

////////////////////////////////////

**AGRONOMISCHE**  
**WAARDE VAN**  
**BEWERKTE DIERLIJKE**  
**MEST VALORISEREN EN**  
**OPTIMALISEREN**

Samenvatting en productfiches / 8.06.2018

////////////////////////////////////

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Verkorte samenvatting .....</b>	<b>3</b>
1.1	Samenvatting	3
1.2	Summary	5
<b>2</b>	<b>Consortium.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Doel en verwachting .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Invulling van de opdracht.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Samenvatting van de resultaten .....</b>	<b>9</b>
5.1	Conclusie technieken	9
5.2	Selectie producten	11
5.3	Potproeven	12
5.4	Incubatieproeven	13
5.4.1	Mestproducten met een C-werking	13
5.4.2	Mestproducten met een N-werking	14
5.5	Veldproeven	14
5.6	Economische analyse	15
<b>6</b>	<b>Technische fiches .....</b>	<b>18</b>
6.1	Varkensmengmest	19
6.1.1	Productspecificaties	19
6.1.2	Agronomische parameters	19
6.2	Rundermengmest	21
6.2.1	Productspecificaties	21
6.2.2	Agronomische parameters	21
6.3	Dunne fractie varkensmengmest	23
6.3.1	Productspecificaties	23
6.3.2	Agronomische parameters	25
6.4	Digestaat rundermengmest	27
6.4.1	Productspecificaties	27
6.4.2	Agronomische parameters	28
6.5	Gecomposteerde runderstalmest	29
6.5.1	Productspecificaties	29
6.5.2	Agronomische parameters	30
<b>7</b>	<b>Toekomstige onderzoeksdoelen .....</b>	<b>33</b>

# 1 VERKORTE SAMENVATTING

## 1.1 SAMENVATTING

Deze studie brengt de mogelijkheden in kaart voor valorisatie van dierlijke mest via verschillende vormen van mestbewerking. Het doel is om te komen tot producten en technologieën met een toegevoegde agronomische en milieukundige waarde ten opzichte van dierlijke mest of kunstmest - waar onder bepaalde randvoorwaarden of door bepaalde marktsegmenten wel vraag naar of een markt voor is - die onder bepaalde omstandigheden wel rendabel geproduceerd kunnen worden.

Via verschillende systemen kunnen nieuwe mestverwerkingsproducten gecreëerd worden. De keuze gebeurt op basis van het gewenste eindproduct, de gewenste capaciteit, de investerings- en operationele kosten, enz. Volgende technieken worden besproken in een inventarisatierapport (deelrapport luik 1): de zeefbocht, de vijzelpers, de centrifuge, mobiele scheider en de Low Nutrient Press vijzelpers. Hierbij lijkt de vijzelpers het meest beloftevol. Daarnaast komen ook technieken als gescheiden stalconstructies, mengen van diverse mestsoorten, aanzuren van mest, composteren en pocketvergisters aan bod gezien ook deze een nieuwe vorm van dierlijke mest kunnen aanleveren. Mengen is de goedkoopste en eenvoudig toe te passen techniek die al een belangrijke meerwaarde kan betekenen om een meststofmengsel op maat te bekomen.

Screening van de meest beloftevolle technieken laat toe om in deze studie vervolgens via proevenonderzoek de agronomische en milieukundige karakteristieken van een aantal (combinaties van) technologieën en producten van bewerkte dierlijke mest te kwantificeren (deelrapport luik 2). Via karakterisatie worden 12 producten gescreend naar eigenschappen en kenmerken om ze uit te testen in incubatie-, potproeven of veldproeven.

Via een potproef met Westerwolds raaigras worden 10 mestproducten getest op hun P-werking op basis van de gewasopbrengst en de P-export door het raaigras. Het doel van deze proef is in de eerste plaats om na te kijken of de mestbewerkingsproducten een P-werking hebben die gelijkwaardig is aan minerale P-meststoffen. Als besluit kunnen we stellen dat P uit de verschillende geteste mestproducten een gelijkwaardig alternatief zijn voor P uit minerale meststoffen voor gebruik in de praktijk.

Via incubatieproeven onder gecontroleerde omstandigheden wordt enerzijds de N-mineralisatie en anderzijds de hoeveelheid stabiele of effectieve organische koolstof (EOC) bepaald.

Om zoveel mogelijk de N-werking als organische bemesting te simuleren wordt de hoeveelheid organische mest in de incubatieproeven bepaald op basis van het gehalte werkzame N in deze producten. De resultaten worden beïnvloed door de verhouding van  $NH_4^+$ -N over  $N_{tot}$ , waarbij producten met hogere  $NH_4^+$ -N/ $N_{tot}$ -verhouding resulteerden in een hogere N-vrijstelling (dit zijn voornamelijk de dunne fracties varkensmest).

De dynamiek van de C-mineralisatie uit mest en mestbewerkingsproducten kan niet losgekoppeld worden van de N-dynamiek. Uit de incubatieproeven blijkt dat de N- en C-mineralisatie per product gelijklopend is. De effectief organische koolstof (EOC) bepaald uit de incubatieproeven liggen zeer hoog, en de resultaten kunnen



dan ook enkel relatief geïnterpreteerd worden. Gecomposteerde runderstalmest en dikke fractie varkensmengmest zijn mestproducten met belangrijke impact op koolstofaanvoer.

Veldproeven worden gedurende 2 opeenvolgende jaren aangelegd in teelten aardappelen, maïs, gras, bloemkool en prei op zand-, zandleem en kleigrond met 8 producten. De veldproeven geven aan dat het belangrijk is om de inhoud van het toegediende mestproduct te kennen. Er moet gestreefd worden naar zo homogeen mogelijke mestproducten of mogelijkheden tot vermengen voor staalname en voor uitrijden. Zeker voor de bewerkte producten zou dit een troef moeten zijn t.o.v. de ruwe mest die zich in de putten onder de dieren bevindt en vaak moeilijker te homogeniseren is. Onwetendheid over de samenstelling of niet uniforme mestsamenstelling houdt risico's in voor zowel onderbemesting als overbemesting. Vanuit de veldproeven worden werkingscoëfficiënten onder praktijkomstandigheden bepaald. De werkingscoëfficiënt van varkensmengmest en digestaat rundermengmest worden beide rond 60% bevestigd. Dunne fractie lijkt een lagere werkingscoëfficiënt (gemiddeld 53%) te hebben dan algemeen wordt aangenomen (80 tot 100%), iets wat bevestigd wordt uit de incubatieproeven (62%). Rundermengmest lijkt iets bestendiger te zijn dan varkensmengmest met een werkingscoëfficiënt van net geen 50%. De werkingscoëfficiënt bepaald via veldproeven is gebaseerd op de actieve periode van nutriëntenopname door een gewas (gemiddeld 4 à 5 maanden) en is lager dan degene bepaald via incubaties die op jaarbasis berekend wordt.

Vanuit de resultaten uit de deelrapporten luik 1 en 2, wordt een inclusieve analyse uitgevoerd die de economische meerwaarde tracht in te schatten van de technieken die deze producten opleveren. Een macro-economisch model wordt opgesteld dat de markt voor mestafzet in Vlaanderen op gemeenteniveau simuleert. Het laat toe om de competitiviteit van verschillende mestafzet-trajecten ten opzichte van elkaar af te wegen, opdat het potentieel van enkele vernieuwende mestproducten kan worden nagegaan. Deze analyse wordt gedaan onder verschillende scenario's: variërende bemestingsnormen (MAPV, afschaffen derogatie en verlaging van P normen), nutriëntproductie en beschikbaarheid van nitrificatie/denitrificatie (N/DN). Uit de resultaten is gebleken dat variërende bemestingsnormen een grote impact hebben op de levensvatbaarheid van mestproducten. Uit de scenario's zonder N/DN is gebleken dat een complete vervanging van deze technologie door de alternatieven die in dit project zijn aangereikt moeilijk is.

Een micro-economisch model wordt opgesteld dat de bemestingskeuze in termen van dosis en type meststof simuleert op perceelniveau. Het model is een combinatie tussen een agronomisch gewasgroeimodel en een bedrijfseconomische optimalisatie. Het model wordt gebruikt om de kosten- en milieuefficiëntie van volgende producten na te gaan: runder- en varkensdrijfmest, dunne fractie van varkensdrijfmest, digestaat van runderdrijfmest en de homogenisatie van elk van deze. Deze analyse wordt gedaan onder verschillende scenario's: variërende P bemestingsnormen (MAP Klasse I-IV), variërende mestdruk, een variërend maximaal toegelaten N residu en variërend bodemtype. Algemeen geldt dat onder invloed van een strengere milieunorm, de totale bemesting en brutomarge dalen. De homogenisatie van mestproducten biedt een agronomische meerwaarde: bij eenzelfde milieu-impact kunnen hogere N-giften en dus hogere winsten gerealiseerd worden.



## 1.2 SUMMARY

This study maps possibilities for the valorisation of livestock manure through various forms of manure treatment. The aim is to obtain products and technologies with an added agronomic and environmental value, compared to animal manure or synthetic fertilizer, and which can be profitably produced in the presence of market demand.

New products from manure processing can be created by different systems. The choice can be made on the basis of the desired end product, desired capacity, investment costs, operational costs, etc.

The following techniques are discussed in an inventory report (report section 1): sieve bend, screw press, centrifuge, mobile separator and Low Nutrient Press screw press. The screw press seems to have the most potential. In addition, techniques such as separate barn constructions, mixing of various types of manure, composting, acidification of manure and pocket digesters are also discussed, as these can also provide a new derivative from animal manure. The cheapest and most easy technique seems to be mixing of various types of manure. Mixing can offer a fertilizer with the right composition.

Screening of the most promising techniques enables us to quantify the agronomic and environmental properties of different technologies and products, and their combinations, from processed animal manure (report section 2). With that purpose, 12 products are characterized and tested via incubation, pot or field experiments.

In a pot test with Westerwold's ryegrass, effect of P-release from 10 manure products are assessed with regard to crop yield and P-export. The aim of the test is primarily to check whether the processed manure products have a P-release that is equivalent to mineral P-fertilizers.

Results show that P release from the different tested manure products is similar to the P release from mineral fertilizers that are used in current practice.

Through incubation tests, the N-mineralization and the amount of stable or effective organic carbon (EOC) is determined.

In order to follow the current practice in Flemish agriculture, the application rate of tested products in the incubation tests is based on the effective N in these products. The results are influenced by the  $\text{NH}_4^+ \text{-N} / \text{N}_{\text{tot}}$  ratio where products with a higher  $\text{NH}_4^+ \text{-N} / \text{N}_{\text{tot}}$  ratio resulted in a higher N release (mainly the liquid fraction of pig slurry).

The dynamics of the C-mineralization from manure and manure processing products cannot be disconnected from the N-dynamics. The incubation tests showed that N and C mineralization per product is the same. The effective organic carbon (EOC) determined from the incubation tests are very high, and the results can therefore only be interpreted relatively. Mainly composted cattle manure and the solid fraction of pig slurry have an impact on the carbon stock supply.

Field trials are carried out for 2 consecutive years in potatoes, corn, grass, cauliflower and leek cultivation on sand, sandy loam and clay soil with 8 products. The field trials indicate that it is important to know the nutrient content of the fertilizer product. We must aim to obtain homogeneous manure products by looking into the mixing options before sampling and before spreading. Certainly for the processed products this should be an



advantage in comparison with the raw manure which is located usually in the storage below the animal stables and is often more difficult to homogenize. Ignorance about the composition or non-uniform manure composition involves risks for both under-fertilization and over-fertilization. Working coefficients under field conditions are determined from the field tests. Pig slurry and digestate of cattle slurry have both a working coefficient about 60%. Thin fraction seems to have a lower working coefficient (average of 53%) then generally accepted (80-100%), what's being confirmed by the incubation tests (62%). Cattle slurry with a working coefficient of almost 50% seems to be more resistant than pig slurry almost. The working coefficient determined by field trials is based on the active period of nutrient uptake by a crop (on average 4 to 5 months) and is lower than the working coefficient determined by incubations that are calculated on an annual basis.

Based on the results from the reports section 1 and 2, an inclusive analysis is carried out with the aim to estimate the economic added value of the techniques that result in manure derived products. A macro-economic model is set up to simulate the market for manure disposal in Flanders at municipal level. This made it possible to weigh the competitiveness of different manure disposal trajectories in relation to each other, so that the potential of some innovative manure products can be checked. The analysis is done under different scenarios: varying fertilization standards (MAPV, abolishing derogation and reduction of P standards), nutrient production and availability of nitrification / denitrification (N / DN). The results showed that varying fertilization standards have a major impact on the viability of manure products. The scenarios without N / DN have shown that a complete replacement of this technology with the alternatives enriched in this project is difficult.

A micro-economic model is set with the aim to simulate the fertilization choice in terms of dose and type of fertilizer at field level. The model is a combination between an agronomic crop growth model and a business economic optimization. It is used to check the cost and environmental efficiency of the following products: cattle and pig slurry, thin fraction of pig slurry, digestate of cattle slurry and the homogenisation of each of these. This analysis is done under different scenarios: varying P fertilization standards (MAP Class I-IV), varying manure pressure, varying maximum permitted N residue and varying soil type. Total fertilizer rate and gross margin are going down by a stricter environmental legislation. The homogenisation of fertilizers can offer an agronomic advantage: higher N-rates and higher profits can be reached by the same environmental impact.



## 2 CONSORTIUM

Inagro (coördinator)  
Ieperseweg 87, 8800 Rumbeke-Beitem

VCM  
Abdijbekerstraat 9, 8200 St-Andries

Bodemkundige Dienst van België  
W. de Croylaan 48, 3001 Leuven-Heverlee

Universiteit Gent  
Coupure links 653, 9000 Gent

ILVO  
Burg. Van Gansberghelaan 92, 9820 Merelbeke

Hooibeekhoeve  
Hooibeeksedijk 1, 2440 Geel

BIOGAS-E

## 3 DOEL EN VERWACHTING

De **doelstelling** van het VLM-project “Agronomische waarde van bewerkte dierlijke mest valoriseren en optimaliseren” is nagaan welke mestbewerkingstechnieken resulteren in eindproducten met een meer optimale nutriëntensamenstelling dan onbewerkte dierlijke mest; dit met het oog op een betere valorisatie van dierlijke mest op Vlaamse landbouwgrond.

De **verwachting** is dat door mestbewerking de nuttig bruikbare bemestingsruimte beter kan worden ingevuld worden met mest van dierlijke oorsprong, waarbij zowel op agronomisch als milieukundig vlak geen toegiften gedaan moeten worden. Hiervoor worden 5 praktische productfiches opgesteld, die een sluitstuk vormen van de meest interessante en op vandaag beschikbare bewerkte dierlijke producten.



## 4 INVULLING VAN DE OPDRACHT

**Inventarisatie** is het startpunt van de opdracht (luik 1). Hier worden bestaande en nieuwe technologieën en de bijhorende eindproducten geïdentificeerd, die kunnen leiden tot een maximale aanvoer aan effectieve organische koolstof uit dierlijke mest in Vlaanderen, gekoppeld met een efficiënte aanwending van de aanwezige N en P, met zo min mogelijk ongewenste verliezen naar het milieu.

In een eerste fase wordt een overzicht gemaakt van verschillende mestbewerkingstechnieken die op de markt of in ontwikkeling zijn in binnen- en buitenland. In deze macroscreening worden de kenmerken (criteria input, kenmerken eindproducten, etc.) van zowel laag- als hoogtechnologische technieken opgelijst. Deze informatie wordt verzameld uit de literatuur, alsook door contacten met de constructeurs of gebruikers van de betreffende techniek.

Uit deze macro-screening worden door de stuurgroep de meest optimale technieken, op basis van de gegenereerde eindproducten, geselecteerd voor toepassing in de Vlaamse landbouw. Daarbij wordt beoordeeld of de techniek een gunstige nutriëntenherverdeling realiseert; dit betekent dat de techniek resulteert in minstens één eindproduct dat:

- een significant hogere NK:P-ratio heeft dan de onbewerkte ingaande dierlijke mest
- een significant hogere C:P-ratio heeft dan de onbewerkte ingaande dierlijke mest

Een andere belangrijke selectieparameter is of de techniek al dan niet toepasbaar is op het landbouwbedrijf (zonder aanvoer van mest van derden), dit wil zeggen bij capaciteiten <10.000 ton mest op jaarbasis. Deze on-farm (laag-technologische) technieken hebben de voorkeur, omdat deze op korte termijn en zonder veel aanpassingen en grote investeringen kunnen doorgevoerd worden op het landbouwbedrijf.

Deze geselecteerde technieken en hun eindproducten, worden in Luik 1 uitgebreid gedocumenteerd.

Op basis van de conclusies uit deze microscreening zijn enkele eindproducten geselecteerd ( resulterend uit deze technieken) als meest beloftevol. Deze eindproducten (of combinaties ervan) worden opgenomen in de proeven binnen Luik 2.

Luik 2 omvat het **proevenonderzoek** via pot-, labo- en veldproeven om de agronomische en milieukundige karakteristieken van een aantal (combinaties van) producten van bewerkte dierlijke mest te kwantificeren. Het doel van dit luik is om de meest haalbare, kosteneffectieve en/of veelbelovende technologieën en producten van bewerkte dierlijke mest, in de praktijk te testen. Het doel is om reële agronomische waarde en milieukundige effecten van reeds bestaande of licht gewijzigde (geoptimaliseerde) producten van bewerkte dierlijke mest te onderzoeken en een aantal productkarakteristieken beter in te schatten. Aanbevelingen voor het gebruik van deze producten resulteren in een Code van Goede Praktijk, die in deze opdracht wordt voorgesteld als fiches van de 5 voornaamste producten waarvan er zowel resultaten zijn uit veldproeven als uit incubatieproeven (dit om de resultaten te kunnen verifiëren). Om de agronomische waarde en milieukundige effecten van de geselecteerde producten in te schatten worden een aantal parameters onderzocht met de meest geschikte methodes.



De **economische** haalbaarheid van de verschillende eindproducten en technieken wordt behandeld in Luik 3. Deze economische analyse valt uiteen in twee luiken: een macro- en een micro-economisch deel. Voor elk deel wordt een apart model opgesteld.

Het macro-economisch deel focust op de mesthandel op Vlaams niveau. De analyse gebeurt op regionaal niveau en heeft als doel om in te schatten welke mestproducten competitief zijn in de huidige markt voor mestafzet en –verwerking in Vlaanderen. De competitiviteit hangt af van de mate waarin producten bijdragen tot een efficiënter gebruik van de aanwezige ruimte voor mestafzet in termen van N en P. De marktevenwichten en competitiviteit zullen worden onderzocht voor verscheidene technische en beleidsmatige scenario's.

Het micro-economisch deel behandelt de haalbaarheid van de nieuwe mestproducten op bedrijfsniveau. De centrale vraag in deze analyse is om te voorspellen welke organische bemesters door een individuele landbouwer gekozen worden, gegeven bepaalde economische randvoorwaarden. Vanwege de kleinere schaal laat dit model toe om de mestproducten in grotere mate van detail te onderzoeken. Daar waar het macro-model technieken beoordeelt op basis van hun kostprijs en hun positieve bijdrage effect of mestafzet, zal deze analyse daarnaast ook nog rekening houden met andere aspecten van bemesting met organische meststoffen behalve mestafzet. De keuze van een landbouwer voor een bepaald organisch mestproduct is dan ook op basis van parameters zoals verwachte gewasopbrengst, risico op nitraatuitspoeling, en mestdruk. Bovendien incorporeert dit model ook de grote variabiliteit in het effect van deze bemesters als gevolg van onzekere weersomstandigheden en variatie in mest- en bodemsamenstelling en aandeel van plantopneembare stikstof. Daartegenover staat dat het een enkel landbouwbedrijf behandelt, waardoor de resultaten geen marktevenwicht weerspiegelen zoals die van het macromodel.

De rapportering van de opdracht wordt opgesplitst in 3 deelrapporten, één per luik. Deze uitgebreide rapporten zijn als aparte bestanden raadpleegbaar.

## 5 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

### 5.1 CONCLUSIE TECHNIEKEN

Scheiding kan via verschillende systemen gebeuren. De keuze gebeurt op basis van het gewenste eindproduct, de gewenste capaciteit, de investerings- en operationele kosten, enz.

- De **zeefbocht** heeft een te laag scheidingsrendement, waardoor deze techniek enkel interessant is als voorscheiding van heel dunne mest. Dit nadeel weegt zwaarder door dan het feit dat dit een eenvoudige, low-cost techniek is.
- De **vijzelpers** daarentegen kan wel een hoog scheidingsrendement halen, maar vooral voor droge stof, minder voor fosfaat. De dunne fractie bevat dus nog een belangrijk aandeel fosfaat, waardoor deze

nog steeds een ongunstige N/P-verhouding heeft, in vergelijking met de dunne fractie van de centrifuge. Wegens de hoge investerings- en operationele kost is het gebruik van een **centrifuge** op een individueel landbouwbedrijf minder interessant. Echter zou wel gebruik kunnen gemaakt worden van een mobiele scheider (met centrifuge), of kan de mest bij een mestverwerker (met centrifuge) gescheiden worden, waarbij de dunne fractie terug afgenomen wordt door de akkerbouwer. De **Low Nutrient Press (LNP)-vijzelpers** lijkt ook beloftevol, maar heeft zich in de praktijk nog onvoldoende bewezen voor toepassing in de veldproeven binnen Luik 2.

Urine en vaste mest scheiden aan de bron door middel van **gescheiden stalconstructies** heeft verschillende voordelen. Zo is de vaste verse mest zeer geschikt voor gebruik in biogasinstallaties. Gezien deze technologie echter enkel bij nieuwe stallen kan geïmplementeerd worden, wordt deze techniek door de stuurgroep niet geselecteerd voor Luik 2.

Door **mengen** van verschillende mestsoorten met een verschillende N/P-samenstelling kan een meststof bekomen worden met een samenstelling die nauw aansluit bij de behoefte van het gewas. Op die manier kan de norm beter ingevuld worden met dierlijke mest en kan het kunstmestgebruik beperkt worden (aanvoer organische stof, beperking kosten), met een relatief beperkte investeringskosten. Akkerbouwers passen reeds verschillende mestsoorten toe; bovendien zal door het mengen vóór uitrijden het aantal werkgangen beperkt kunnen worden, waardoor het risico op bodemverdichting door uitrijden vermindert. Het samenvoegen van mestsoorten lijkt daarom heel beloftevol en wordt door de stuurgroep geselecteerd voor Luik 2. In de veldproeven worden wegens praktische redenen de 2 mestsoorten apart in 2 werkgangen toegediend, maar dit geeft geen verschil naar werkzaamheid van de 2 opgebrachte mestsoorten of interpretatie van de resultaten om dit te beoordelen als een object met gemengde mestsoorten.

**Aanzuren** van mest, hetzij in de stal, hetzij bij het uitrijden, heeft belangrijke voordelen voor wat de reductie van de ammoniakemissie betreft. Door aan te zuren wijzigt potentieel ook de N/P/K-samenstelling (licht) in gunstige zin, met name wanneer de ammoniakemissie significant afneemt. Er zijn echter veiligheidsrisico's verbonden aan het gebruik van sterke zuren op landbouwbedrijven, en daarom wordt deze techniek niet geselecteerd door de stuurgroep voor Luik 2.

Verschiedende melkveehouders hebben reeds geïnvesteerd in een **pocketvergister**. Op die manier kunnen zij groene energie uit de mest genereren, en wordt emissie uit de stal door opslag vermeden. Het digestaat bevat een groter aandeel minerale N dan de oorspronkelijke ruwe mest. Deze meststof heeft dus een snellere werking dan de onbewerkte mest, en lijkt daarom een interessant product om de bemestingsnorm maximaal in te vullen met dierlijke mest. Deze techniek wordt dan ook geselecteerd voor Luik 2.

Het **composteren** van dikke fractie mest/stalmest resulteert in een homogener en stabiel product dan de ruwe mest. Deze techniek is toepasbaar op het individueel landbouwbedrijf, en kan gecombineerd worden met scheiding (waarbij de dunne fractie direct als meststof wordt gebruikt). Door het opbrengen van boerderijcompost kan de bodem aangerijkt worden met organische stof. Binnen MAP5 is bovendien bepaald dat op landbouwgronden, ingedeeld als klasse I of klasse II, slechts 50 % van de hoeveelheid P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, afkomstig van boerderijcompost, moet meegerekend worden bij het bepalen van de maximaal toegelaten bemestingsdosis. Op die manier wordt het gebruik van boerderijcompost gestimuleerd.

Daarnaast lijkt P-recuperatie een steeds belangrijke techniek om de P-inhoud van mest te reduceren en op die manier de dierlijke mest beter te kunnen valoriseren. Binnen het Europees BioEcoSIM project<sup>1</sup> werd een technologie ontwikkeld waarbij via chemische aanzuring en fysische doorgedreven scheiding, fosfor neergeslagen wordt als fosforzouten. De aanzuring gebeurt op de ruwe mest, waarna de scheiding gebeurt. Gezien deze techniek als veelbelovend wordt geëvalueerd, wordt besloten om in Luik 2 de overblijvende aangezuurde dikke fractie te onderzoeken. Deze P-arme dikke fractie zou dan ook nuttig ingezet kunnen worden in de Vlaamse landbouw (C-rijke meststof).

## 5.2 SELECTIE PRODUCTEN

Op basis van de screening in Luik 1 worden 12 mestproducten gekozen voor karakterisatie binnen Luik 2; dit voor aanwending in de incubatie- en potproeven, en/of voor aanwending in de veldproeven.

Volgende mestproducten worden opgenomen in de incubatie- en potproeven:

- ruwe rundermengmest
- digestaat van pocketvergisting
- gecomposteerde runderstalmest
- dunne fractie varkensmengmest
- ruwe varkensmengmest
- dunne fractie varkensmengmest na Low Nutrient Press
- dikke fractie varkensmengmest na Low Nutrient Press
- ruwe varkensmengmest voor Low Nutrient Press
- dikke fractie varkensmengmest
- dikke fractie van aangezuurde mengmest (BioEcoSim<sup>2</sup>)
- dikke fractie digestaat
- dikke fractie van aangezuurd digestaat (BioEcoSIM<sup>2</sup>)

Volgende mestproducten en combinaties van mestproducten worden opgenomen in de veldproeven:

- MENGAN – ruwe varkensmengmest + ruwe rundermengmest (VDM+RDM)
- CENTRIFUGE - dunne fractie varkensmengmest na centrifuge (DUF VDM)
- POCKETVERGISTING - digestaat van pocketvergisting rundermengmest (DIG RDM)
- MENGAN + CENTRIFUGE - ruwe varkensmengmest + dunne fractie varkensmengmest na centrifuge (VDM + DUF VDM)
- MENGAN + BOERDERIJCOMPOSTERING + CENTRIFUGE – boerderijcompost runderstalmest + dunne fractie varkensmengmest na centrifuge (CRSM + DUF VDM)
- ruwe varkensmengmest (VDM)
- ruwe rundermengmest (RDM)
- Kunstmest (KM)

---

<sup>1</sup> Fraunhofer IGB instituut heeft de haalbaarheid van P-precipitatie uit Vlaamse varkensdrijfmest en digestaat nagegaan, dit via het zelf ontwikkeld procedé binnen het EU-project BioEcoSIM.

## 5.3 POTPROEVEN

Via een potproef met Westerwolds raaigras worden in overleg met de VLM en de stuurgroep volgende mestproducten getest op hun P-werking op basis van de gewasopbrengst en de P-export door het raaigras:

- Rundermengmest (RDM)
- Digestaat van pocketvergisting van rundermengmest (DIG RDM)
- Gecomposteerde stalrest (CRSM)
- Dunne fractie van varkensmengmest (DUF VDM)
- Varkensmengmest (VDM en VDM voor LNP)
- Dunne fractie van Low Nutrient Press van varkensmengmest (DUF VDM LNP)
- Dikke fractie van Low Nutrient Press van varkensmengmest (DIF VDM LNP)
- Dikke fractie varkensmengmest (DIF VDM voor Fraunhofer<sup>3</sup>)
- Dikke fractie varkensmengmest na uitvoering van het Fraunhofer procedé (DIF VDM Fraunhofer<sup>2</sup>)
- Dikke fractie digestaat na uitvoering van het Fraunhofer procedé (DIF digestaat Fraunhofer<sup>3</sup>)

Het doel van deze proef is in de eerste plaats om na te kijken of de mestbewerkingsproducten een P-werking hebben die gelijkwaardig is aan minerale P-meststoffen. Een fout bij de proefopzet bij de dunne fractie van varkensdrijfmest (DUF VDM) kan niet worden uitgesloten, daarom wordt hier voor dit product geen uitspraak gedaan.

De P-werking, zowel berekend op basis van de droge stof-opbrengst van het raaigras als op basis van de P-export door het raaigras, is voor alle mestproducten ofwel niet significant verschillend ofwel significant hoger dan de referentie triple superfosfaat. **Als besluit kunnen we stellen dat P uit de verschillende geteste mestproducten een gelijkwaardig alternatief zijn voor P uit minerale meststoffen voor gebruik in de praktijk.** De P-beschikbaarheid in de potproef met een P-arme bodem (MAP V fosfaatklasse I) is bij sommige van deze mestproducten hoger dan deze van triple superfosfaat. Echter rundermengmest (RDM) en de dikke fractie van varkensmengmest van de Low Nutrient Press (DIF VDM LNP) hadden een lagere P-werking. In de meeste Vlaamse landbouwbodems die een P-AL-gehalte<sup>3</sup> in de streefzone of hoger hebben (MAP V fosfaatklasse III of IV), zal het gewaseffect van een hogere of lagere P-beschikbaarheid wellicht minimaal zijn. Op basis van de resultaten kan aangetoond worden dat er tijdens de potproeven nooit een gebrek is aan N, N is dus geen beperkende factor voor de opbrengst. Bij de toegepaste dosissen voor het bepalen van de P-werking wordt nergens vastgesteld dat de opname van K door het gewas limiterend is voor de gewasgroei.

Ca-, Mg- en Na-gehalten van het raaigras zijn grotendeels bepaald door de samenstelling van deze nutriënten in de meststoffen. Ze bepalen mee de voederkwaliteit van het raaigras, maar er is geen aanwijzing dat ze in de uitgevoerde potproef een invloed hebben op de gewasopbrengst.

<sup>2</sup> Fraunhofer IGB instituut heeft de haalbaarheid van P-precipitatie uit Vlaamse varkensdrijfmest en digestaat nagegaan, dit via het zelf ontwikkeld procedé binnen het EU-project BioEcoSIM.

<sup>3</sup> P-AL = fosfor geanalyseerd met ammoniumlactaat

Eerdere potproeven met organische meststoffen wijzen erop dat de P-werking negatief gecorreleerd kan zijn aan Fe-, Al- of Ca-gehalten van het product. Mogelijk bindt P aan Al, Fe en/of Ca in de organische meststof zelf, met een lagere P-werking tot gevolg. Het product met de laagste P-werking, dikke fractie van varkensmengmest van de Low Nutrient Press (DIF VDM LNP), had een duidelijk hoger Ca-gehalte dan de andere mestproducten, en lag dubbel zo hoog als in de ruwe varkensdrijfmest voor LNP, mogelijks als een gevolg van de opconcentratie in deze fractie tijdens de mestverwerking. De P-werking is echter niet significant verschillend van triple superfosfaat. Er worden in deze studie geen verbanden gevonden tussen het Al- en Fe-gehalte van het mestproduct enerzijds en de P-werking anderzijds.

## 5.4 INCUBATIEPROEVEN

### 5.4.1 Mestproducten met een C-werking

Via incubatieproeven onder gecontroleerde omstandigheden wordt de N-mineralisatie en de hoeveelheid stabiele of effectieve organische koolstof (EOC) bepaald van producten met hoofdzakelijk een werking als bron van stabiele koolstof:

- gecomposteerde runderstalmest (CRSM),
- dikke fractie van varkensmengmest uit de Low Nutrient Press (DIF VDM LNP),
- dikke fractie van varkensmengmest (DIF VDM),
- dikke fractie van aangezuurde varkensmengmest van het Fraunhofer procedé<sup>4</sup> (DIF VDM Fraunhofer),
- dikke fractie van digestaat (DIF DIG) en
- dikke fractie van aangezuurde digestaat voor het Fraunhofer procedé<sup>5</sup> (DIF DIG Fraunhofer).

DIF VDM en DIF VDM Fraunhofer<sup>5</sup> enerzijds en DIF DIG en DIF DIG Fraunhofer<sup>5</sup> anderzijds, worden respectievelijk geproduceerd uitgaande van dezelfde ruwe varkensmengmest en digestaat. De dynamiek van de C-mineralisatie uit mest en mestbewerkingsproducten kan niet losgekoppeld worden van de N-dynamiek. Uit de incubatieproeven blijkt dat de N- en C-mineralisatie per product gelijklopend is. DIF VDM LNP wordt het snelst afgebroken in de bodem, en bevat het laagste EOC% (89% van de totale OC). Dit resulteert ook in een N-immobilisatie, m.a.w. minerale N in de bodem wordt vastgelegd tijdens de afbraak (C-mineralisatie) van het organisch materiaal aangevoerd via DIF VDM LNP. Gecomposteerde stalmest heeft een duidelijk hoger EOC% (91%) en stelt geleidelijk aan ±14% van de totale N vrij via N-mineralisatie. Dit is dus een stabiele organische meststof die een beperkte hoeveelheid N kan aanleveren aan het gewas. DIF VDM en DIF VDM Fraunhofer<sup>5</sup> hebben eveneens een EOC% van 91%. DIF DIG en DIF DIG Fraunhofer<sup>5</sup> hebben een EOC% dat met 93% nog een stukje hoger ligt. Deze EOC bepaald uit de incubatieproeven liggen zeer hoog, en de resultaten kunnen dan ook enkel relatief geïnterpreteerd worden. De producten zijn m.a.w. op logische wijze gerangschikt, maar de absolute EOC-waarden zijn niet 100% representatief voor wat onder veldomstandigheden kan worden verwacht maar duiden op een hoger potentieel voor C-opbouw bij hogere EOC-waarden. Het afleiden van realistische EOC-waarden vereist lange termijn veldproeven waaruit humificatiecoëfficiënten kunnen worden afgeleid. Dat DIF VDM, DIF VDM Fraunhofer<sup>5</sup>, DIF DIG en DIF DIG Fraunhofer<sup>6</sup> erg stabiel zijn, blijkt ook uit de

<sup>4</sup> Fraunhofer IGB instituut heeft de haalbaarheid van P-precipitatie uit Vlaamse varkensdrijfmest en digestaat nagegaan, dit via het zelf ontwikkeld procedé binnen het EU-project BioEcoSIM.

<sup>5</sup> Fraunhofer IGB instituut heeft de haalbaarheid van P-precipitatie uit Vlaamse varkensdrijfmest en digestaat nagegaan, dit via het zelf ontwikkeld procedé binnen het EU-project BioEcoSIM.

N-incubatieproef. Ondanks dat  $\pm 50\%$  van de totale N onmiddellijk na toedienen beschikbaar is onder minerale N, vindt er geen of bijna geen verdere N-mineralisatie meer plaats in de bodem.

#### 5.4.2 Mestproducten met een N-werking

Van de volgende mestproducten met hoofdzakelijk een N-werking wordt de C- en N-dynamiek bepaald via incubatieproeven onder gecontroleerde omstandigheden:

- rundermest (RDM),
- digestaat afkomstig van pocket vergisting (DIG RDM),
- ruwe varkensmest (VDM),
- vloeibare fractie van varkensmest na centrifuge (DUF VDM) en
- dunne fractie van varkensmest na Low Nutrient Press scheiding (DUF VDM LNP).

Om zoveel mogelijk de werking als organische bemesting te simuleren wordt de hoeveelheid organische mest in de incubatieproeven bepaald op basis van het gehalte werkzame N in deze producten. De omvang van het aandeel van de gemiddelde N-mineralisatie doorheen de incubatie is in de volgende volgorde: DUF VDM LNP > VDM > DUF VDM  $\geq$  RDM  $\geq$  RDM DIG. Deze resultaten worden beïnvloed door de verhouding van  $\text{NH}_4^+$ -N over  $\text{N}_{\text{tot}}$ , waarbij producten met hogere  $\text{NH}_4^+$ -N/ $\text{N}_{\text{tot}}$ -verhouding resulteerden in een hogere N-vrijstelling. In de C-incubatieproef is de organische koolstof toediening afhankelijk van het bemestingsadvies van 119 kg werkzame N  $\text{ha}^{-1}$  en 80 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$   $\text{ha}^{-1}$  en de concentratie aan organische koolstof in de mestproducten. Dit leidde tot een situatie waarin producten met een laag gehalte aan droge stof resulteerden in een lage bijdrage van organisch materiaal. Omwille daarvan vertoont de C-mineralisatie van DUF VDM LNP en DUF VDM een hoge variabiliteit /onzekerheid waardoor er moeilijk conclusies kunnen getrokken worden. Voor de producten met een hogere C/N-verhouding zoals DIG RDM, VDM en RDM verkreeg men stabielere resultaten. De omvang van de cumulatieve gemineraliseerde C (mg  $\text{CO}_2\text{-C/g}$  droge grond) is in de volgende volgorde: RDM > VDM > RDM DIG.

### 5.5 VELDPROEVEN

De veldproeven worden aangelegd in 2015 en 2016 in de teelten aardappelen, maïs, gras, bloemkool en prei op zand-, zandleem en kleigrond. De vooropgestelde werkingscoëfficiënten (WC) werden in 2015 voor VDM, RDM en CRSM gelijkgesteld aan de cijfers uit het Mestdecreet, terwijl ze voor DUF VDM en DIG RDM gelijkgesteld werden aan de gemiddelde verhouding tussen  $\text{NH}_4^+$ -N en totale N. In 2015 komt de coëfficiënt uit de veldproeven enkel voor VDM en DUF VDM relatief goed overeen met de vooropgestelde coëfficiënt (Tabel 1). Voor de andere producten ligt de coëfficiënt uit de veldproeven lager. In 2016 worden de vooropgestelde coëfficiënten vastgelegd door de stuurgroep. Er blijkt een relatief goede overeenkomst met  $\text{WC}_{\text{veld}}$  voor alle mestproducten, met uitzondering van DUF VDM, waarvoor de coëfficiënt uit de veldproeven veel lager blijkt dan vooropgesteld. In 2016 is voor DUF VDM op 3 van de 4 veldproeflocaties een afwijkende samenstelling gemeten t.o.v. wat normaal verwacht wordt (hogere N-inhoud), waardoor een lagere WC bekomen wordt. In vergelijking met de werkingscoëfficiënt bepaald uit de incubatieproeven is de gemiddelde  $\text{WC}_{\text{veld}}$  voor 2015-2016 vergelijkbaar voor DIG RDM, lager voor VDM, DUF VDM en RDM en hoger voor CRSM. De gemiddelde

teeltduur met actieve nutriëntenopname bij de veldproeven bedraagt 4 à 5 maanden. Op deze periode is de  $WC_{\text{veld}}$  bepaald. Er worden ook nog nutriënten vrijgesteld buiten de actieve opnameperiode door een gewas. De incubaties, bekeken op jaarbasis, bevestigen dit met een hogere werkingscoëfficiënt dan  $WC_{\text{veld}}$ .

Tabel 1: Vergelijking van de vooropgestelde werkingscoëfficiënten en de werkingscoëfficiënten bekomen uit veldproeven en bij incubatie aan 15°C gedurende een periode van 120 dagen (in %).

	vooropgestelde coëfficiënt 2015	coëfficiënt veldproeven 2015	vooropgestelde coëfficiënt 2016	coëfficiënt veldproeven 2016	coëfficiënt veldproeven 2015-2016	coëfficiënt incubaties
<b>VDM</b>	60	57	60	64	60	72
<b>DUF-VDM</b>	68	61	80-100	46	53	62
<b>RDM</b>	60	31	60	60	46	55
<b>DIG-RDM</b>	64	48	80-100	76	62	65
<b>CRSM</b>	30	19	30	42	30	13

De veldproeven geven aan dat het belangrijk is om de inhoud van het toegediende mestproduct te kennen. Er moet gestreefd worden naar zo homogeen mogelijke mestproducten of mogelijkheden tot vermengen voor staalname en voor uitrijden. Zeker voor de bewerkte producten zou dit een troef moeten zijn t.o.v. de ruwe mest die zich in de putten onder de dieren bevindt en moeilijker te homogeniseren is. Onwetendheid over de samenstelling of niet uniforme mestsamenstelling houdt risico's in voor zowel onderbemesting als overbemesting. Trajecten die variabiliteit in samenstelling kunnen reduceren zijn enerzijds homogeniseren van de mestopslag door menging, anderzijds de vakkennis van de landbouwer en de bereidheid om deze kennis te delen.

De uitgeteste bewerkte mestproducten (t.o.v. de opgenomen referenties VDM, RDM en KM) geven aan dat zij volwaardig alternatief zijn als nutriëntenleverancier om de gewasbehoefte in te vullen voor een optimale productie aan kwaliteitsniveau, zonder dat ze een groter risico zouden inhouden voor milieu-impact (bv nitraatresidu).

Een vergelijking van de concentraties aan bodem organische koolstof, voedingselementen en sporenelementen/zware metalen in de bodem vóór de teelt met die op het einde van de teelt is niet echt zinvol, want deze concentraties veranderen slechts langzaam (over (vele) jaren). De standaardafwijking op de bodemanalyse ligt hoger dan het marginaal effect van aanrijking / depletie voor deze componenten op korte termijn.

## 5.6 ECONOMISCHE ANALYSE

Vanuit de resultaten uit Luik 1 en 2, wordt een inclusieve analyse uitgevoerd die de economische meerwaarde tracht in te schatten van de technieken die deze producten opleveren. De resultaten van het micromodel dienen relatief (en niet absoluut) bekeken te worden in kader van dit onderzoek.

Een macro-economisch model wordt opgesteld dat de markt voor mestafzet in Vlaanderen op gemeenteniveau simuleert. Het laat toe om de competitiviteit van verschillende mestafzet-trajecten ten opzichte van elkaar af te wegen, opdat het potentieel van enkele vernieuwende mestproducten kan worden nagegaan. Deze analyse wordt gedaan onder verschillende scenario's: variërende bemestingsnormen (MAPV, afschaffen derogatie en verlaging van P normen), nutriëntproductie en beschikbaarheid van N/DN .

Uit de resultaten is gebleken dat variërende bemestingsnormen een grote impact hebben op de levensvatbaarheid van mestproducten. Onder de huidige MAPV regelgeving hebben we een evenwicht tussen nitrificatie en denitrificatie (N/DN) en scheiding. Onder afschaffing derogatie wint N/DN aan belang, terwijl onder dalende P normen meer mest zal gescheiden worden, waarbij dikke fracties worden geëxporteerd en dunne fracties lokaal worden uitgereden. Beide alternatieve beleidsopties leiden ook tot andere financiële transfers: bij afschaffing derogatie stijgt het inkomen van de akkerbouwsector, terwijl bij P norm daling het inkomen van de transportsector toeneemt. In beide gevallen gaat dat ten koste van de dierlijke productiesector.

Uit de scenario's zonder N/DN is gebleken dat een complete vervanging van deze technologie door de alternatieven die in dit project zijn aangerijkt moeilijk is. N/DN is immers een efficiënte N verwijderaar en de meeste producten in dit project realiseren weliswaar een goede P verwijdering, zoals dikke fracties en struviet, maar geen goede N verwijdering. Bij afwezigheid van N/DN wordt overgeschakeld op een systeem met verzuring en scheiding en struvietprecipitatie. Op die manier wordt een aanvaardbare N verwijdering (dikke fractie) en goede P verwijdering (dikke fractie en struviet) gerealiseerd. De hoeveelheden mest die hiervoor moeten worden verwerkt zijn echter aanzienlijk.

Een micro-economisch model werd opgesteld dat de bemestingskeuze in termen van dosis en type meststof simuleert op perceelniveau. Het model is een combinatie tussen een agronomisch gewasgroeimodel en een bedrijfseconomische optimalisatie. Het laat toe om kosteneffectiviteit van verschillende organische mestproducten te analyseren, gebaseerd op verscheidene agronomische parameters van deze producten zoals gewasopbrengst, nitraatresiduvorming, totale versus minerale stikstof of organische koolstofinhoud. Bovendien houdt het model rekening met de gevoeligheid van de bemestingsproducten voor natuurlijke variatie aanwezig in het landbouwsysteem zoals: het weer, de samenstelling van biologische producten zoals organische meststoffen en de samenstelling van de bodem. Het model werd gebruikt om de agronomische meerwaarde van volgende producten na te gaan: runder- en varkensdrijfmest, dunne fractie van varkensdrijfmest, digestaat van runderdrijfmest en de homogeniseerde varianten van elk van deze. Deze analyse werd gedaan onder verschillende scenario's: variërende P-bemestingsnormen (MAP V: Klasse I-IV), variërende mestdruk en een variërende maximaal toegelaten N-residu.

De analyse is uitgevoerd voor het gewas mais op een zandgrond. De analyse is gestart met de kansverdeling van het N-residu en de volume-gewogen jaarlijkse NO<sub>3</sub>-concentratie in het grondwater bij maximale bemesting. Dit gaf aan dat het N-residu in de grond schommelt tussen 15 en 92, met een gemiddelde van 36 kg/ha. De nitraatconcentratie in het grondwater schommelt tussen 40 en 118, met een gemiddelde van 72,3 mg/L. De verdeling van het N-residu is meer gevoelig aan weerkundige variatie dan aan de onzekerheid van de samenstelling van het mestproduct. Bij de verdeling van de nitraatconcentratie daarentegen, zijn beide onzekerheidsfactoren meer equivalent.





Op basis van deze onzekerheden werd de optimale bemestingsstrategie voor een varkens- en rundveehouder bepaald. Algemeen geldt dat onder invloed van een strengere milieunorm, de totale bemesting en brutomarge dalen. Dit ongeacht het type mest of scenario. Bij lage mestdruk is de daling vooral te vinden bij de organische mestproducten, en is er een stijging van de minerale bemesting. Dit geeft aan dat, hoewel de organische producten aan een nulcost beschikbaar zijn, er toch de voorkeur wordt gegeven aan minerale mest indien de milieuvoorwaarde wordt verscherpt. Is er echter mestdruk, dan is de daling van organische bemesting lager, en is de daling eerder te vinden bij het minerale mestgebruik. Dit geeft aan dat een betere milieukwaliteit met beide types mestproducten kan worden geboekt, en dat de uiteindelijke keuze afhangt van de economische randvoorwaarden.

Een tweede algemeen geldend punt, is dat de homogenisatie van de mestproducten een agronomische meerwaarde biedt: voor eenzelfde dosis totale en organische N kan een lagere milieu-impact gerealiseerd worden. Deze meerwaarde is afhankelijk van het scenario en het mestproduct en ligt in de grootte-orde van een daling van de  $\text{NO}_3$ -concentratie in het grondwater met 20 mg/L voor eenzelfde totale N-gift. Omgekeerd kunnen voor eenzelfde milieu-impact hogere N-giften en dus hogere winsten worden gerealiseerd. Deze agronomische meerwaarde van homogenisatie varieert van enkele tientallen tot ongeveer 100 euro/ha bij respectievelijk lage en hoge mestdruk. Het was geen onderdeel van deze studie om uit te maken of de homogenisatie in de praktijk aan deze prijs kan worden uitgevoerd.

Vanuit het perspectief van hogere gewasopbrengsten, biedt digestaat een meerwaarde ten opzichte van ruwe rundermengmest vanwege het hogere minerale N-gehalte. Hetzelfde aandeel minerale mest is ook gevoeliger voor uitspoeling, hetgeen de agronomische meerwaarde tenietdoet bij strengere milieunormen. Dit kan echter worden opgelost door het digestaat te homogeniseren. Het is dus belangrijk om digestaat in de juiste dosis en zo homogeen mogelijk toe te passen.

In het geval van een varkensbedrijf zijn er grote verschillen te vinden tussen de bemestingsproducten onder invloed van externe factoren als P-normen en mestdruk. Zonder mestdruk wordt ruwe VDM in combinatie met minerale N gekozen boven dunne fractie, terwijl dunne fractie en een beperkte minerale bemesting agronomisch interessant is bij een lage P-norm en hoge mestdruk. Dit is een gevolg van een betere invulling van N- en P-bemestingsnormen. De overgang tussen de tweede en de eerste situatie is te vinden bij een intermediaire mestdruk (10 EUR/ton), hoge P-limiet (70 en 80 kg P/ha) en een lagere norm voor de  $\text{NO}_3$ -concentratie in het grondwater. In die situatie slinkt het agronomisch voordeel van dunne fractie het snelst aangezien (i) het initieel surplus in N-gift door de hoge P-limiet en de lage mestdruk al relatief klein is, en (ii) dit surplus verkleint aangezien de limiet op de nitraatconcentratie meer beperkend wordt voor bemesting dan de bemestingsnormen.

## 6 TECHNISCHE FICHES

De technische samenvattingen van de producten worden gebundeld in een agronomische fiche van de voornaamste producten. Bij deze fiches worden op basis van expertkennis de volgende methodologieën voor de bepaling van milieukundige aspecten van mestproducten gevolgd:

### 1. Bepaling van het risico op ammoniakale vervluchtiging van de verschillende mestproducten

- Beoordeel eerst de pH: indien hoger dan 7, is er risico op ammoniakale vervluchtiging tijdens of kort na toedienen
- Beoordeel vervolgens de verhouding  $NH_4-N/N_{\text{totaal}}$ : hoe groter deze verhouding, hoe groter het aandeel N dat verloren kan gaan door ammoniakale vervluchtiging. Indien de verhouding niet groter is dan 5%, kan het risico verwaarloosd worden.

### 2. Bepaling van de N-werkingscoëfficiënt van de verschillende mestproducten

- Enerzijds bepaling vanuit 2 jaar veldproeven
- Anderzijds simulatie met het EU-rotate-N model. De mineralisatie van de mestproducten wordt gesimuleerd na kalibratie van het model op basis van de resultaten uit de incubatieproef. De mineralisatie komt overeen met een teelt met een lang groeiseizoen en is dus een jaargemiddelde. De eigenlijke mineralisatie hangt af van de groeiduur van de teelt, van de weersomstandigheden in de teeltperiode en van het bodemtype.
- Voor gecomposteerde runderstalmest (CRSM), zijnde een product met C-werking, wordt geen kalibratie uitgevoerd van de N-mineralisatieparameters, maar wordt de N-werkingscoëfficiënt rechtstreeks bepaald uit de incubatieproef door 4 maanden na toediening de extra minerale N aanwezig in de bodem als gevolg van de toediening van het mestproduct te delen door de totale hoeveelheid N die aanwezig is in het product.

### 3. Bepaling van de bodemorganische stofopbouw van de verschillende mestproducten

Voor bepaling van de hoeveelheid effectieve organische koolstof (EOC) die per ton mestproduct wordt aangeleverd, wordt de Demetertool van de VLM ingezet. Voor producten die (nog) niet opgenomen zijn in de Demetertool worden simulaties uitgevoerd met producten met een vergelijkbare humificatiecoëfficiënt. Verder dient wel een kanttekening gemaakt te worden dat de huidige versie van de Demetertool (juli 2017) nog geen rekening houdt met het koolstofgehalte van de specifieke producten. Het is dus noodzakelijk de output van de Demetertool te vermenigvuldigen met een correctiefactor, met name de verhouding tussen het gemeten koolstofgehalte en de *default* waarde die in de Demetertool gebruikt wordt. Dit is reeds gecommuniceerd naar de VLM toe en zal in een volgende versie van de tool aangepast worden.

## 6.1 VARKENSMENGMEST

### 6.1.1 Productspecificaties

#### 6.1.1.1 Samenstelling

Varkensmengmest is één van de meest voorkomende mestsoorten in Vlaanderen. Kenmerkend is dat deze mestsoort door zijn hoge P-inhoud maar beperkt kan aangewend worden in de ruwe vorm om de N-behoeftes van de planten in te vullen. In zijn ruwe vorm kan varkensmengmest vaak erg heterogeen voorkomen. Homogenisatie van deze ruwe mestvorm voor mesttoediening biedt enkele troeven naar constanter product en betere inschatting van effectief toegediende hoeveelheid nutriënten.

Tabel 2. Samenstelling varkensmengmest

	Min	Max	Gemiddelde forfaitaire waarde*
C (kg/1000 kg VM)	4,4	67,7	x
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	0,5	6,7	3,5
N <sub>totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	3,8	9,6	6,4
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	2,7	5,6	x
K (kg K <sub>2</sub> O /1000 kg VM)	2,9	9,2	x
Droge stof (kg/1000 kg VM)	19,1	114	x
pH	x	x	x

VM=vers materiaal

x=geen gegevens beschikbaar

\*bron: normen en richtwaarden mestsamenstelling 2018 VLM

#### 6.1.1.2 Vermarktmogelijkheden

Regionaal is er vaak een overaanbod van ruwe mest, waardoor deze vorm in die landbouwstroken preferentieel nog in de onbewerkte vorm wordt toegepast. Varkensmengmest wordt door de hogere concentratie aan nutriënten meer dan de rundmengmest getransporteerd over langere afstanden waardoor er ook aanbod van varkensmengmest is in regio's met minder intensieve varkenshouderij.

### 6.1.2 Agronomische parameters

#### 6.1.2.1 Milieukundige en agronomische sterktes en zwaktes in vergelijking met kunstmest

- N-werkingscoëfficiënt
  - uit veldproeven (gemiddeld 4 maanden): 60%
  - uit incubaties (jaargemiddelde): 72%
  - Risico op NH<sub>3</sub>-vervluchtiging tijdens/na toepassing: hoog risico
- Plantbeschikbaarheid van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is volgens potproeven (3 maanden) vergelijkbaar tot hoger dan bij de minerale meststof triple superfosfaat (concentratie 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- OS opbouw: 14 kg EOC/ton verse massa

#### 6.1.2.2 Aandachtspunten bij het gebruik

Uit de veldproeven met een gemiddelde teeltduur met actieve nutriëntenopname van 4 à 5 maanden, blijkt dat de werkingscoëfficiënt schommelt rond de 60%. De jaarsafhankelijke weersinvloeden maken dat dit soms hoger (64%) of lager (57%) kan liggen. De veldproeven geven aan dat onder drogere weersomstandigheden de

werkingscoëfficiënt iets lager ligt. Dit wordt bevestigd door iets lagere opbrengsten in drogere jaren, maar daarom niet gekoppeld aan een slechter nitraatresidu.

In zijn ruwe vorm is deze mestsoort vaak heterogeen waarbij vakkennis noodzakelijk is om de mest onder deze vorm efficiënt aan te wenden. Deze mestsoort leent zich er meest toe om te mengen met P-arme mestsoorten of om na scheiding de dunne fractie te gebruiken als N-meststof. Door de relatief lage verhouding tussen C en werkzame N is er maar een zeer beperkte aanvoer van organische koolstof mogelijk. Daarom leent het product zich ertoe om op te mengen met P-arme en koolstofrijke producten. Door het opmengen zal ook een homogener product bekomen worden.

Na scheiding van varkensmest kan de dikke fractie (met meeste P-inhoud) aangezuurd worden. Dit verhoogt de wateroplosbare P concentratie van deze producten tot 66% van aanwezige P. Aanzuring blijkt succesvol in het maken van een P-verarmde dikke fractie met meer optimale C/P verhouding voor lokale afzet als bodemverbeterend middel. Door de bewerkingsstap is de dikke fractie ook homogener. De gerecupereerde P oplossing via het waswater vertoonde evenwel een te lage P concentratie om gebruikt te worden in glastuinbouw. Een alternatieve strategie is de vrijgestelde P vast te leggen in een zuiverdere Ca-fosfaat neerslag. Behandeling met  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  resulteert in een nagenoeg volledige neerslag van opgeloste P en geeft aanleiding tot een neerslagproduct met 4-5% P op drogestofbasis. Indien er interesse is om voorwaarts te gaan met recuperatie van P uit mest en digestaat, dient de economische haalbaarheid te worden gevalideerd.

Varkensmest heeft hoger  $\text{NH}_3$  gehalte waardoor de aanwending best emissiearm gebeurt.



## 6.2 RUNDERMENGMEEST

### 6.2.1 Productspecificaties

#### 6.2.1.1 Samenstelling

Rundermengmest is naast varkensmengmest ook één van de meest voorkomende mestsoorten in Vlaanderen. Kenmerkend is dat deze mestsoort door zijn matige P-inhoud in de ruwe vorm redelijk de N-behoefte van de planten kan invullen. Bovendien vertoont rundermengmest minder variatie in samenstelling t.o.v. varkensmengmest. Deze ruwe mestsoort wordt vaak al gehomogeniseerd voor mesttoediening, waardoor de variatie in productsamenstelling vanuit eenzelfde put lager is.

Tabel 3. Samenstelling rundermengmest

	Min	Max	Gemiddelde forfaitaire waarde*
C (kg/1000 kg VM)	26,1	63,7	x
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	1,1	1,8	1,4
N <sub>totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	2,7	5,2	4,8
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	1,7	2,9	x
K (kg K <sub>2</sub> O /1000 kg VM)	3,8	5,7	x
Droge stof (kg/1000 kg VM)	68	98	x
pH	x	x	x

VM=vers materiaal

x=geen gegevens beschikbaar

\*bron: normen en richtwaarden mestsamenstelling 2018 VLM

#### 6.2.1.2 Vermarkt mogelijkheden

Regionaal is deze mestsoort goed verspreid, waardoor deze vorm algemeen in Vlaanderen in onbewerkte vorm wordt toegepast. Er is minder lange afstand transport van rundermengmest dan van varkensmengmest omwille van de lagere nutriëntenconcentratie. Bovendien hebben de bedrijven vaker een groter aandeel eigen mestafzetruimte.

### 6.2.2 Agronomische parameters

#### 6.2.2.1 Milieukundige en agronomische sterktes en zwaktes in vergelijking met kunstmest

- N-werkingscoëfficiënt
  - uit veldproeven (gemiddeld 4 maanden): 46%
  - uit incubaties (jaargemiddelde): 55%
  - Risico op NH<sub>3</sub>-vervluchtiging tijdens/na toepassing: hoog risico
- Plantbeschikbaarheid van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is volgens potproeven (3 maanden) vergelijkbaar tot hoger dan bij de minerale meststof triple superfosfaat (concentratie 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- OS opbouw: 14 kg EOC/ton verse massa

#### 6.2.2.2 Aandachtspunten bij het gebruik

Deze mestsoort leent zich er meest toe om te gebruiken in ruwe vorm omwille van de gunstige N:P-verhouding. De veldproeven geven aan dat de werkingscoëfficiënt schommelt tussen 31% (droog jaar) en 60%

(natter jaar). De werking van rundermengmest wordt vaak te hoog ingeschat (60%), mogelijks doordat dit product bestendiger is door de grotere C-inhoud t.o.v. varkensmengmest. De veldproeven met een gemiddelde teeltduur met actieve nutriëntenopname van 4 à 5 maanden geven aan dat vaker een lagere opbrengst wordt gemeten (en dus te hoog ingeschatte werkingscoëfficiënt). Lagere opbrengsten en te laag ingeschatte werkingscoëfficiënt leiden niet per se tot een hoger nitraatresidu. De veldproeven in 2015 bevestigen dit.

Indien bij bemesting rekening gehouden wordt met de juiste werkingscoëfficiënt, is er door een hogere verhouding tussen C en werkzame N ook een grotere opbouw mogelijk van bodemorganische stof. Bij rundermengmest is er een mogelijkheid dat er teveel Cu zou kunnen worden toegediend bij hogere toepassingsdosissen (gebaseerd op beperkte dataset). Gelet op de beperkte gegevens, is het moeilijk in te schatten of Cu al dan problematisch is.

Rundermengmest heeft hoger NH<sub>3</sub> gehalte waardoor de aanwending best emissiearm gebeurt.



## 6.3 DUNNE FRACTIE VARKENSMENGMEST

### 6.3.1 **Productspecificaties**

#### 6.3.1.1 **Gebruikte technologieën en processen**

Bij scheiding wordt een dikke en een dunne fractie verkregen. Daarbij hoopt het organische materiaal en het fosfaat (P) zich vooral op in de dikke fractie, en de stikstof (en kalium) voornamelijk in de dunne fractie. Gezien binnen de huidige bemestingsnormen fosfor eerder het beperkende element is in de bemesting, in plaats van stikstof, is het interessant om een dunne fractie te verkrijgen met een hogere NK:P verhouding. Op die manier kan beter aan de plantbehoefte worden voldaan, en kan meer dierlijke mest worden geplaatst. Door het behoud van stikstof in de dunne fractie kan de stikstofbehoefte beter ingevuld worden met dierlijke mest en kan op die manier bespaard worden op gebruik van stikstofkunstmest. Een bijkomend voordeel is dat de dunne fractie van varkensmest ook op derogatiepercelen kan uitgereden worden (mits voldaan aan bepaalde voorwaarden en voorzien van attest).

Het scheidingsrendement varieert per type scheider maar is ook sterk afhankelijk van de input (type mest, droge stofgehalte, leeftijd mest, afkomstig van onderaan of bovenaan in mestput, ...). Een hoog scheidingsrendement kan bereikt worden met een hoog droge stofgehalte van de mengmest en gebruik van verse mest.

In Vlaanderen wordt varkensmest in de meeste gevallen met een centrifuge gescheiden. Deze scheider is het meest geschikt om varkensmengmest te scheiden en daarbij een goede P-efficiëntie te behalen. De capaciteit van de centrifuge kan variëren van 4 tot 100 m<sup>3</sup>/u. Gezien de hoge investerings- en onderhoudskost, en de grote capaciteit, is de centrifuge minder geschikt voor toepassing op een individueel landbouwbedrijf. Mobiele centrifuges bieden echter wel een oplossing om (tijdelijk) ingezet te worden op een landbouwbedrijf. Indien scheiding op het landbouwbedrijf gebeurt, moet er opslag voor zowel de dikke als de dunne fractie voorzien worden.

#### 6.3.1.2 **Samenstelling**

Na scheiding wordt een dunne fractie bekomen met een hogere NK:P-ratio en een dikke fractie met een hogere C:P-ratio dan de onbewerkte ingaande dierlijke mest.

Zonder gebruik van hulpstoffen kan het droge stofgehalte van de dikke fractie 25 à 30% bedragen.

De efficiëntie van de scheiding is sterk afhankelijk van het type mest, ouderdom mest, type centrifuge (afstelling), gebruik polymeren, etc. Hierdoor kunnen producten ontstaan die sterk variëren in samenstelling.



Tabel 4. Samenstelling dunne fractie varkensmest

	Min**	Max**
C (kg/1000 kg VM)*	8,0	16,5
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	0,6	1,3
N <sub>totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	6,1	10
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	3,8	8,2
K (kg K <sub>2</sub> O /1000 kg VM)	4,9	7,4
Droge stof (kg/1000 kg VM)	3	5,4
pH	x	x

\*omrekening vanuit OS = 2 x C

\*\*beperkte dataset bij scheiding met 5 verschillende types centrifuges (n=5)

x=geen gegevens beschikbaar

VM=vers materiaal

Tabel 5. Samenstelling dikke fractie varkensmest

	Min**	Max**
C (kg/1000 kg VM)*	90,0	103,5
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	12	18
N <sub>totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	12	16,3
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	6,4	9,9
K (kg K <sub>2</sub> O /1000 kg VM)	4,9	7,6
Droge stof (kg/1000 kg VM)	24,6	29
pH	x	x

\*omrekening vanuit OS = 2 x C

\*\* beperkte dataset bij scheiding met 5 verschillende types centrifuges (n=5)

x=geen gegevens beschikbaar

VM=vers materiaal

### 6.3.1.3 Vermarkt mogelijkheden

Het lage P-gehalte zorgt ervoor dat bemesting met dunne fractie niet P-limiterend is, waardoor meer dierlijke mest op Vlaamse landbouwgrond gevoerd kan worden, en de samenstelling van de dierlijke mest (nutriëntenverhouding) beter afgestemd is op de gewasbehoefte.

Gezien het hoge P-gehalte in de dikke fractie van varkensmest, wordt de dikke fractie over het algemeen afgezet van het landbouwbedrijf (biothermische droging of vergisting). Voor mestverwerkingsplichtige bedrijven betekent dit dat er een kleiner volume mest moet afgezet worden (dunne waterige fractie blijft op het landbouwbedrijf). Er is dus een grote aanbod van dunne fractie varkensmest in de mestoverschotgebieden. Uit het economische luik van de studie blijkt dat er verwacht wordt dat het aanbod van deze dunne fractie zal stijgen naarmate de P-bemestingsnormen strenger worden.



## 6.3.2 Agronomische parameters

### 6.3.2.1 Milieukundige en agronomische sterktes en zwaktes in vergelijking met kunstmest en ruwe dierlijke mest

- N-werkingscoëfficiënt
  - uit veldproeven (gemiddeld 4 maanden): 53%
  - uit incubaties (jaargemiddelde): 62%
  - Risico op NH<sub>3</sub>-vervluchtiging tijdens/na toepassing: hoog risico
- OS opbouw: 5 kg EOC/ton vers materiaal

### 6.3.2.2 Aandachtspunten bij het gebruik

Uit de veldproeven blijkt dat de werkingscoëfficiënt met een gemiddelde teeltduur met actieve nutriëntenopname van 4 à 5 maanden schommelt rond de 53%. De jaarsafhankelijke weersinvloeden maken dat dit soms hoger (61%) of lager (46%) kan liggen. De veldproeven geven aan dat onder drogere weersomstandigheden de werkingscoëfficiënt iets hoger ligt met iets hogere opbrengsten tot gevolg.

Homogeniseren van dit mesttype voor toediening is door de bewerkingsstap vaak niet meer nodig, toch is het een goede praktijk om een zo uniform mogelijk eindproduct te kunnen aanwenden. Vaak schuilt de grootste variatie in samenstelling tussen de verschillende verwerkingsinstallaties, eerder dan de variatie binnen 1 installatie.

Dunne fractie bevat lage gehalten aan weinig oplosbare elementen, die bij het scheidingsproces eerder naar de vaste fractie afgevoerd worden. Hierdoor is onder andere het fosforgehalte veel lager dan bij mengmest (ca. 20-25% van de originele hoeveelheid blijft achter in de dunne fractie). Voor de stikstof is de afname minder, ca. 70-80% blijft achter in de dunne fractie. De veranderde N-P-K-Na-verhouding in de dunne fractie sluit vaak beter aan bij de gewasbehoefte (Verlinden *et al.*, 2005).

De veranderde samenstelling houdt in dat bij toepassing van dunne fractie een hoger risico ontstaat op zoutstress dan bij ruwe mengmest. Dit kan cumulatief over meerdere jaren leiden tot problemen bij zoutgevoelige gewassen, al is dit risico veel minder uitgesproken dan bij de toepassing van effluent na biologie (Verlinden *et al.*, 2005).

Gezien de lage aanvoer van organische stof bij dunne fractie kan er gedacht worden aan de combinatie met andere producten die een hoge C:N-verhouding hebben, zoals bijvoorbeeld oogstresten of andere organische meststoffen. Ook het zaaien van een groenbemester kan helpen om het organische stofgehalte op peil te houden. De bemestingscombinaties met dunne fractie varkensmengmest (en vooral dan met gecomposteerde runderstalmest) zijn gevoelig aan het overschrijden van de Cu en Zn limieten (resp. 750 en 1800 g/ha/jaar). Gelet op de beperkte gegevens, is het moeilijk in te schatten of Cu al dan problematisch is.

Bij maaibeides kan dunne fractie in combinatie met kunstmest goed gebruikt worden om de bemestingsbehoefte in te vullen (Verlinden *et al.*, 2005). Bij maïs kan dunne fractie de N-behoefte en een groot deel van de K-behoefte invullen. Voor vollegrondsgroenten wordt algemeen aangeraden ca. 50% van de N-behoefte van het gewas met dunne fractie in te vullen. Hiermee zal ook al een groot deel van de K-behoefte en in mindere mate de P-behoefte ingevuld worden. De rest van het bemestingsadvies kan dan ingevuld



worden met organische of minerale meststoffen. Door op deze manier te werken wordt de opbouw van hoge zoutconcentraties in de bodem vermeden. Bij aardappelen moet gezien het vaak oppervlakkige wortelsysteem opgelet worden voor hoge N-residu's, hierdoor wordt aangeraden om met dunne fractie ca.  $\frac{2}{3}$  van de N-behoefte in de vullen. Gezien aardappelen behoefte hebben aan voldoende P- en K-voorraden moet voor deze elementen opgelet worden dat deze eventueel via andere mestgiften aangevuld worden (Verlinden *et al.*, 2005).

*Ref: Verlinden G., Callens D., Demeulemeester K. (2005). Valorisatie van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking. Eindrapport. Bodemkundige Dienst van België, Inagro, Interprovinciaal Proefcentrum voor de Aardappelteelt vzw, 333 pp.*

Dunne fractie varkensmest heeft hoger NH<sub>3</sub> gehalte waardoor de aanwending best emissiearm gebeurt.



## 6.4 DIGESTAAT RUNDERMENGMEEST

### 6.4.1 Productspecificaties

#### 6.4.1.1 Gebruikte technologieën en processen

In Vlaanderen hebben al meer dan 80 landbouwers geïnvesteerd in een zogenaamde pocket- of microvergister op hun bedrijf. Dit zijn allen monovergisters die gevoed worden met bedrijfseigen rundermest. Op die manier kan groene energie uit de mest gegenereerd worden, en wordt emissie uit de stal door opslag vermeden. Het digestaat bevat een groter aandeel minerale N dan de oorspronkelijke ruwe mest. Deze meststof heeft dus een snellere werking dan de onbewerkte mest, en lijkt daarom een interessant product om de bemestingsnorm maximaal in te vullen met dierlijke mest.

Pocketvergisters in Vlaanderen kunnen geïnstalleerd worden bij staluitvoeringen met roosters en daaronder een mestkelder, maar idealiter zijn stallen met een volle vloer waar via een mestschuif de verse mest telkenmale rechtstreeks naar de vergister kan gepompt worden. Er kan ook geopteerd worden voor een ondiepe kelder waaruit de mest zeer frequent naar de vergister wordt gepompt.

In Vlaanderen hebben de meeste pocketinstallaties een vermogen van om en bij de 10 kWe. Dit komt overeen met een kleine 70.000 kWh op jaarbasis, afhankelijk van het aantal draaiuren. Het eigen elektrisch verbruik van de installatie bedraagt minder dan 1 kWe.

Het restproduct na anaerobe vergisting wordt 'digestaat' genoemd.

#### 6.4.1.2 Samenstelling

Doordat het ingangproduct vaak minder variatie vertoont (t.o.v. varkensmengmest), zal homogenisatie van deze mestvorm voor aanwending slechts een beperkte meerwaarde bieden. Toch blijft homogeniseren een goede praktijk die in iedere situatie aan te bevelen is. Verder blijkt ook dat de variatie in samenstelling een stuk groter is voor mengmest dan voor digestaat.

Tijdens het vergistingsproces wordt gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal versneld afgebroken (complexe organische verbindingen, zoals lignine, worden niet afgebroken). Zo wordt de in de mest aanwezige organische stikstof voor een groot deel omgezet in minerale stikstof. De mineralisatie die normaal in het eerste jaar plaatsvindt in de bodem, gebeurt nu deels in de reactor.

Tabel 6. Samenstelling digestaat

	Min	Max
C (kg/1000 kg VM)*	19,5	28,3
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	1,0	1,9
N <sub> totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	2,8	4,8
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	1,8	3,1
K (kg K <sub>2</sub> O / 1000 kg VM)	3,4	6,0
Droge stof (kg/1000 kg VM)	53,5	91,5
pH	x	X

\*omrekening vanuit OS = 2 x C

x=geen waarde beschikbaar

VM=vers materiaal

bron: presentatie Inagro op workshop pocketvergisting 2014, gebaseerd op 10 analysesresultaten

### 6.4.1.3 Vermarktmogelijkheden

De afzet van het digestaat uit de monovergisters gebeurt het meest op het eigen bedrijf. Uit veldproeven blijkt dat digestaat een hogere stikstofwerking heeft, wat kan leiden tot een gereduceerde kunstmestgift. De werking is echter niet van die aard dat de kunstmestgift integraal kan vervangen worden door digestaat.

## 6.4.2 **Agronomische parameters**

### 6.4.2.1 Milieukundige en agronomische sterktes en zwaktes in vergelijking met kunstmest en ruwe dierlijke mest

- N-werkingscoëfficiënt
  - uit veldproeven (gemiddeld 4 maanden): 62%
  - uit incubaties (jaargemiddelde): 65%
  - Risico op NH<sub>3</sub>-vervluchtiging tijdens/na toepassing: hoog risico => emissiearm aanwenden
- Plantbeschikbaarheid van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is volgens potproeven (3 maanden) vergelijkbaar tot hoger dan bij de minerale meststof triple superfosfaat (concentratie 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- OS opbouw: 10 kg EOC/ton vers materiaal

### 6.4.2.2 Aandachtspunten bij het gebruik

Door een wat hoger ammoniumgehalte is het risico op verliezen door vervluchtiging en uitspoeling van stikstof iets groter dan bij niet-vergiste mest. Een hogere stikstofwerking kan dus enkel verkregen worden mits emissiearme aanwending. Bij het uitrijden van digestaat zijn er minder geurproblemen ten opzichte van ruwe mengmest, en is het makkelijker uit te spreiden door het lagere droge stofgehalte.

De veldproeven met een gemiddelde teeltduur met actieve nutriëntenopname van 4 à 5 maanden geven een N-werkingscoëfficiënt aan die schommelt tussen 48% in drogere jaren en 76% in nattere jaren. Gemiddeld gezien komt de werkingscoëfficiënt bepaald uit veldproeven (62%) nagenoeg overeen met deze bepaald uit incubatieproeven (65%), ondanks het feit dat in de veldproeven de werkingscoëfficiënt bepaald is met een gemiddelde teeltduur met actieve nutriëntenopname van 4 à 5 maanden. Bemesten met digestaat van rundermengmest geeft vergelijkbare opbrengsten als de bemesting met rundermengmest. Ook naar nitraatresidu toe zijn er tussen deze 2 vormen geen verschillen waarneembaar in de uitgevoerde veldproeven.

Digestaat rundermengmest heeft hoger NH<sub>3</sub> gehalte waardoor de aanwending best emissiearm gebeurt.

## 6.5 GECOMPOSTEERDE RUNDERSTALMEST

### 6.5.1 **Productspecificaties**

#### 6.5.1.1 Gebruikte technologieën en processen

Starten met compostering vergt heel wat aanpassingen op het landbouwbedrijf. De vereiste van een waterdicht vloer voor de compostering kan een belangrijke investering zijn. Bij compostering op de kopakker is deze investering niet nodig. Eenvoudigst (administratief) is om enkel gebruik te maken van bedrijfseigen reststromen, en het eindproduct uitsluitend op het eigen bedrijf toe te passen. Meestal is het toevoegen van een nevenstroom die structuur geeft aan de composthoop gewenst om de productkwaliteit te verhogen en de N-verliezen te beperken, maar deze nevenstromen zijn niet altijd beschikbaar op het bedrijf zelf. Bovendien moeten administratieve stappen ondernomen worden voor dat een bedrijf nevenstromen voor compostering mag ontvangen van andere bedrijven. Daarnaast moet men ook een geschikte manier vinden om de composthopen te keren (tweemaal keer omzetten). Dit kan met een compostkeerder, die vrij duur is in aanschaf, maar in Vlaanderen ook op een 5-tal locaties kan gehuurd worden. De composthopen worden met een compostdoek afgedekt om het vochtgehalte gecontroleerd te beheersen. Het composteerproces is technisch vrij eenvoudig, maar vereist wel een opvolging (temperatuur, zuurstof- en vochtgehalte), om te weten wanneer de hoop moet gekeerd worden. Meer info over compostering t.o.v. andere technieken voor stalmestopslag zijn te vinden in: Optimaliseren van de opslag en bewerking van runderstalmest op de kopakker. Nelissen, Victoria; Viaene, Jarinda; Reubens, Bert; Vandecasteele, Bart; Willekens, Koen.2015. ILVO, 50 blz.

#### 6.5.1.2 Samenstelling\*

Tabel 7. Samenstelling gecomposteerde runderstalmest

	Min	Max
C (kg/1000 kg VM)	135	408
P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /1000 kg VM)	2,7	6,1
N <sub> totaal</sub> (kg/1000 kg VM)	5,2	14,9
NH <sub>3</sub> (kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM)	0,07	1,22
K (kg K <sub>2</sub> O /1000 kg VM)	7,6	29,1
Droge stof (kg/1000 kg VM)	202	566
pH-H <sub>2</sub> O	8,1	9,7
Volumedichtheid (kg/m <sup>3</sup> )	125	718
C:N	10	15
C:P	37	85

VM = vers materiaal

*\*Compostering van runderstalmest wordt in Vlaanderen momenteel weinig uitgevoerd, waardoor het aantal meststalen beperkt is. Bovenstaand overzicht van samenstelling is gebaseerd op stalen uit eerder onderzoek van het ILVO, gepubliceerd in Viaene, J., Velissen, V., Vandecasteele, B., Willekens, K., De Neve, S., Reubens, B., 2016. Field storage conditions for cattle manure to limit nitrogen losses and optimise fertiliser value. Animal Production Science (<http://dx.doi.org/10.1071/AN16170>) en het staal opgenomen in dit project.*

#### 6.5.1.3 Vermarktbaarheid

Via compostering van stalmest op het landbouwbedrijf kan de toepassing van dierlijke mest aantrekkelijker worden door het produceren van een homogeen en stabiel product, waarbij ook het OS-gehalte van de bodem

kan worden opgekrikt. Homogenisatie is hierbij een goede praktijk. Gezien de makkelijk afbreekbare organische stof tijdens het composteerproces wordt afgebroken, zal de stabiliteit en het gehalte aan effectieve organische stof per ton verse gecomposteerde stalmest hoger zijn dan deze per ton verse ruwe stalmest. De toename is echter beperkt en bovendien neemt de totale massa mest tijdens de compostering af. Dit maakt dat er per ton gecomposteerde stalmest, meer stabiele organische stof wordt aangevoerd, maar dat er minder gecomposteerde stalmest beschikbaar zal zijn, dan oorspronkelijke ruwe stalmest. De hoeveelheid aanbod van dit product in Vlaanderen is beperkt.

## 6.5.2 Agronomische parameters

### 6.5.2.1 Milieukundige en agronomische sterktes en zwaktes in vergelijking met kunstmest en ruwe dierlijke mest

- N-werkingscoëfficiënt voor een lang groeiseizoen
  - uit veldproeven (gemiddeld 4 maanden): 30%
  - uit incubaties (jaargemiddelde): 13%
  - Risico op NH<sub>3</sub>-vervluchtiging tijdens/na toepassing: laag risico
- Plantbeschikbaarheid van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is volgens potproeven (3 maanden) vergelijkbaar tot hoger dan bij de minerale meststof triple superfosfaat (concentratie 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- OS opbouw: 171 kg EOC/ton verse massa  
T.o.v. de initiële samenstelling van de stalmest gebruikt in dit project stellen we na de compostering een duidelijke daling van het % organisch materiaal vast (van 80% naar 40%) maar de stabiliteit van het organisch materiaal is duidelijk hoger na compostering, want het biodegradatiepotentieel daalt van 7,8 naar 1,8. Dit gaat ook gepaard met een omzetting van minerale N onder de vorm van NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N naar NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N.

### 6.5.2.2 Aandachtspunten bij het gebruik

Ervaring leert dat bij opslag van stalmest op het landbouwbedrijf heel wat interne broei optreedt, waardoor de bovenste zones van de hoop uitdrogen. De onderste zones van de hoop zijn te vochtig, waardoor anaerobe condities ontstaan, met als gevolg nutriëntenverliezen. Dit leidt tot een heterogeen product dat moeilijk toepasbaar is. Composteren van de stalmest op de betonvloer kan hier een oplossing bieden, al dan niet in combinatie met C-rijke stromen. De noodzaak aan bijmengen van structuurmateriaal is afhankelijk van het vochtgehalte van de stalmest.

Ook compostering op de kopakker zou in principe een oplossing kunnen bieden, gezien het risico op uitloging hierdoor sterk beperkt kan worden. Dit heeft meerdere oorzaken: (1) de vorm van de ril, die zodanig is dat het water er mooi kan aflopen nadat zich een dunne korst heeft gevormd, in tegenstelling tot de grillige vorm van een hoop ruwe stalmest waar water meer zal infiltreren; (2) het composteringsproces zelf waarbij stikstof wordt vastgelegd in de biomassa van micro-organismen.

Proeven tonen aan dat de verschillen in organische stofgehalte en nutriëntensamenstelling tussen het los gestorte product en het gecomposteerde product op de kopakker beperkt zijn. Een voordeel is wel dat de compost minder nat is dan de los gestorte hoop, sterk gereduceerd in volume, en fijner van structuur.

Hierdoor is het gecomposteerde product beter uniform te spreiden. Dankzij het composteringsproces wordt het product ook iets stabiel, met name het zuurstofverbruik verlaagt en het gehalte aan effectieve

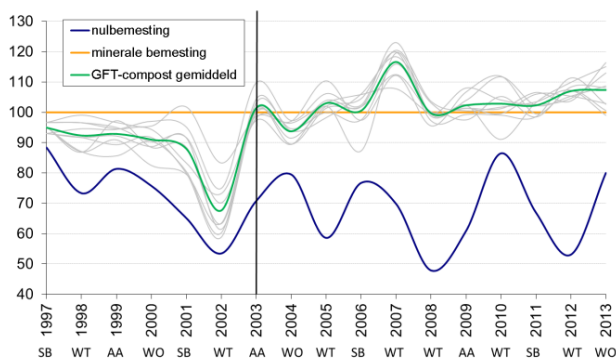
organische stof is hoger per ton vers product. Bij compostering van strorijke (droge) stalmest op de kopakker, kan het stikstofverlies via sapper verliezen rechtstreeks uit de hoop gereduceerd worden in vergelijking met los storten van stalmest. Bij natte stalmest (weinig stro) is dit niet het geval.

Tussen de gecomposteerde hoop op de kopakker en de gecomposteerde hoop op de betonvloer zijn de verschillen zeer beperkt. Proeven tonen aan dat beide producten een vergelijkbare stabiliteit hebben.

Er zijn geen recente proefveldresultaten voor Vlaanderen beschikbaar over het langetermijneffect van herhaald gebruik van gecomposteerde stalmest op de bodemkwaliteit. Er zijn wel proefveldresultaten voor het gebruik van boerderijcompost (meest vergelijkbaar met gecomposteerde stalmest door schaal en materialen gebruikt bij de compostering), groencompost en GFT-compost. De op korte termijn uitgevoerde veldproeven geven vergelijkbare opbrengsten weer t.o.v. andere uitgeteste bewerkte mestproducten met een N-werkingscoëfficiënt van 30%. Aanwending hoeft niet per se emissiearm te gebeuren: het composteren van runderstalmest, stabiliseert de N.

In proeven van het ILVO werd bij toepassing van boerderijcompost in de eerste jaren geen verhoging van het minerale stikstofresidu vastgesteld. Dit is gebaseerd op giften van 45 t per ha per jaar in een periode van 3 jaar voor een rotatie met groentegewassen (Willekens et al. 2014) en giften van 2 t C per ha per jaar in een periode van 5 jaar (na 4 compostgiften voor een akkerbouwrotatie (D'Hose et al. 2016)). Ook buffert boerderijcompost de zuurtegraad van de bodem (Willekens et al. 2014; D'Hose et al. 2016), en dit ongeacht de dosis, 15 versus 45 t per ha per jaar (Willekens et al. 2014). Compost is rijk aan stabiel organisch materiaal. Uit resultaten van zeven langere termijnproeven met compost (voornamelijk GFT- en boerderijcompost) in Vlaanderen blijkt dat gemiddeld 26% van de aangebracht C bijdraagt aan de langere termijn organische stofopbouw van de bodem (D'Hose en Ruyschaert, 2017).

Bij de meerjarige GFT-proef te Boutersem, waar al sinds 1997 het effect van verschillende dosissen GFT-compost op de gewasproductie en bodemvruchtbaarheid opgevolgd wordt, blijkt duidelijk dat toediening van enkel GFT-compost minder goede resultaten geeft dan indien er gecombineerd wordt met kunstmest. Onderstaande figuur toont aan dat wanneer na de toediening van GFT-compost de bemestingsbehoefte aangevuld wordt met kunstmest (hetgeen na 2003 gebeurde), de gewasopbrengst gelijkaardig of zelfs beter is dan wanneer enkel kunstmest gebruikt wordt (De Clerq et al., 2014).



Figuur 1. gewasopbrengst relatief tov. bemesting met enkel kunstmest. Vanaf 2003 werd bij de objecten met GFT-compost de bemestingsbehoefte aangevuld met kunstmest. AA = aardappelen, SB = suikerbieten, WT = wintertarwe, WO = wortelen.

Referenties:

- De Clerq T., Elsen A., Bries J. (2014). Onderzoek naar de bemestings- en bodemverbeterende waarde van GFT-compost via een meerjarige proef op akkerland. Verslag groeiseizoen 2014. Bodemkundige Dienst van België, 49 pp.
- D'Hose, T., Ruysschaert, G., Viaene, N., Debode, J., Nest, T. V., Van Vaerenbergh, J., Cornelis, W., Willekens, K., Vandecasteele, B., 2016. Farm compost amendment and non-inversion tillage improve soil quality without increasing the risk for N and P leaching. Agriculture Ecosystems & Environment 225, 126139.
- D'Hose en Ruysschaert, 2017. Mogelijkheden voor koolstofopslag onder gras- en akkerland in Vlaanderen. ILVO-mededeling 231. 73p.
- Willekens, K., Vandecasteele, B., Buchan, D., De Neve, S., 2014. Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. Applied Soil Ecology 82, 61-71.





## 7 TOEKOMSTIGE ONDERZOEKSDOELEN

De **LNP- en BioEcoSIM<sup>6</sup>-techniek** worden niet weerhouden tijdens de projectduur om in de veldproeven te testen, anderzijds zijn de technieken niet commercieel beschikbaar. BioEcoSIM<sup>6</sup> is ondertussen wel gepatenteerd meer er is nog geen constructeur in Vlaanderen die deze techniek aanbiedt.

Voor de incubatieproeven is er telkens maar een beperkte hoeveelheid mest beschikbaar, waardoor het potentieel wel kan aangegeven worden wat de techniek kan betekenen in termen van het veranderen van de mesteigenschappen (potentieel voor mestbewerking).

Bij LNP zagen we een lagere P-werkingscoëfficiënt voor de dikke fractie dan voor de oorspronkelijke varkensdrijfmest en de dunne fractie. De dikke fractie varkensdrijfmest na LNP had een lagere N-mineralisatie dan de dunne fractie varkensdrijfmest na LNP.

Er is geen verschil voor de P-werkingscoëfficiënt voor de dikke fractie van varkensdrijfmest of de dikke fractie van digestaat door het toepassen van BioEcoSIM procédé<sup>6</sup>. Het toepassen van BioEcoSIM procédé<sup>6</sup> leidde tot een lagere N-mineralisatie voor de dikke fractie van varkensdrijfmest, maar niet voor de dikke fractie van digestaat. Er is voor beide mesttypes geen effect van het procédé op het gehalte effectieve organische C in het product.

Beide technieken moeten zeker verder onderzoek verdienen op basis van de beperkte testen die in het project uitgevoerd worden, maar niet verder geselecteerd worden in het project voor uitgebreide screening in het veld of modellering.

Een andere interessante mestsoort is de **mest uit gescheiden stalconstructies**. Door de specifieke stalconstructies komt de vaste mest niet in contact met de urine. Hierdoor is er geen vermenging van urease uit urine met de faeces, waardoor minder N-emissie optreedt. Door de nog zeer beperkte aantal stalconstructies, is deze mestsoort waardevol om uit te testen bij aanbod van aanzienlijke hoeveelheden.

De bemestingscombinaties met DUF VDM (en vooral dan met CRSM) zijn gevoelig aan het overschrijden van de **Cu en Zn** limieten. Ook bij RDM is er een mogelijkheid dat er teveel Cu worden toegediend. De berekeningen in dit onderzoek zijn echter gebaseerd op één analyse. Verder onderzoek moet uitwijzen in welke mate deze vaststellingen zich voordoen in de praktijk. Om de totaalbalans en mogelijke aanrijking met spoorelementen Cu en Zn te bepalen, zou het interessant zijn om in het volgende groeiseizoen of bij toekomstig onderzoek ook rekening te houden met plantopname van deze elementen.

Uit huidig onderzoek blijkt dat **homogeniteit** versus **variabiliteit**, zowel inzake product als veldwaarneming, de nodige aandacht vergen in toekomstig onderzoek. Dit vergt een uitgebreidere steekname campagne zowel

---

<sup>6</sup> Fraunhofer IGB instituut heeft de haalbaarheid van P-precipitatie uit Vlaamse varkensdrijfmest en digestaat nagegaan, dit via het zelf ontwikkeld procédé binnen het EU-project BioEcoSIM

voorafgaand aan als tijdens het onderzoek. **In line NIR analyse** kan mogelijkheden bieden om de exacte mestsamstelling on-the-moment te kennen.

Bij aanleg van veldproeven op praktijkpercelen, zijn de betrokken landbouwers niet bereid dat alle extra nutriënten op hun mestbalans komen. Bij toekomstig onderzoek dient vanuit **wetgeving** hiervoor ruimte voorzien te worden dat dit vlot buiten de mestbalans van de betrokken landbouwer kan gehouden worden.

In de macroscreening van dit project werd de techniek '**strippen**' opgenomen waarbij door pH-stijging de aanwezige ammoniak vrijgesteld wordt in de lucht. De ammoniak wordt gewassen met een zuur tot ammoniumsulfaat. De haalbaarheid op boerderijschaal werd toen beoordeeld als positief, afhankelijk van het succes van de pilootinstallatie bij een Vlaamse varkensboer (2015). Ondertussen is deze pilootinstallatie nog steeds operationeel, maar werden in Vlaanderen nog geen nieuwe installaties gebouwd. Echter bestaat er een steeds grotere interesse in deze techniek. De techniek zou economisch rendabel zijn indien het gevormde eindproduct (ammoniumsulfaat of ammoniumnitraat) als kunstmest toegepast kan worden. Op dit moment worden deze producten aan de industrie afgezet. Ook in Nederland bestaat sterke interesse in deze techniek, en worden verschillende pilootinstallaties getest.