

Mest Met Meerwaarde

Direct/indirect mestgebruik door de
glasglastuinbouw in Noord Nederland: een
technische en economische haalbaarheidsstudie

Door ACTgroep Wageningen-UR en
CropEye



Februari 2012

Samenvatting

De intensivering van de veeteelt (4 stuks vee per hectare) in Nederland heeft o.a. geleid tot een groeiend overschot aan mest met vaak onvoldoende mogelijkheden voor de individuele boer om deze mest af te zetten op eigen land. Het jaarlijks mestoverschot aan fosfaat en stikstof bedraagt respectievelijk 50 en 122 miljoen kilo. Het verwerken/opruimen van deze mest kost jaarlijks 300 M€.

Toch vormt dierlijke mest een goede bron van mineralen voor de groei van planten; het bevat stikstof, fosfaat, kalium en micronutriënten als koper en magnesium. Om mest toe te passen binnen de glasglastuinbouw dienen er nog wel een paar problemen opgelost te worden: wisselende mineralen-samenstelling, aanwezigheid van ziekteverwekkers en onkruidzaden, en de geur.

In deze studie is de haalbaarheid onderzocht om dierlijke mest als “voedingsbron” toe te passen in de glasglastuinbouw. Hierbij spelen de kwaliteit van de mest, de benodigde processing, technische problemen en economische haalbaarheid een rol. Al deze zaken zijn onderzocht en gewogen in deze studie. Naast literatuurstudie zijn er ook diverse gesprekken gevoerd met stakeholders, waaronder lokaal bedrijfsleven.

Gezien de kwaliteitseisen die de glasglastuinbouw stelt aan meststoffen zal een constante kwaliteit, of op zijn minst een voorspelbare kwaliteit nodig zijn. Dierlijke mest zal in de vorm van mineralen concentraten worden geleverd aan de glastuinbouw. Deze concentraten worden geproduceerd door “omgekeerde osmose”, een proces dat relatief weinig fosfaat uit selecteert. Fosfaat zal nader toegevoegd moeten worden om adequate voeding te maken. Dierlijke mest bevat vaak humane pathogenen als *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. en *Campylobacter jejuni*. Een kwalitatieve en kwantitatieve risicoanalyse dient vooraf plaats te vinden en te worden geborgd in een kwaliteitsprotocol.

De technische preparatie van mineralen concentraten voor de glasglastuinbouw bestaat uit een mix van technologieën, bv filtratie, anaerobe omzettingen en omgekeerde osmose. Technisch is de productiewijze een prima proces, echter het is kapitaalintensief. Daarnaast dient er opschaling plaats te vinden om de juiste hoeveelheden voeding te kunnen leveren; tevens dient de economische valorisatie van de eindproducten plaats te vinden. De afstand tussen de veehouders die de mest leveren en de verwerkingseenheid mag niet meer bedragen dan 9 kilometer anders gaan de logistieke kosten te zwaar rusten op de totale economische haalbaarheid.

Afnemers van de gemaakte meststoffen, de leveranciers van dierlijke mest en de processing unit en wellicht nog een paar andere partijen zijn zo afhankelijk van elkaar in deze mestkringloop dat de mestkringloop bij voorkeur als een coöperatie georganiseerd wordt. Zeker omdat de totale investeringen ca. 6 miljoen € bedragen.

Het is ook essentieel dat de tuinders in staat zijn hun verse producten die geproduceerd zijn m.b.v. deze mineralen concentraten als “added value” producten te verkopen; qua marketing en positionering dient er een eigen keten opgezet worden.

Probleem analyse

Aan de ene kant bestaat er een verstoord evenwicht tussen mestproductie en mestgebruik waardoor er overschotten ontstaan waarin grote hoeveelheden mineralen vastliggen. Dit is zowel economisch als ethisch een groeiend onacceptabel probleem. Daarnaast zijn er ook risico's voor het milieu als ammoniakemissie en nitraatophoping in grond- en oppervlaktewater. Aan de andere kant is er een groeiend deel van de gewasproductie meer en meer losgekoppeld van de dierlijke productie waardoor het gebruik van dierlijke mest geheel is verdwenen. Dit is vooral duidelijk in de glastuinbouw waar de meerderheid van de gewassen wordt geteeld op kunstmatige bodems/substraten en met behulp van een irrigatiesysteem mineralen en water krijgt. De ontwikkeling van een hightechglastuinbouw heeft het gebruik van dierlijke mest "ergens" losgelaten. Om die reden zitten we nu met een "innovatie-gat" hoe dit weer bij elkaar te brengen.

Mismatch-1

De kosten die een tuinder nu maakt voor de aanschaf en toediening van mineralen meststoffen zijn een fractie van zijn totale productiekosten; kunstmestpreparaten zijn "goedkoop". Aan de andere kant is het gebruik van kunstmest aan kritiek onderhevig en bovendien zijn de benodigde grondstoffen eindig. Het nu overschakelen naar mineralen concentraten zou de kosten voor de tuinder verdubbelen tot verdrievoudigen. De uitdaging is om deze hogere kosten te compenseren. Hier zijn twee mogelijkheden voor:

1. Verse producten geproduceerd m.b.v. dierlijke mestmineralen leidt tot onderscheidend vermogen in de markt
2. De tuinder fungeert binnen een mineralenkringloop waarin leveranciers en afnemers elkaar vinden en elkaars huidige problemen oplossen, hetgeen ook leidt tot besparingen. Kortom de kosten voor de tuinder dienen ondergebracht te worden in een totaal kringloopplaatje

Mismatch-2

De gemiddelde mestconcentraten hebben de volgende macromineralen samenstelling: 11N, 1,4P en 13,6K kg per ton mest, terwijl de jaarlijks behoefte van een tomatengewas 1442N, 448P en 2648K kg per hectare bedraagt. Hieruit blijkt dat er relatief te weinig P in de mest zit. De oplossingen liggen voor de hand:

1. De mineralenconcentraten worden aangevuld met mineralen meststoffen
2. De dierlijke mest wordt geprocesst tot op eenvoudige mineralen meststoffen en vervolgens weer gemixed tot een gewaspassende samenstelling

Mismatch-3

De dierlijke meststoffen variëren in mineralensamenstelling, terwijl de kunstmestsamenstelling constant geleverd wordt of geregeld kan worden in de tuin. De oplossingen zijn deels die van mismatch-2, maar ook is het aan de glastuinbouw om eens kritisch te bezien of die hoge mate van constantie in de mineralensamenstelling wel echt nodig is.

Probleem-1

De recente uitbraak besmetting met E.coli in Duitsland in combinatie met versproducten was economisch een ramp, en geeft aan dat men niet meer in control is over de productperceptie door

consumenten. In onze studie beogen we dierlijke mest te gaan toepassen bij voedselproductie. Dit stelt hele hoge kwaliteitseisen aan de hele mestkringloop

Probleem-2

Een gesloten mineralenkringloop vraagt uiteindelijk om het terugbrengen van de “gebruikte mestrestanten” naar de bodem. Hier zit de wetgeving ons nog dwars, deze beschouwt deze restanten als dierlijke mest, terwijl kijkend naar samenstelling er meer sprake is van een bodemverbeteraar.

Dit rapport focust op de mogelijkheden om het gat tussen kwaliteit van de geproduceerde mest en die van de meststoffen waarom de glastuinbouw vraagt te dichten:

1. Identificering van mestprocessing strategieën die garanderen:
 - a. Gebruikersvriendelijke toepassingen in de glastuinbouw
 - b. Afwezigheid van ziekteverwekkers en zaden, en
 - c. Stabiliteit in mineralensamenstelling

Kwaliteitsparameters van mest

Voedingswaarde voor planten

Dierlijke mest is rijk aan stikstof en wel in twee vormen, organisch en anorganisch (ammonia NH_3 , ammonium NH_4^+ en nitraat NO_3^-). De anorganisch stikstof kan direct worden opgenomen door de plant of worden geëmitteerd naar de omgeving. Het organische stikstof zit ingebouwd in grote moleculen die samen de zgnd “organische stof” vormen, de ruggengraad van een goede bodem. Dit organische stikstof is niet zonder een bacteriële omzetting naar NH_4^+ beschikbaar voor de plant, terwijl een volgende bacteriële stap hier weer nitraat van maakt, dat uiteindelijk door de plant geprefereerd wordt. De huidige glastuinbouw kan niets met organische stikstof.

Fosfaat in dierlijke mest komt ook in twee vormen voor, nl organisch en anorganisch, doorgaans is de anorganische vorm overheersend. Het grootste deel bestaat uit organisch fosfaat dat gebonden zit in de organisch stof, maar kan vrij gemakkelijk bacterieel worden omgezet in anorganisch fosfaat (orthofosfaat PO_4^{3-}) dat opneembaar is door de plant. Over het algemeen bevat dierlijke mest teveel fosfaat voor gewasgroei; men gaat meestal uit van een ratio 8N:1P.

Kalium is in mest praktisch uitsluitend aanwezig in de anorganische vorm, gemakkelijk opneembaar door de plant. Kalium zit dan ook haast volledig de dunne/vloeibare fractie van de mest; deze fractie goed bewaren om later bij te mengen.

Micronutriënten, behalve borium en zink, zitten voldoende in mest om te voldoen aan de plant vereisten.

Variaties in de mest

De samenstelling in de mest hangt af van het type dier, de sexe en leeftijd van het dier maar ook van het voer wat het dier krijgt. Dit laatste betekent dat mestsamenstelling via het dieet van het dier te beïnvloeden is. Hieronder volgt een tabel teneinde een idee te geven van de variatie.

Tabel-1. Gemiddelde samenstelling van mest in kg/ton

Mesttype	Diertype	drogestof	Organische stof	stikstof	fosfaat	kalium
Verse mest	rund	25	10	4,0	0,2	8,0
	varken	20	5	6,5	0,9	4,5
	zeug	10	10	2,0	0,9	2,5
Dunne fractie	rund	86	64	4,4	1,6	6,2
	varken	90	60	7,2	4,2	7,2
	zeug	50	35	4,2	3,0	4,3
	vleeskoe	20	15	3,0	1,5	2,4

Verse mest heeft sowieso een hoger stikstofgehalte dan “oude” mest en ook een grotere concentratie aan voor de plant direct opneembare mineralen. Methodieken om mest te bewaren, te

bemonsteren en te analyseren op samenstelling zijn adequaat om in te zetten bij de beoogde mestkringloop.

Microbiële kwaliteit van mest

Dierlijke mest bevat humane pathogenen die een risico zijn voor de voedsel veiligheid. De kritieke punten zijn: overdracht van pathogenen op de versproducten, besmetting van medewerkers en contaminatie van grond- en of oppervlaktewater. Een grote groep pathogenen is aangetroffen in dierlijke mest waaronder protozoa, bacteriën, virussen en nematoden, bv Escheria coli O157:7, Yersinia enterocolitica, Salmonella enterica spec., Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens, Crytosporidium parvum en Hepatitis virus E.

De besmettingskans is het grootst bij de bron van de mestproductie, i.e. veehouderij. In het geval van mestprocessing waarbij snel de typische mestcondities verdwijnen reduceert de het risico snel, echter uitsluitbaar is niet. Dit gegeven plus de constatering dat diverse humane pathogenen via het wortelstelsel de eetbare delen van de plant kunnen bereiken pleiten voor een strikte scheiding in locatie tussen mestproductie en –verwerking enerzijds en applicatie in de glastuinbouw anderzijds.

Controle aanwezigheid humane pathogenen in mest

Er zijn diverse meetmethodes die of direct of indirect via indicatorsoorten de aanwezigheid van humane pathogenen bepalen. De beste methode is feitelijk een DNA bepaling, echter die is niet altijd gevoelig genoeg in bodemachtige omgevingen daarnaast zijn de methodes goed die door middel van activiteitsmetingen de basis vormen van een kwantitatieve microbiële risk assesment.

Stappen die overwogen kunnen worden om mest te processen richting glastuinbouw compatible producten zoals composteren en vergisten zijn beide prima geschikt om eventuele humane pathogenen te inactiveren.

Mest: processing, opslag en transport

Duurzaam mestmanagement vereist een effectief gebruik van mest als een alternatieve bron voor kunstmest en tegelijkertijd een minimalisering van het negatieve milieueffect verbonden met mestgift. Mestprocessing wordt ingezet om zeker te stellen dat het mestproduct gemakkelijk te hanteren is, vrij van geur is, water- en luchtvervuiling voorkomt en vrijwaart van pathogenen voor plant, dier en mens. De optie mestaanwending voor de glastuinbouw heeft een extra impuls gegeven aan de relevante technieken. Deze technieken inzetten in een totale mestprocessing leidend tot dat gewenst high value product voor de tuinbouw is een flinke financiële en economische uitdaging.

Mest processing technieken

Scheiding vast-vloeibaar

Dit betekent dat er een dunne fractie overblijft die of direct inzetbaar is of een verdere processingstap nodig heeft. De dikke fractie kan verder geprocesseerd worden m.b.v. composteren en vergisten.

Scheiding door sedimentatie

In dit geval is de zwaartekracht de drijvende kracht waarbij zwaardere deeltjes vanzelf naar beneden zakken. Het is een goedkope methode, echter de geproduceerde dikke fractie is wel vochtiger dan bij mechanische scheiding

Mechanische scheiding

Hier wordt de mest geladen op een soort van zeef waarbij door schudden, trillen of ronddraaien de dikke fractie achterblijft op de band. Er bestaat een grote diversiteit aan soorten en maatvoering van zeefgrootte. De scheidingsefficiëntie is afhankelijk van de zeefporiegrootte; een grootte van 1 mm brengt 3-6% stikstof, 0-32% COD en 2-12% fosfaat in de dikke fractie; poriegrootte van 0,1 mm resulteert in een recovery van 33-51% stikstof, 48-59% COD en 39-49% fosfaat. Bij druk-scheiding maken we onderscheid naar de methode van drukrealisatie, tw. Rollers, banden en schroefdruk. Daarnaast hebben we nog de centrifugale of decanteerscheiding. Alle scheidingstechnieken worden effectiever wanneer uitvloeking wordt toegepast

Drogen en granuleren

Verschillende droogtechnieken maken de mest geschikt om te granuleren. Granulaat laat zich gemakkelijk uitrijden/uitstrooien en bijmengen met nutriënten om de juiste samenstelling te krijgen gemakkelijk toe.

Composteren

Een natuurlijke proces welk een temperatuur op- en afbouw doorloopt zet de mest om in stabielere vormen waardoor opslag gemakkelijker is, minder kans op uitloging naar grondwater optreedt, bevat minder water en heeft een meer gereduceerd volume.

Aerobe omzetting

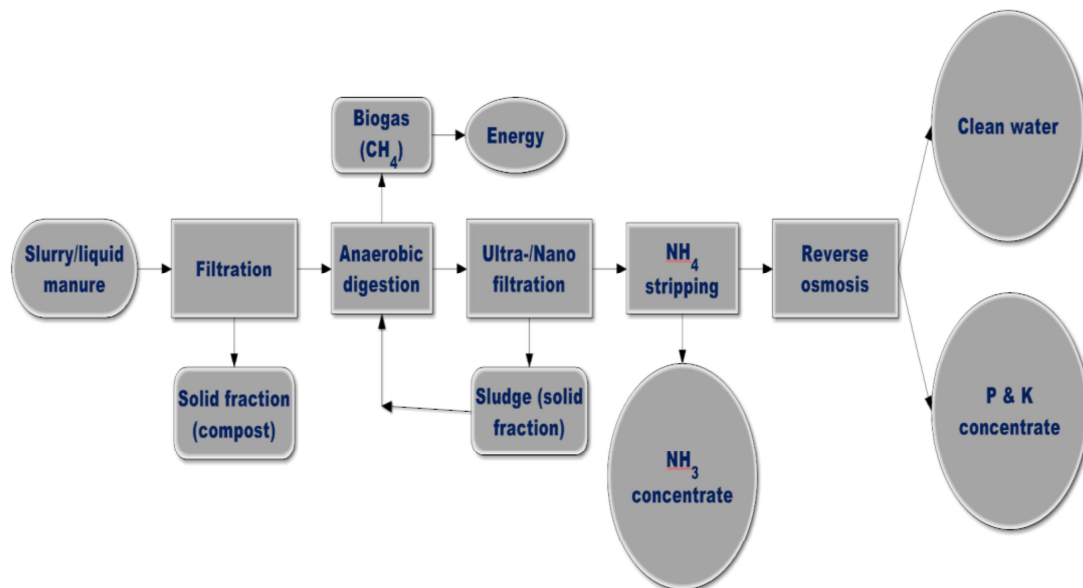
Speciale zuurstofbehoefte bacteriën zetten deel organische stof om water, kooldioxide etc. Het proces is reukloos en door de hoogte van de temperatuur van het proces worden pathogenen geïnactiveerd. De methode is niet goedkoop en vraagt nog om oplossing voor de schuimvorming die optreedt.

Raffinage en precipitatie

Vier compacte reactoren in serie scheiden de volgende producten: biogas, kooldioxide, vloeibaar fosfaat+zwavel+stikstof meststof, vloeibare stikstof+kalium meststof, zand en compost

Omgekeerde osmose

Dit is een membraan-filtratieproces waar diverse synthetische barrières aanwezig zijn die stoffen die verschillen in grootte en ladingen tegen te houden. Druk wordt aangelegd om het water tegen het osmotisch gradiënt te verplaatsen. Vooraf gaande aan omgekeerde osmose is het verstandig zoveel mogelijk deeltjes eruit te halen; dus scheiding, filtratie en centrifugeren zijn logische voorbehandelingen. Het eindproduct van omgekeerde osmose zijn mineralen concentraten en zuiver water. Het geheel is vrij van reuk en vrij van zaden en pathogenen.



Mest processing voor de glastuinbouw

In de meeste kassen wordt druppelirrigatie toegepast om de planten te voorzien van water en voeding. Als we overschakelen van mineralen meststoffen naar mineralen concentraten van mest dan hebben we een aantal zaken te regelen/op te lossen:

1. Het geheel moet geurvrij zijn
2. Het geheel moet vrij zijn van pathogenen en zaden
3. De concentraten moeten niet leiden tot verstoppingen in het irrigatiesysteem vanwege bacteriële plugging, en
4. De samenstelling van de concentraten moet passen bij een optimale gewasgroei

Dit betekent dat veel technieken, eerder genoemd bij mest processing, niet of onvoldoende geschikt zijn in geval van glastuinbouwapplicatie. Feitelijk is het eindproduct van omgekeerde osmose het enige dat voldoet aan het hoge risicoprofiel. Uiteraard kan vooraf omgekeerde osmose het één en ander plaats vinden aan voorbereiding d.m.v. scheiding, filtratie en centrifugeren.

De samenstelling van het mineralen concentraat is OK op de concentratie fosfaat na; deze is te laag. Dus extra fosfaat geven uit de dikke fractie d.m.v. precipitatie zou een optie zijn.

Opslag van mest

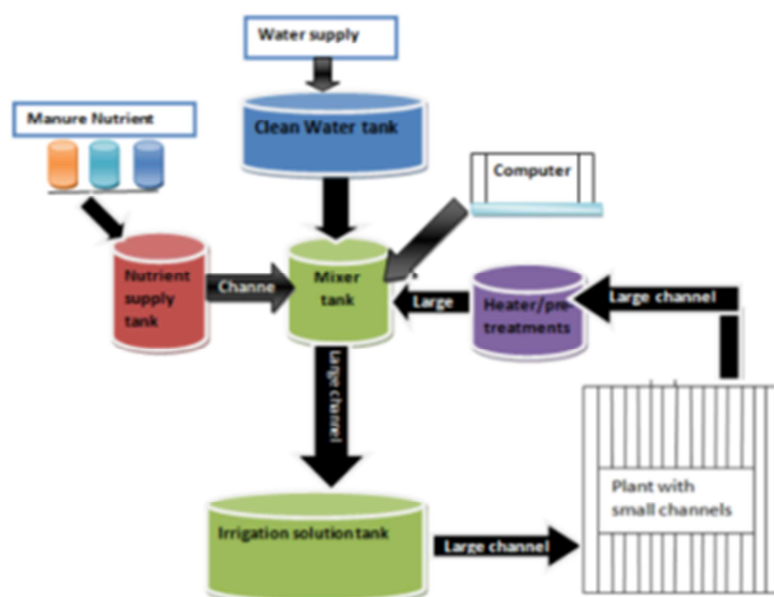
De aanpak hiervan wordt benaderd vanuit drie invalshoeken:

1. Financieel-economisch
2. Wetgeving
3. Mestkwaliteit

Zoals eerder gememoreerd moet de afstand tussen de opslag, en wij voegen hieraan toe verwerking/processing, en enerzijds de mestproductie en anderzijds de mestapplicatie niet meer zijn dan 7 km. Het transporteren van bulkmest, veel water etc. is duur. Indien de scheiding in dun en dik op het productiebedrijf plaats vindt dan kan de afstand wat groter zijn. Echter verdere opwerking van de mest op het productiebedrijf is ongewenst i.v.m. pathogeendruk. Daar waar de mestproducent zijn mest samen met andere opslaat teneinde de glastuinbouw te belevaren, daar is niet alleen opslag maar ook de processing. Opslag van mest zonder die ruimte en tijd te benutten voor bv. bacteriële inwerking is commercieel onverstandig. Wetgeving en de techniek van processing bepaalt het soort en type “opslagvat”.

Mestapplicatie in de kas

We hebben eerder al de stringente randvoorwaarden genoemd waaraan voldaan moet zijn bij entry control. We gaan er hier even vanuit dat dat akkoord is. De samenstelling zal moeten beantwoorden aan de basic oplossing die de tuinder gebruikt. Bijmengen met specifieke mineralen en of concentreren of verdunnen van de hele oplossing is nu al mogelijk in de bedrijven. In geval van certificering met het oog op marktonderscheid zal het specifiek aanvullen van het mineralenconcentraat verlangen dat de “aanvulstoffen” ook uit de mest komen. Dit aanvullen komt in de huidige glastuinbouw nog weinig voor, maar is wel één van de te verwachten ontwikkelingen. Dus er is markt voor “mineralen meststoffen” gewonnen uit mest. Mineralen concentraat gaat verdund het irrigatiesysteem is. Het kan nodig zijn de druk in het systeem te verhogen om de irrigatie voorspoedig te laten verlopen. Het naspoelen van de leidingen zal ook nodig zijn om bacteriële plugging te voorkomen. Het is wel sterk de vraag of druppelaars in dit systeem wel zo handig zijn. Wellicht is een eb- en vloed systeem (al gangbaar in potplantenteelt en opkweek) een systeemoplossing.



Deze oplossing vraagt wel om substraten die het “watergeven van onderop” aankunnen zonder dat we de substraten haast gaan dompelen. Dat laatste is wel indicatief voor een probleem van eb- en vloed watergeven, nl. het benodigde volume aan water+voeding en dus de opslagcapaciteit. Alle moderne glastuinbouwbedrijven maken gebruik van recirculatie. De gemakken en ongemakken daarvan zijn bij het gebruik van mestproducten niet anders dan in de huidige bedrijfsvoering: ophoping van ongewenste mineralen en organische componenten, ontstaan van pathogenen bronnen, afwijkingen in samenstelling. Desinfectie zoals nu al gebeurt is een goede oplossing wellicht dat een extra biofilter toegevoegde waarde heeft. Verder zijn de oplossingen en uitdagingen identiek aan de huidige bedrijfsvoering.

Economische haalbaarheid: de analyse

Table 5.1. Expected costs

Item Description	Cost (Euros)
Plant capacity 120 tons/day (40 manure+80digestate)	
Initial capital investment(pretreatment facility, storage facility, RO, installations, buildings initial working capital etc)	2,300,000.00
Anaerobic Digester	3,500,000.00
Total Fixed Cost (TFC)	5,800,000.00
Operating Cost (OC) = 4.5% of TFC	261,000.00

Table 5.2. Expected Revenue

Item Description	Quantity per day (tons / m3)	Unit price (Euros)	Total Revenue / day(Euros)
Mineral concentrate (tons)	40.00	5.00	200.00
Solid fraction for compost (tons)	25.00	1.25	31.25
Biogas (m3)	38,640.00	0.37	14,296.80
Total		14,528.05	
Revenue per month		435,841.50	
Annual revenue		3,922,573.50	

We gaan hier uit van het volgende systeem van mestprocessing:

Scheiding in dunne en dikke fractie, anaerobe vergisting, ultra-filtratie en omgekeerde osmose. Bij de berekeningen zijn de volgende aannames gemaakt of uitgangspunten ingevuld:

1. Mestopslag en –bewerking vindt plaats in een mestoverschotregio
2. Mogelijk subsidies of fiscale tegemoetkomingen zijn niet meegenomen

3. Een jaarrond beschikbaarheid van mest waarbij er 9 maanden “verwerkt” wordt en 3 maanden gereserveerd zijn voor onderhoud
4. Levensduur van 10 jaar; dus afschrijvingsperiode
5. Nederlandse wetgeving maakt (nog) geen onderscheid tussen mest en mineralen concentraat; daarom een lage verkoopprijs voor de concentraten

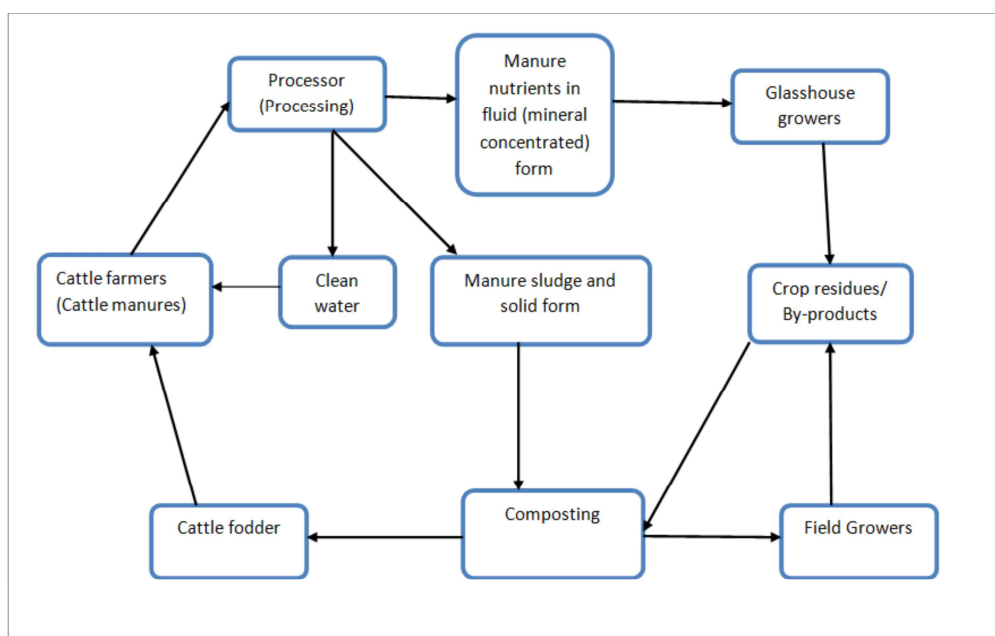
De analyse laat zien dat er een forse investering nodig is. Om die reden is een coöperatieve aanpak van mestverwerking sterk te verkiezen boven on-farm verwerking. Het is duidelijk dat de mineralen concentraten die nodig zijn voor de glastuinbouw niet de kurk zijn waarop de business drijft. De economische factor is de biogasopbrengst. Wetende dat betekent dat co-vergisting, waardoor de productie van biogas per eenheid mest hoger wordt, dient te worden opgenomen in de procesflow. Daarnaast hebben we geen rekening gehouden met voordelen voor de glastuinbouwer richting marktonderscheid, dus hogere opbrengst voor zijn producten, m.a.w. de economische driver gehanteerd hier is cost driven. De aanschafkosten voor mineralen concentraten zouden lager moeten liggen dan die van de huidige mineralen meststoffen. Tuinder geven nu 1.40-2.50 € per m² per jaar uit aan die meststoffen. Dus de mineralen concentraten moeten lager en ook dient er nog rekening meegehouden te worden dat er aanvullende meststoffen nodig zijn om aan een optimale gewasgroei tegemoet te komen

Risicoanalyse

risico	Aanbevelingen
Veehouderij	
Aanwezigheid van humane pathogenen	• Temperatuur op 70 graden houden in de vergisting gedurende thermofiele stadium • Homogene temperatuur in reactors • Opslag mest in gescheiden batches • Gebruik kwantitatief risk assesment
Variatie in mineralen samenstelling door mestbron, handling, opslag en voeding	• Regelmatig samenstelling controleren, ook tijdens processing • Uitvlokmiddelen toepassen voor een goede fosfaatterugwinning • Regelmatig homogeniseren gedurende gehele traject • Gebruik opslagruimtes met staal coating of beton
mestopslag voor en na processing	
Verlies van mineralen door emissie van ammoniak en broeikasgassen	• Opslag tanks met luchtdichte seals en staal coating • Toepassen van ventilatoren met biofilters om lachgas en methaan te vangen • Voldoende roering om te voorkomen dat fosfaat zich bindt aan organische stof • Juiste hoeveelheid ruwvoer/prik voor vee • Voorkom anaerobie in de opslag • Aanzuren van mest om ammoniakvorming tegen te gaan

	• Gebruik van urease remmers • Toepassen van biofilters
Verontreiniging van grondwater door mestopslag	• Gebruik opslagruimtes met staal coating of beton • Regelmatige inspectie opslagruimtes op lekkages/breuken • Metingen kwaliteit grondwater; ook voor humane pathogenen
Geur	• Verminder zoninstraling met oog op verdamping • Voorkom invloed van windsnelheid • Onmiddellijk altijd mest afdekken
Transport	
Infectie met en verspreiding van pathogenen	• Transportmiddel bij dikke fractie geheel afgedekt • Transportmiddel bij dunne fractie voorzien van tanks met verzegelde kleppen • Regelmatige controle/keuring van kleppen, pijpleidingen • Gemorste mest neutraliseren/verwijderen met sterk desinfecterend middel
	• Gebruik dedicated pijpen • Pijpen gemonteerd met connectoren die tegen de druk kunnen, en resistent tegen corrosie en verstopping • Regelmatige inspecties
Mestprocessing voor gebruik in glastuinbouw	
Robuuste kwaliteitsmetingen op mineralen niet beschikbaar	• Voer kwaliteitscontrole voor mineralen in, zowel macro- als micronutriënten • Gebruik bestaande tabellen voor schattingen
Verlies aan effectief fosfaat in dikke fractie	• Gebruik precipitatietechnieken (bv $MgCl_2$) om fosfaat terug te winnen
Composteren van mest	
Stankoverlast	• Gebruik gerijpte en donkerkleurige mest • Als er veel schimmeldraden zijn dat is het composteerproces niet goed
Mesttoepassing in de glastuinbouw	
Verstoppen van leidingen	• Gebruik anti-verstop middelen zoals polyfosfaten, waterstofperoxide en zoutzuur
Verspreiding van plantziektes	• Verhitting (95°C) en UV straling (200-400 nm) van recirculerend water • Membraan filtratie en ozonbehandeling
Humaan welzijn	
Contaminatie gedurende totale mestproces	• Gebruik passend beschermende kleding • Vermijd eten tijdens werk • Kwaliteit/meetprotocol
Economie van mestverwerking	
Wil de veehouder “handelen” in mest	• Creëer samenwerkingsverband met meerdere veehouders • En een degelijke organisatie om de

	mesthandel te faciliteren
Kosten van mesttransport	• Maak een mestverwerkingseenheid in zuid of oost Nederland waar de dichtheid van veehouders groot is • Distributie van geconcentreerde mestproduct binnen straal van 25 km houden
Locatie en karakteristieken van opslag- en processing unit	• Processing van mest dichtbij de bron houden • Proces moet energie-efficiënt zijn en vrij van broeikasgasemissie
Variatie in aanvoer van de basismest	• Organisatie moet toevoer garanderen als een onderdeel van samenwerking veehouders
Milieu-wetgeving	• Sla acht op Nederlandse en EU normen
Energiebelasting vergisting en omgekeerde osmose	• Gebruik zoveel mogelijk zelf geproduceerde methaan
	• Maximaal inzet van energiebesparende maatregelen
Prijs van mineralen meststof t.o.v. mest	• Mineralen concentraat moet goedkoper zijn
Marktrisico	• Branding: schoon en gezond



Conclusies

1. Omgekeerde osmose is beste proces met als output mineralen concentraten en biogas. Fosfaat blijft in de dikke fractie; dat vereist een extra terugwinning
2. Hoogwaardig kwaliteitsmanagement is nodig: zowel preventief om mestpartijen gescheiden te houden als uit- en ingangscntrole van het mestproduct bij de processing en bij de glastuinbouwer
3. Afwezigheid van actieve zaden wordt gegarandeerd door vergistingsstap
4. Totale investeringen zijn fors en kunnen nu niet alleen gedragen worden door de productie van mineralen concentraten; de biogasproductie is zeker zo belangrijk

5. Daarnaast dient er kritisch gekeken te worden naar de dichtheid van voeren ter plekke en de transportradius
6. Er is een deugdelijke organisatie nodig om het totale proces als keten te borgen en de lusten en lasten gelijkelijk te verdelen

Aanbevelingen

1. Co-vergisting moet een essentieel deel zijn van de hele mestketen
2. Wijziging Nederlandse wetgeving is nodig om het eindproduct van de mestverwerking te mogen beschouwen als een mestproduct op zich
3. Gezien investeringsniveau en belang van publieke zaak is actieve impulsondersteuning van de staat gewenst
4. Processing unit dient gevestigd te worden in regio's met hoge veedichtheid zodat weinig transport veel mest oplevert en wellicht transport door pijpleidingen rendabel is
5. Transporteur, mestproducenten en glastuinbouwers dienen samen een nieuw bedrijf te maken (coöperatie)
6. Een sterke branding is nodig
7. Kwaliteitsmanagement moet top zijn
8. Huidige glastuinbouwinfrastructuur is geschikt voor de applicatie van mestconcentraten