

Dit hoofdstuk geeft de opmerkingen of afwijkende standpunten die leden van het begeleidingscomité en de stuurgroep namens hun organisatie formuleerden op het voorstel van eindrapport. Volgens de procedure die binnen het BBT-kenniscentrum van VITO gevolgd wordt voor het uitvoeren van BBT-studies, worden deze opmerkingen of afwijkende standpunten niet meer verwerkt in de tekst (tenzij het kleine tekstuele correcties betreft), maar opgenomen in dit hoofdstuk. In de betrokken hoofdstukken wordt door middel van voetnoten verwezen naar dit hoofdstuk.

VCM (Thomas Vannecke en Astrid D’Haene)

...

- In het hoofdstuk over de technische haalbaarheid van traject biothermisch drogen (K1), wordt besloten dat deze verwerking niet op boerderijniveau kan gebeuren omwille van het gebrek aan de noodzakelijke technische ondersteuning en dat er dus grootschalige installaties nodig zijn. Deze conclusie wordt herhaald bij de conclusies rond de BBT-technieken. Er zijn echter een aantal veehouders die gebruik maken van een composteertrommel/toren om op bedrijfsniveau (dikke fractie van) mest te hygiëniseren en deze zonder tussenpersoon te exporteren. Betekenen de conclusies in het addendum dat deze techniek niet als BBT beschouwd zou worden? In deze installaties kan de aanvoer van externe mest wel noodzakelijk zijn om aan voldoende hoge temperaturen te komen voor hygiënisatie. Aangezien er dus meestal ook mest van derden ontvangen wordt, zullen deze installaties wellicht vergund zijn volgens rubriek 28 en niet rubriek 9. Is dit dan de reden waarom de techniek niet ‘op boerderijniveau’ kan gebeuren en bijgevolg de stempel ‘grootschalig’ krijgt?
- Bij de conclusies rond BBT wordt ook aangegeven, dat naast biothermisch hygiëniseren, ook thermisch hygiëniseren (K2) als BBT beschouwd kan worden (bij gebruik van hernieuwbare warmtebronnen) en dat ook dit traject niet op bedrijfsniveau kan gebeuren omwille van het gebrek aan de noodzakelijke technische ondersteuning. Er zijn echter ook veehouders die erover denken om, op bedrijfsniveau, digestaat uit hun pocketvergister te hygiëniseren met warmte van de verbranding van het biogas. Dit zou kunnen als BBT bestempeld worden (gebruik hernieuwbare warmtebron), ware het niet dat het hier in se niet over een grootschalige installatie gaat.

...

Respons van VITO

- In tabel 5 bij technische haalbaarheid van het traject biothermisch hygiëniseren (K1) wordt aangegeven dat dit traject omwille van locatiespecifieke aspecten MINDER aangewezen is op boerderijniveau. In de voetnoot 47 is argumentatie opgenomen welke mogelijke problemen er zouden kunnen zijn (maar dat is niet noodzakelijk het geval). De formulering in de tekst onder tabel 5 (conclusie technische haalbaarheid) kan inderdaad wat dwingender overkomen dan hetgeen in de tabel 5 zelf en in de uiteindelijke BBT-conclusie neergeschreven is. De conclusie van dit deelaspect geeft aan dat het traject wordt beschouwd als

technisch haalbaar dus op zich vormt er zich geen probleem (ook niet voor de kleinschalige installaties). In principe laat dit nog ruimte voor de initiatieven die VCM schetst, voor zover deze natuurlijk aan alle noodzakelijke kwaliteits- en milieurandvoorwaarden voldoen.

- In tabel 5 bij technische haalbaarheid van traject thermisch hygiëniseren (K2) wordt verwezen naar de opmerking bij K1 ivm de locatiespecifieke aspecten: MINDER aangewezen is op boerderijniveau.

De formulering van de conclusies en aanbevelingen (paragraaf 10, BBT voor de verwerking van dikke mest in de veeteeltsector) geeft inzicht in mogelijke beperkingen/problemen bij kleinschalige installaties (bij de huidige stand van techniek) maar op zich zijn de opgelijste trajecten BBT mits de gestelde randvoorwaarden.

- Ook vanuit de sector kwam bevestiging en verwijzing naar de commentaren van VCM op de finale draft met betrekking tot de composteertrommels/torens: "Er wordt verwacht dat er in de toekomst nog meer dergelijke installaties geïnstalleerd zullen worden omdat ze de noodzakelijke stap mogelijk maken voor export van dikke fractie digestaat naar Frankrijk onder de geldende Franse Regelgeving inzake export (NFU - Normes Françaises Uniformes)".

- **Besluit**

Onderstaande voetnoot wordt toegevoegd in de paragrafen 4 "conclusie technische haalbaarheid" en 10 "conclusies en aanbevelingen in kader van het Vlaams vergunningenbeleid".

"Zie hoofdstuk 13: Finale opmerkingen:

VCM meldt dat een aantal veehouders op bedrijfsniveau succesvol gebruik maken van een composteertrommel/-toren om dikke mest te hygiëniseren en dat er plannen zijn om dit ook te doen met warmte van de verbranding van het biogas."