

Deskstudie “Mestverwerkingstechnieken”

Auteur: Drs. Noen Lambers-Jukema, Projecten LTO Noord
Datum: Oktober 2013
Uitgebracht aan: Platform “Goed boeren in kleinschalig landschap”
Indiener praktijkvraag: LTO Noord-afdeling Tubbergen

© 2013 Zwolle, Projecten LTO Noord. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Projecten LTO Noord.

Projecten LTO Noord is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze deskstudie.

Deskstudie “Mestverwerkingstechnieken”

Datum:	Oktober 2013
Kenmerk:	NL/LA/208197/13.2209
Opgesteld door:	Projecten LTO Noord in opdracht van LTO Noord Postbus 240 8000 AE ZWOLLE
Contactpersoon:	Noen Lambers E nlambers@projectenltonoord.nl T 088 888 66 77

Inhoudsopgave

1. AANLEIDING	4
2. ONDERSCHIED IN MESTBEWERKING EN MESTVERWERKING	4
3. OVERZICHT MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN	5
4. INITIATIEVEN MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN IN NOORDOOST-TWENTE EN OMGEVING	11
EINDNOTEN/BRONVERWIJZING	11
BIJLAGE 1. GRONDSTOFFEN DIE UIT MEST TE WINNEN ZIJN	12

1. AANLEIDING

In Noordoost-Twente en dan vooral in de gemeenten Tubbergen en Dinkelland is sprake van een mestoverschot. Het nieuwe mestbeleid, dat in januari 2014 in werking zal treden, is erop gericht om het huidige mestoverschot langs drie sporen terug te dringen. Elke veehouder die meer mest produceert dan hij op eigen grond kwijt kan (en dus een overschot heeft), wordt verplicht een deel van de overschotmest te laten verwerken tot een product dat geen dierlijke mest meer is (bijvoorbeeld kunstmestvervangers) of te exporteren (al dan niet na bewerking)¹. In deze deskstudie staan de beschikbare mestverwerkingsvormen beschreven. Aan ondernemers de keuze, al dan niet begeleid, welke vorm te kiezen. Dit kan individueel, in samenwerkingsverband of uitgevoerd door derden. De beschikbare verwerkingsvormen zijn op basis van een korte beschrijving, capaciteit, benodigde investeringen en type eindproduct benoemd.

2. ONDERSCHIED IN MESTBEWERKING EN MESTVERWERKING

Mestbewerking

Onder mestbewerking worden technische handelingen met mest verstaan, waaruit mestproducten voortkomen die in de Nederlandse landbouw worden afgezet met een hogere acceptatiegraad dan normale drijfmest. Mestbewerking is een veel minder vergaand systeem.² Het bewerken van mest is ongedaan te maken. Mestbewerking biedt hiervoor mogelijkheden door bijvoorbeeld de werkingscoëfficiënt van stikstof te verhogen en een gegarandeerde samenstelling te leveren. Mestbewerking vindt merendeels op het individuele bedrijf plaats om de verwerkingskosten te reduceren. In onderstaand overzicht vindt u mestbewerkingstechnieken:

- Bezinken
- Mestscheiding
- Mengen van mest
- Roeren van mest
- Homogeniseren van mest

Mestverwerking

Onder mestverwerking wordt verstaan: technische handelingen met mest, waaruit producten voortkomen die buiten de Nederlandse landbouw worden afgezet (ten behoeve van export of afzet via bijvoorbeeld tuincentra).³ Bij mestverwerking is vaak sprake van een vergaand scheidingsproces waarbij schoon water en diverse mineraalrijke producten (mineraalconcentraten) ontstaan. Met mestverwerking kunnen mineralen geëxporteerd worden in de vorm van gehygiëniseerde mestproducten. Ook kunnen kunstmestvervangers worden geproduceerd.⁴ Bij mestverwerking is er sprake van een onomkeerbaar proces, waarbij veelal hoogwaardige technieken worden ingezet.

In onderstaand overzicht vindt u mestverwerkingstechnieken:

- Drogen en korrelen
- (Co)-vergisting
- Composteren van mest
- Dunne fractie indampen
- Hygiëniseren van mest
- Mest verbranden
- Beluchten van mest
- Strippen van drijfmest

In dit overzicht zijn een aantal technieken gecategoriseerd tot mestverwerkingstechniek. In principe zijn dit mestbewerkingstechnieken, maar omdat er sprake kan zijn van afzet van de mestproducten buiten de Nederlandse landbouw (via export of via tuincentra) is dit mestverwerking. Hygiëniseren van mest is een stap die voor mestverwerking volgens de mestwet altijd nodig is als je wilt exporteren. Bij een aantal van de producten die door de hier genoemde technieken worden geproduceerd is nog een extra hygiëniseringsstap nodig. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van grondstoffen die uit mest te winnen zijn.

3. OVERZICHT MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN

Informatie van deze paragraaf is gebaseerd op een WUR-onderzoek uit 2004 ⁵. Deze is ook via www.mestverwerken.wur.nl beschikbaar gesteld. De kosten zijn sinds 2004 niet meer geactualiseerd. Onderstaand overzicht geeft daarmee dus alleen een indicatie.

De onderstaande mestverwerkingstechnieken kunnen zowel op individuele bedrijven worden toegepast als in een collectief/regionaal.

Mestverwerkings-techniek	1. Drogen en korrelen
Omschrijving	In droogtunnels of droogtrommels voorgedroogde mest kan tot korrels worden geperst en gehygiëniseerd. De techniek wordt voornamelijk gebruikt bij kippenmest maar is ook geschikt voor nagedroogde dikke fractie varkens- of rundveemest.
Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	Door het drogen met voorverwarmde stallucht beperkt men het energieverbruik. Desondanks vragen het verdampen van dergelijke grote hoeveelheden vocht, het mixen, de luchtwassing en het pelleteren energie. Het is niet duidelijk hoe hoog dit energieverbruik is en of de capaciteit van het droogsysteem voldoende is bij ongunstige klimatologische omstandigheden. Berekeningen tonen aan dat de drogingscapaciteit van de stallucht onvoldoende is om de mest het gehele jaar rond te drogen.
Investering	De extra investeringskosten voor nadroging van pluimveemest bedragen circa € 2,- - € 5,- per dierplaats. Roterende trommel: energieverbruik € 19/ton. Om de kosten te beperken kan het pelleteren en hygiëniseren het beste plaatsvinden in een centrale installatie.
Eindproduct	Circa 150.000 ton pluimveemest wordt jaarlijks gedroogd en gekorrelt. Zowel het minimale gehalte aan mineralen (N, P en K) als de afwezigheid van pathogenen worden met certificaten gewaarborgd. De organische korrels hebben een hoge bemestende waarde in een klein volume en zijn exportwaardig (voor pluimveemest geldt: ook naar Islamitische landen). Het droge stofgehalte is > 90%.

Mestverwerkings-techniek	2. Vergisting en co-vergisting
Omschrijving	Vergisting is een biologisch proces waarbij onder zuurstofloze omstandigheden organische stof wordt afgebroken tot biogas. Met het brandbare biogas kan energie worden opgewekt. De energieopbrengst kan aanmerkelijk worden verhoogd door energierijke organische stoffen (voer- en gewasresten of vetten) toe te voegen. Dit wordt co-vergisting genoemd.
Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	Voor een jaarlijkse mestproductie op bedrijfsniveau van 4.500 m ³ varkensdrijfmest is een mestsilo (vergister) van circa 600 m ³ nodig. Bij een gemiddelde verblijftijd van de mest in de vergister van 45 dagen bij een temperatuur van circa 35 °C (mesofiel) kan (afhankelijk van mestsoort en mestsamenstelling) 15 tot 40 m ³ biogas per kubieke meter mest worden geproduceerd met een methaangehalte van 50 tot 80%. In een warmte-krachtmotor kunnen met het methaan elektriciteit (rendement 35%) en warmte (rendement 55%) worden gemaakt. Een deel van de warmte wordt gebruikt om het proces op temperatuur te houden. Om een maximale biogasopbrengst te realiseren is het van belang dat men de in de stal geproduceerde mest zo vers mogelijk naar de vergister transporteert.
Investering	Investeringskosten: hoog.. De rentabiliteit van de installatie hangt sterk af van investeringssubsidies, de teruglever-vergoeding (incl. subsidie) voor de geproduceerde stroom aan het elektriciteitsnet of het geproduceerde gas en van de hoeveelheid organische materiaal die met de mest mee vergist. Bij co-vergisting neemt de gasopbrengst toe van 10 – 20 m ³ biogas per m ³ rundvee- en varkensmest tot ongeveer 35 m ³ biogas per m ³ wanneer men 20% substraat toevoegt (uiteraard afhankelijk van het cosubstraat).
Eindproduct	Er is sprake van een beperkte afbraak (20 – 25%) van de organische stof in de mest, waaruit biogas wordt gevormd. De hoeveelheden en totale mineralengehalten van de ingaande mest en van de uitgaande vergiste mest zijn gelijk. Wel heeft de vergiste mest een circa 15% hoger gehalte aan ammoniakale stikstof dan de ingaande mest, waardoor zowel de beschikbaarheid van stikstof voor een gewas als de mogelijke ammoniakemissie bij aanwending hoger kunnen zijn. Ook heeft vergiste mest minder geur dan verse mest.

Mestverwerkings-techniek	3. Composteren van mest
Omschrijving	Composteren is een biologisch proces waarbij veel warmte vrijkomt en waarbij organische stof wordt omgezet in stabiele humusachtige verbindingen. Door verdamping van water en het omzetten van organische stof neemt het droge stofgehalte toe en het volume af. Extensief composteren vindt meestal plaats in de buitenlucht en kan enkele maanden duren. Bij intensief composteren maakt men gebruik van grootschalige industriële installaties, die in de regel zijn uitgevoerd met chemische wassers om ammoniakemissie te voorkomen.

Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	Het proces leent zich in zijn meest eenvoudige vorm voor toepassing op zeer kleine schaal. Naar mate de wens tot procesbeheersing en emissiebeperking toeneemt, is de vereiste schaal groter. ⁶
Investering	Extensieve compostering kost circa € 6,- per ton ingaand materiaal en grootschalige intensieve compostering ongeveer € 35,- per ton ingaand materiaal. De kosten per ton geproduceerde compost zijn 1/3 hoger (uitgaande van een massareductie van 25% door compostering). Pelleteren en hygiëniseren kost circa € 25,- per ton compost.
Eindproduct	De samenstelling van het eindproduct (compost) hangt sterk af van de mestsoort, de voorbehandeling, eventuele toevoegingen en de wijze van composteren. Een gangbare definitie van compost is: "Een organische bodemverbeteraar die gestabiliseerd is tot een humusachtig product, vrij van ziektekiemen en plantenzaden, geen insecten en ongedierte aantrekt, geur vrij kan worden opgeslagen en plantengroei bevordert".

Mestverwerkings-techniek	4. Dunne fractie indampen
Omschrijving	De vleesvarkensdrijfmest wordt eerst gescheiden met behulp van een centrifuge. De dikke fractie wordt direct afgezet of verder behandeld (bijv. compostering of droging). De dunne fractie wordt ingedampt met behulp van mechanische damprecompressie. De ammoniak/waterdamp die ontstaat wordt gewassen met zwavelzuur en gecondenseerd. Op deze manier wordt uit de dunne fractie een N-concentraat, een hoeveelheid water (effluent) en een restfractie (hoog K gehalte) geproduceerd. De vrijkomende lucht wordt in een actief-koolfilter behandeld.
Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	De bedoeling is om door optimalisatie van het systeem de stikstofconcentratie in het water te verlagen tot onder 200 mg/l, zodat men deze fractie kan versproeien zonder emissiebeperkende maatregelen. Het proces vraagt veel energie, ongeveer 54 kWh/ton mest (7 kWh hiervan is voor de centrifuge).
Investering	De exploitatiekosten zijn circa € 17,- per ton mest, exclusief de afzet van de geproduceerde fracties.
Eindproduct	Door de productie van een grote hoeveelheid effluent, wordt de hoeveelheid mest sterk gereduceerd. Dit water kan men lozen of op het land aanwenden. Het stikstofconcentraat ($\pm$ 70% van de ingaande hoeveelheid stikstof in 2,7% van het volume) kan men zien als kunstmestvervanger. Door de sterke verhitting is dit concentraat eveneens exportwaardig. De K-rijke restfractie moet men waarschijnlijk op dezelfde manier als reguliere drijfmest afzetten (in het binnenland).

Mestverwerkings-techniek	5. Hygiëniseren van mest
Omschrijving	Met een speciale warmtebehandeling worden pathogene organismen in de mest geëlimineerd. Dit kan ondermeer gebeuren met een warmtevizel of met stoominjectie. Met het hygiëniseren wordt een aanzienlijke kiemreductie bereikt.

Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	De capaciteit van een warmtevizel bedraagt circa 500 kg mest/uur. Bij toepassing van stoominjectie (ook wel pasteurisatie genoemd) wordt stoom op meerdere plaatsen in bijvoorbeeld een mestvizel geblazen (capaciteit vizel: 5 m ³ mest/uur, 5 minuten doorlooptijd).
Investering	Warmtevizel: energieverbruik € 5,- - € 7,- /ton Stoominjectie: exploitatiekosten zijn € 10,- /m ³ zuiveringsslib (voor mest geen gegevens bekend).
Eindproduct	Het eindproduct van hygiënisatie mag geen ziekteverwekkende bacteriën bevatten en het aëroob kiemgetal dient minder dan 1000 KVE te bedragen. Zowel bij de warmtevizel als bij stoominjectie wordt een aanzienlijke kiemreductie bereikt, maar het gevaar van hergroei en/of herbesmetting met kiemen in de na-opslag bestaat, omdat het eindproduct nog (te) veel vocht bevat (droge stofgehalte van < 86%). Het proces dient gecertificeerd en gecontroleerd te worden om dit te voorkomen.

Mestverwerkings-techniek	6. Mest verbranden
Omschrijving	Mestsoorten met een droge stofgehalte vanaf 30% kunnen met gelijktijdige energierugwinning worden verbrand. Hierbij zijn van belang: de verbrandingswaarde van de droge stof (voor mest circa 17 MJ/kg droge stof) en het rendement van de energierugwinning uit de rookgassen. Hoe hoger het droge stofgehalte van de mest, hoe groter de mogelijkheden voor energierugwinning. Daarom zijn voor gedroogde mestsoorten en mest vermengd met toeslagmateriaal, zoals houtsnippers en stro, het meest interessant.
Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	Per ton mest met 30% droge stof werd circa 70 kg (7%) vliegask verkregen met ruim 21% P ₂ O ₅ , 3 % K ₂ O en 0,014% N (99,8% droge stof). Met een opbrengst aan elektrische energie van circa 500 kWh/ton pluimveemest met 60% droge stof is verbranding de meest rendabele techniek voor opwekking van energie uit mest. Ook door scheiding verkregen dikke fracties van varkens- en rundveemest kunnen worden (mee)verbrand, maar deze zijn door hun lagere droge stofgehalten economisch minder interessant. De as die na verbranding resteert, kan 20 – 25% fosfaat bevatten, die in vergelijking met de fosfaat in onbehandelde mest wat minder goed oplosbaar/opneembaar is. De stikstof wordt bij de verbranding omgezet in NO _x wat tijdens de rookgasreiniging (denox) in onschadelijk N ₂ wordt omgezet.

Investering	De kosten zijn sterk afhankelijk van de eisen aan de rookgaskwaliteit en de prijs voor geleverde "groene stroom". Door de strenge eisen aan rookgasreiniging en de hoge kosten van de daarvoor benodigde installaties zijn grootschalige installaties eerder rendabel en meer bedrijfszeker dan kleinschalige installaties. Droge mestsoorten en dikke fracties worden verwerkt tot een droog mineralenconcentraat (as) met een hoog fosfaatgehalte. Dit proces levert (groene) energie, maar de kosten van rookgasreiniging zijn van grote invloed op de rentabiliteit van het proces. Voor verbranding van voorgedroogde kippenmest (circa 60% DS) op tienjarig contract dient de ondernemer € 9,- per ton mest + transportkosten te betalen (DEP-Moerdijk, op basis van 300.000 ton/jaar). De maximale exploitatiekosten voor de verwerking van drijfmest bedragen ± € 210,- per ton droge stof of € 12,- per ton ruwe mest, exclusief transport- en scheidingskosten. Inclusief transport- en scheidingskosten komt de prijs voor de veehouder dan uit op ongeveer € 22,- per ton drijfmest. Bedenk dat de verwerkingsprijs per ton droge stof sterk afhangt van het uitgangsmateriaal (bijv. drijfmest of droge pluimveemest).
Eindproduct	Bij verbranding van droge pluimveemest of dikke mestfracties komt as vrij met daarin 20 – 25% calciumfosfaat. Deze fosfaat kan onder bepaalde voorwaarden worden hergebruikt door de kunstmestindustrie voor de productie van fosfaatkunstmest. Deze voorwaarden zijn: • Een hoog droge stofgehalte; • Het materiaal mag maximaal 5% koolstof bevatten, dus liefst alleen anorganisch fosfaat; • Het materiaal mag vrijwel geen stikstof bevatten om NO_x-emissies te voorkomen; dit beperkt de mogelijkheid van hergebruik van teruggewonnen struviet (magnesium-ammonium-fosfaat of MAP); • Een laag ijzergehalte; er mag in de voorgaande processtappen dus geen ijzer worden gebruikt voor bijvoorbeeld precipitatie, maar wel dienen alternatieven als aluminium of kalk. Bij toepassing van biologische methoden voor bezinking is er geen probleem met het te hoge ijzergehalte; • Lage concentratie zware metalen (koper en zink).

Mestverwerkings-techniek	7. Beluchten van mest
Omschrijving	Beluchtinstallaties verwerken o.a. kalvergier en dunne fracties van varkens- of rundveedrijfmest. Ammoniumstikstof wordt met lucht omgezet in nitraat (nitrificatie). In een (niet-beluchte) denitrificatieruimte wordt het gevormde nitraat voor het grootste deel omgezet in stikstofgas wat de lucht in gaat (N ₂). Voor denitrificatie is een organische koolstofbron nodig.
Stand van zaken techniek	Bewezen.

Capaciteit	De capaciteit van een warmtevijsel bedraagt circa 500 kg mest/uur. Bij toepassing van stoominject. Een installatie met een capaciteit van 25.000 m ³ /jaar bestaat bijvoorbeeld uit drie opslagtanks voor de aangevoerde varkensdrijfmest, drie opslagtanks voor de toeslagstoffen en een mengtank voor de bereiding van het eindproduct. Alle tanks zijn voorzien van roermechanismen om de productstromen zo homogeen mogelijk te maken. Uit de zes opslagtanks wordt een monster genomen en geanalyseerd op stikstof, fosfaat en kali. Een computerprogramma berekent de ideale mix van de beschikbare mest- en toeslagstoffen, aan de hand van de analyseresultaten en de gewenste samenstelling van het eindproduct. Na menging gaat het eindproduct naar de afnemer (ook wel pasteurisatie genoemd). Er wordt stoom op meerdere plaatsen in bijvoorbeeld een mestvijsel geblazen (capaciteit vijsel: 5 m ³ mest/uur, 5 minuten doorlooptijd).
Investering	Kostenindicatie per m ³ te verwerken mest: € 11,- (sterk afhankelijk van schaalgrootte en toevoegmiddelen). Afzetkosten effluent: € 0,50 – € 4,- / m ³ .
Eindproduct	De fosfaatrijke dikke fractie kan worden gedroogd, verbrand of aangewend, maar is minder geschikt voor compostering. De afzet van het effluent is goedkoper naarmate het stikstofgehalte lager is. In geval van lozing op het riool worden de lozingskosten mede bepaald door het organische stofgehalte (BZV).

Mestverwerkings-techniek	8. Strippen van drijfmest
Omschrijving	Met strippen wordt een vluchtige component in een vloeistof (hier ammoniak) door een behandeling overgebracht naar een gasfase (hier lucht). De drijfmest wordt behandeld in een mobiel systeem, bestaande uit een stripper, een scrubber en een scheider. Door het toevoegen van natronloog aan de drijfmest wordt de ammoniak vrijgemaakt en gestript met lucht. Deze lucht wordt vervolgens gewassen met zwavelzuur. Daarna wordt de drijfmest gescheiden. De verkregen dikke fractie kan men eventueel composteren.
Stand van zaken techniek	Bewezen.
Capaciteit	De productie van een N-concentraat (circa 65% van de ingaande hoeveelheid stikstof in 4% van het volume) creëert ruimte voor extra afzet van mineralen uit mest binnen de landbouw, aangezien het product is aan te merken als kunstmestvervanger. Het energieverbruik is ongeveer 20 kWh/ton mest.
Investering	De kosten van het systeem, excl. afzetkosten of opbrengsten van de producten, bedragen circa € 10,- per ton mest.
Eindproduct	De producten zijn: - Ammoniumsulfaat oplossing; dit N-concentraat kan men gebruiken als kunstmestvervanger; - Ammoniak- en fosfaatarme dunne fractie, die aangewend kan worden als dierlijke mest; - Fosfaatrijke en ammoniumarme dikke fractie, die men kan aanwenden of composteren.

4. INITIATIEVEN MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN IN NOORDOOST-TWENTE EN OMGEVING

Onderstaand zijn een aantal bestaande initiatieven weergegeven van mestverwerkings-technieken in Noordoost-Twente en omgeving. Dit ter inspiratie voor ondernemers om mogelijk aan te haken, zelf ook te starten of in samen te gaan werken.

1. Minivergister. Philip Kleizen uit het Twentse Langeveen mag zich de eerste Microferm boer van Nederland noemen. Hij heeft de eerste draaiende minivergister van fabrikant HoSt op zijn erf staan, waarin de mest van zijn 360 kalveren tot biogas wordt omgezet. Deze zogenoemde mestvergister levert per jaar 400.000 kilowattuur. Dat is genoeg energie voor 150 huishoudens. Gewone mestvergisters bestonden al, maar die hadden altijd hulpstoffen nodig voor een goede werking. Bovendien zijn ze erg duur, miljoenen euro's. Deze nieuwe mestvergister doet het op mest alleen en kan op elk boeren erf geplaatst worden.⁷
2. Mest hygiëniseren en vervolgens exporteren. Sinds 2009 zijn de Gebroeders Oude Lenferink B.V. in het bezit van een mestverwerkingsinstallatie op hun bedrijf te Fleringen. Met deze installatie kunnen ze mest hygiëniseren zodat dit geëxporteerd kan worden naar Duitsland. Door middel van thermo druk hydrolyse wordt de mest 20 minuten lang verhit onder 133 °C en onder 3 bar druk. Het bedrijf is sinds 1999 actief als erkend intermediair en transportbedrijf en richten ze zich op de distributie van meststoffen, zoals drijfmest en stapelbare mest, evenals in het transport van volumineuze producten, bijvoorbeeld snijmaïs, kuilgras en bermgras.⁸

EINDNOTEN/BRONVERWIJZING

-
- ¹ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2013/09/03/aanbieding-wetsvoorstel-tot-wijziging-van-de-meststoffenwet-invoering-mestverwerkingsplicht.html>
 - ² <http://www.nutrinorm.nl/Kennisbank/Organische-meststoffen/Eigenschappen/Vormen-van-mestverwerking-en-mestbewerking.aspx>
 - ³ http://www.mestportaal.nl/29/?no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=1519&cHash=3935e9fba9576161f604cda6432e24da
 - ⁴ <http://www.mestverwerken.wur.nl/>
 - ⁵ Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest. Wageningen UR, november 2004. Rapportage opdrachtgever 1390938000. R.W. Melse et al.
 - ⁶ <http://www.zeolite-products.com/ktml2/files/uploads/mest%20composteren%20dmv%20zeoliet.pdf>
 - ⁷ <http://www.pigbusiness.nl/nieuws/354/minivergister-wapen-tegen-mestprobleem>
 - ⁸ www.gebroudenlenferink.nl

BIJLAGE 1. GRONDSTOFFEN DIE UIT MEST TE WINNEN ZIJN¹

Uit mest zijn een aantal grondstoffen of producten te winnen. We laten hierbij de meest gebruikte toepassing van mest in de vorm van het uitrijden over het land buiten beschouwing.

- Biogas, te verwerken tot:
 - Elektriciteit;
 - Warmte en CO₂ (beide lokaal her te gebruiken, bijvoorbeeld in de tuinbouw);
 - Toevoegen aan gasnet voor bijmenging met aardgas;
 - Transportbrandstof.
- Brandstof voor elektriciteitscentrale:
 - Elektriciteit;
 - Warmte;
 - Hergebruik CO₂ uit rookgassen;
 - Terugwinnen van mineralen (vooral fosfaat).
- Mineralen:
 - Stikstof in ammoniak- en nitraatverbindingen;
 - Fosforverbindingen;
 - Kaliumverbindingen.
- (Kunst)mestvervangers
 - Mestkorrels (kwaliteit door blenden of verrijken van de mest);
 - Concentraten.
- Water:
 - Loosbaar;
 - In landbouw herbruikbaar.
- Specialties:
 - Voeding voor algenteelt (zowel CO₂ als digestaat);
 - Ureum;
 - Waterstof (H₂) via elektrolyse;
 - Eiwit, susterine;
 - Grondstof voor verpakking of bouw;
 - Grondstoffen voor de chemische industrie (cyanophycine, fumaarzuur).

¹ Markt voor Mest, Ontwikkeling van vraaggestuurde ketens voor grondstoffen uit mest, InnovatieNetwerk, mei 2011