

## Openbaar verslag Mestraffinage op Boerderijschaal (MOBS)

De creatie van het Bio-NP systeem

**MOBS projectgroep:** Mts Nijkamp-Marsman  
Mts Bronsvoort-Meyer  
Cornelissen Consulting Services B.V.  
Profinutrients B.V.

**Rapport :** INN 18.003

**Versie :** 1.0

**Status:** Openbaar

**Datum:** Maart 2018

**Opgesteld door:** Cornelissen Consulting Services B.V.  
Berry de Jong

**Projectleider:** Cornelissen Consulting Services B.V.  
Ruurd van Schaik



## Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:  
Openbaar verslag Mestraffinage op Boerderijschaal (MOBS)

Berry de Jong  
Cornelissen Consulting Services B.V.  
Deventer, 2018

Verspreiding van publicaties van Cornelissen Consulting Services B.V.  
geschiedt door:

Cornelissen Consulting Services B.V.  
Binnensingel 3  
7411 PL Deventer  
Tel: 0570 - 667000  
E-mail: [info@ccsenergieadvies.nl](mailto:info@ccsenergieadvies.nl)  
Website: [www.ccsenergieadvies.nl](http://www.ccsenergieadvies.nl)

Meer informatie over dit rapport is te verkrijgen bij  
projectleider Ruurd van Schaik

Cornelissen Consulting Services B.V.

## Gegevens project

Projectnummer	TEBG113003
Projecttitel	Mestraffinage op Boerderijschaal
Penvoerder:	Cornelissen Consulting Services B.V.
Medeaanvragers	Maatschap Nijkamp-Marsman Maatschap Bronsvoot-Meyer Profinutrients B.V.
Projectperiode:	Cornelissen Consulting Services B.V. 01-01-2014 – 31-12-2017

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

## SAMENVATTING

Deze rapportage dient als eindverslag voor het project "Mestraffinage op boerderijschaal" met referentienummer "TEBG113003".

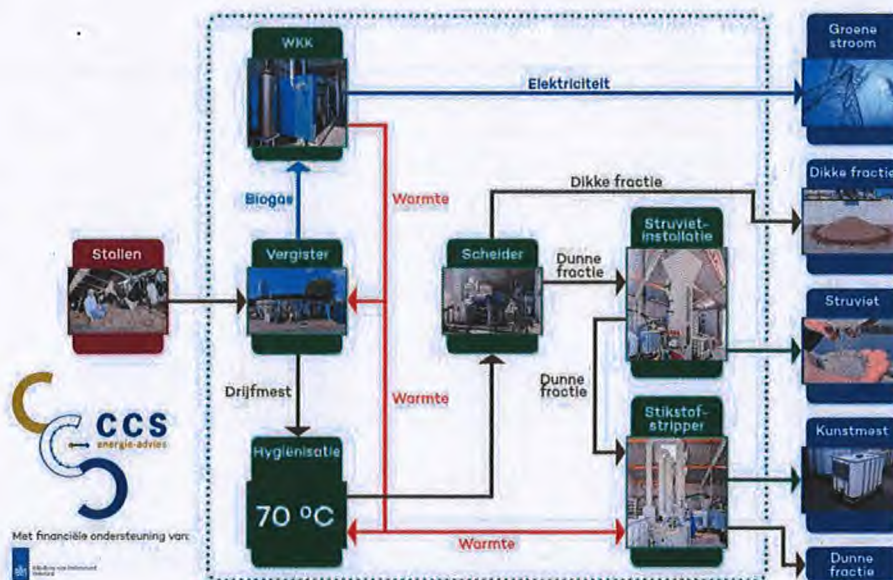
Veehouders ervaren mest vaak als een probleem en kostenpost. Een samenwerking van Maatschap Nijkamp-Marsman, Maatschap Bronsvooort-Meyer, ProfiNutrients en CCS Energieadvies ziet dat anders en beschouwt mest als een waardevol product. Het concrete probleem waar met dit project aandacht aan werd besteed is het verduurzamen en verbreden van de landbouw. De schaalvergroting in de landbouw zet door en de mestmarkt staat steeds verder onder druk. De ontwikkelde techniek is Bio-NP waarmee, zoals de naam zegt, fosfaat en stikstof uit mest wordt gehaald. Na ontwerp is de Bio-NP installatie getest op proefbedrijf De Marke, onderdeel van Wageningen Universiteit. Nu bij de installatie bij Maatschap Nijkamp-Marsman te Deventer, die er jaarlijks zo'n 8.000 ton drijfmest mee kan verwerken.

De Bio-NP werkt in verschillende stappen. Een boerderijschaal vergister met daarachter een scheider zorgt voor de benodigde energie en brengt, met de afbraak van organisch stof de mineralen maximaal in oplossing, zodat deze kunnen worden verwijderd in de Bio-NP. In de eerste stap wordt de pH van het digestaat verhoogd en Magnesiumchloride ( $Mg_2Cl$ ) toegediend. Dit reageert met het vrije fosfaat tot struviet. Struviet lijkt op zandkorrels en zakt in een reactor naar de bodem, waar het geoogst wordt. Voor struviet bestaat, in onder andere Frankrijk en Polen, een lucratieve markt.

De volgende stap in het proces is stikstofverwijdering. Tijdens deze stap wordt de mest/digestaat verwarmd en de pH weer verhoogd. De minerale stikstof wordt onder deze omstandigheden omgezet in Ammoniak ( $NH_3$ ) en komt in gasfase terecht. Het ammoniak/luchtmengsel wordt daarna door een zuurwasser gevoerd, waar de ammoniak reageert met zwavelzuur tot ammoniumsulfaat. Ammoniumsulfaat is een erkende kunstmeststof, die op het eigen bedrijf of daarbuiten kunstmest kan vervangen.

Het grote voordeel van de Bio-NP is dat het overschot aan mineralen van dierlijke oorsprong verdwijnt en de organische stof juist op het bedrijf blijft.

## Mestraffinage



Figuur 1 Processchema mestraffinage Bio-NP



In de testen is aangetoond dat 80% van fosfaat (P-PO<sub>4</sub>) kan worden verwijderd. Het afvangen van de gevormde struvietkristallen bleek lastiger. Daarom is het ontwerp geoptimaliseerd en is een extra scheidingsstap voorzien. Dit wordt nu geïmplementeerd bij Nijkamp. De verwijderingsefficiëntie van de stilstofstripper is tijdens het testen 65% (N-NH<sub>3</sub>) gebleken en bleef hierbij achter bij het ontwerp. Door oorzaak hiervan wordt met name gezocht in de afwijkende viscositeit van het digestaat na de pH verhoging en de beperkte beschikbaarheid van warmte op de testlocatie. Met een verlengde stripper en wasser kolom tot een lengte van 4 m zou de efficiëntie tot 90% verwijdering van ammonium/ammoniak stikstof moeten kunnen toenemen, zelfs bij een pH van 8. Deze optimalisatie wordt niet uitgewerkt en gebouwd bij Nijkamp.

De conclusie van dit project is dat het technisch mogelijk en bedrijfseconomisch rendabel is om mest op boerderijschaal te verwerken. Het project heeft aangetoond dat een boerenbedrijf middels de combinatie van vergisten, scheiden, struvietvorming en het strippen en wassen van ammoniak haar mineralenbalans op peil kan krijgen. De proefinstallatie is inmiddels omgezet in een installatie die zich op bedrijfsniveau zal gaan bewijzen. CCS zal samen met haar partners onderzoek blijven doen aan deze installatie en de resultaten regelmatig publiceren.

Wilt u meer weten over Bio-NP, of wilt u een uitgebreid advies over de mogelijkheden op uw bedrijf? Neem dan vrijblijvend contact op met CCS Energie-advies op 0570 - 667 000 of stuur een e-mail naar [info@ccsenergieadvies.nl](mailto:info@ccsenergieadvies.nl)

## **INHOUDSOPGAVE**

<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INLEIDING</b> .....	<b>2</b>
<b>2 BOUW VAN DE BIO-NP</b> .....	<b>3</b>
2.1 MESTRAFFINAGE.....	3
<b>3 RESULTATEN</b> .....	<b>7</b>

## 1 INLEIDING

Deze rapportage dient als eindverslag voor het project "Mestraffinage op boerderijschaal" met referentienummer "TEBG113003".

Het concrete probleem waar met dit project een oplossing voor is gezocht is het verduurzamen en verbreden van de landbouw. De schaalvergroting in de landbouw zet door en de mestmarkt staat steeds verder onder druk. Met als knelpunt het afzetten van overschotmest, waarvoor op het eigen land geen ruimte is. Hier biedt mestraffinage een oplossing. De mest wordt geraffineerd tot kunstmest en kunstmest vervangende producten, zodanig dat de boer kan voorzien in zijn eigen bemesting en overschot aan mineralen geconcentreerd kan worden afgevoerd.

De doelstelling was om een installatie te ontwikkelen op boerderijschaal, waarin een veehouder zijn eigen mest kan verwerken en zoveel mogelijk op eigen land of binnen de regio kan afzetten. In de meeste gevallen in Nederland beschikt de boer over land dit betekent dat een deel van de mineralen hier zal worden aangewend voor bemesting. Niet alle mest wordt verwerkt of hoeft verwerkt te worden.

Er is gekozen voor een combinatie met vergisting van mest. Hiermee worden belangrijke organisch gebonden mineralen vrijgemaakt voor de raffinage stap en kan bovendien in eigen energievraag van de installatie worden voorzien. De haalbaarheid van vergisting op boerderijschaal staat onder druk, door dit te combineren met raffinage wordt de haalbaarheid vergroot.

Een mechanische scheider na de vergister scheidt de vaste delen uit het digestaat. De dunne fractie die overblijft wordt bewerkt met een struvietreactor en stikstof stripper.

Er blijven 4 fracties over na de verwerking van de mest, te weten;

1. Een kali-rijke, nog stikstof en fosfaat bevattende, dunne fractie; deze wordt aangewend op het land bij de boerderij,
2. Een fosfaatrijke, hoge organische stof bevattende, dikke fractie; welke wordt aangewend op het land bij de boerderij,
3. Een fosfaatrijke en stikstof bevattende struviet (korrel), welke wordt afgezet als meststof (geen kunstmest) (in het buitenland).
4. Een stikstofrijke vloeibare kunstmest. (afhankelijk van het gebruikte zuur, ammoniumsulfaat of ammoniumnitraat). Dit is een erkende kunstmest.

## 2 BOUW VAN DE BIO-NP

In de onderstaande paragrafen worden foto's weergegeven van de bouw en installatie op de locatie.

### 2.1 MESTRAFFINAGE

De mestraffinage installatie bestaat in grote lijnen uit twee delen, de struvietcone en een stikstofstripper. In Figuur 2 staat de installatie in de fabriekshal van Colasit. Het digestaat dient voor het stikstofstrippen verwarmd te worden. Dit gebeurt met een warmtewisselaar. De warmtewisselaar is weergegeven in Figuur 3, op locatie van de leverancier Schijf.



Figuur 2 Mestraffinage op fabriek, Colasit Holland BV



Figuur 3 Warmtewisselaar bij leverancier Schijf

Voor de eerste tests, is de installatie opgesteld in de schuur van de proefboerderij De Marke. In Figuur 4 tot en met Figuur 7 is de opbouw van de mestraffinage weergegeven.



Figuur 4 Onderdelen mestraffinage op proefboerderij



Figuur 5 Opbouw struvietcone op proefboerderij





Figuur 6 Opbouw struvietcone op proefboerderij



Figuur 7 Opbouw stikstofstripper op proefboerderij

In de onderstaande figuren is de opbouw van de mestraffinage installatie weergegeven op de definitieve locatie. Op deze locatie is een loods uitgebouwd waarin de mestraffinage is geplaatst.



Figuur 8 Grondwerk uitbouw loods



Figuur 9 Stikstofstripper



Figuur 10 Struvietcone



Figuur 11 In de stal produceren de koeien de ruwe grondstof

### 3 RESULTATEN

De mestraffinage-installaties zijn uitgebreid getest op De Marke in Hengelo Gelderland. Om de werking en optimale bedrijfscondities vast te stellen is met een heel spectrum aan parameters gevarieerd en getest op het digestaat van koeienmest.

#### Analyses

Omdat het lastig is om veranderingen aan de struvietgroei te meten of direct in de stripper analyses uit te voeren is vooral gekeken naar de ingaande concentraties van fosfaat en stikstof, en de uitgaande concentraties uit respectievelijk de struvietcone en de stikstofstripper. Afhankelijk van de analyse methode kan daarbij nog onderscheid gemaakt worden tussen ammoniak/ammonium stikstof ( $\text{NH}_3$ ), totaal stikstof ( $\text{N}_{\text{totaal}}$ ), opgelost fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) of totaal fosfaat ( $\text{P}_{\text{totaal}}$ ). Voor de analyses zijn Hach Lange en Hanna Instruments fotospectrometers gebruikt met bijbehorende analysekits. Deze zijn standaard in waterzuivering en kunnen eenvoudig gebruikt worden. Aanwezige deeltjes kunnen in de mestmonsters interferentie veroorzaken met de optische concentratiebepaling. Daarom zijn monsters na voorbereiding extra gefilterd over een  $4,5 \mu\text{m}$  filter.

#### Struvietcone

De struvietcone is een fluïde bed reactor waarbij struviet met name aangroeit op in de reactor aanwezige struvietkristallen. De initiële vorming van het struvietbed kende wat problemen. Bij de opstart van de installatie is eerst met water en ammoniumfosfaat getest. Met de heldere oplossing en de kijkpaten in de struvietcone kon goed de voortgang van het proces gevolgd worden. Na verloop van tijd begon zich struviet te vormen.



Tijdens het testen met de dunne fractie digestaat is een verwijdering van 80%  $\text{P-PO}_4$  aangetoond. **Figuur 12** Eerste struvietoogst

Uit de testresultaten van de struvietcone is gebleken dat struviet gevormd wordt maar dat de struvietcone niet in staat is om de struviet succesvol te scheiden van de dunne fractie. Doordat de dunne fractie van het digestaat van koeienmest veel visceuzer is en de flow in sommige delen van de reactor waarschijnlijk veel hoger is dan de berekende gemiddelden, is aanpassing van het systeem nodig om de struviet af te scheiden. Bij de definitieve installatie op de Nijkamp boerderij zijn een aantal aanpassingen gemaakt om het afscheiden van struviet te verbeteren. Zo is een extra scheider voorzien achter de struvietcone die de deeltjes struviet die de reactor uitspoelen alsnog afvangt. Deze scheider maakt gebruik van een  $100 \mu\text{m}$  filter en moet een tweede, struvietrijke dikke fractie geven met restanten organische stof en het nieuw gevormde struviet.

#### Stikstofstripper

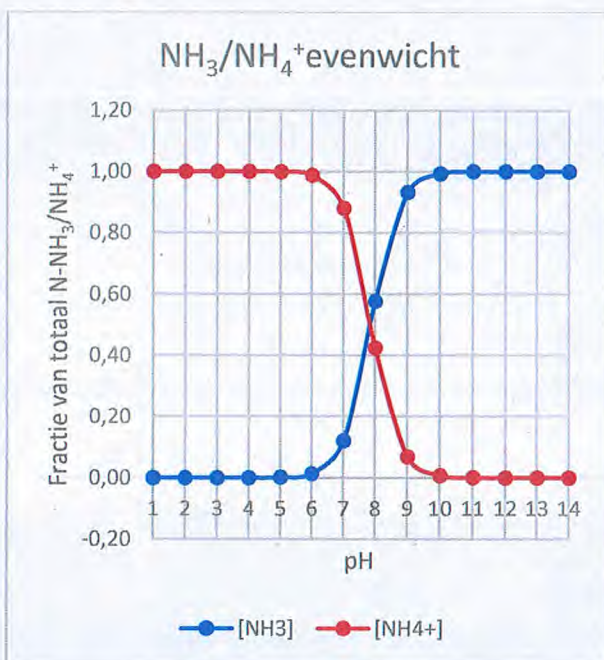
De stikstofstripper kent een paar belangrijke parameters die de efficiëntie van het stripproces bepalen. De pH, de lucht en vloeistofdebieten en de temperatuur.

De stripper is erop gericht om ammoniak stikstof te verwijderen uit de meststroom. Ammoniak bevindt zich in oplossing altijd in een evenwicht met ammonium. Afhankelijk van de pH verschuift dit evenwicht ten gunste of ten nadele van de hoeveelheid ammoniak.



Dit evenwicht wordt beschreven met een zuurconstante en geeft een verdeling voor verschillende pH's zoals weergegeven in Figuur 13. Bij een pH van 8 betekent dit dat van de totaal beschikbare te strippen stikstof maar ongeveer 50% als ammoniak aanwezig is. Dit betekent dat het proces maar half zo efficiënt werkt als dat het bijvoorbeeld bij een pH van 10 zou doen.

Vervolgens is de opgeloste ammoniak in het digestaat in evenwicht met de ammoniak in de lucht. Dit evenwicht wordt beschreven met een (temperatuur afhankelijke) Henry constante.



Figuur 13 – Theoretische pH-afhankelijkheid van de verdeling tussen ammoniak (NH<sub>3</sub>) en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

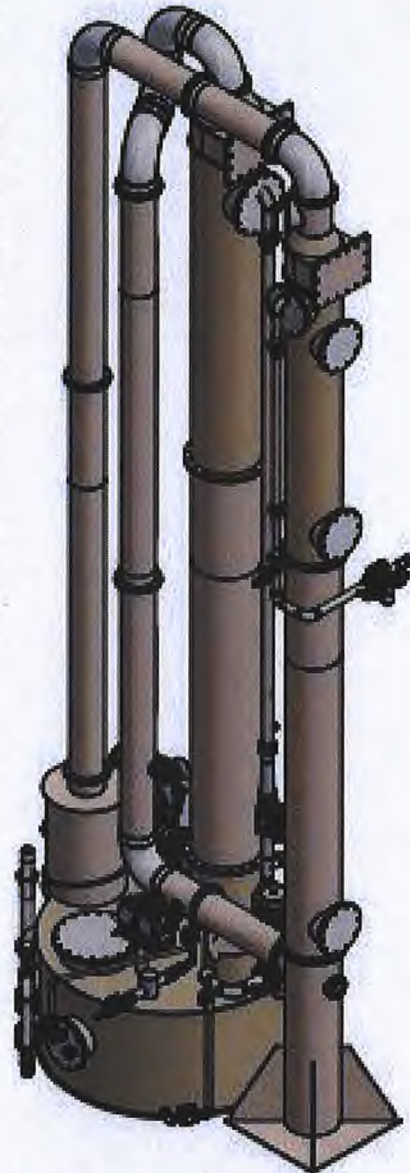
Debietten van zowel lucht als digestaat hebben een belangrijke invloed op de stripefficiëntie. Hoe langzamer het digestaat door de stripper stroomt des te meer tijd het heeft om de aanwezige stikstof over te dragen aan de passerende lucht. Andersom, hoe meer lucht er passeert, des te lager de ammoniakconcentratie in die lucht waardoor ammoniak makkelijker uit het digestaat ontsnapt naar de lucht. Afhankelijk van de Henry constante gaat dit proces makkelijker of moeizamer.

Door beperkte verwarmingscapaciteit op De Marke moest met een grote warmtewisselaar en warmteterugwinning gewerkt worden. Hierdoor duurde het vaak lang voor de reactor volledig opgewarmd was. Ook bij koude dagen bleek het moeilijk om de gewenste temperatuur te bereiken. In de praktijk bleek dat een verlaging van de temperatuur naar bijvoorbeeld 65°C of 60°C al een grote invloed heeft op de efficiëntie.

Uit de tests met de stikstofstripper is een hoog looggebruik gebleken. Aangezien natronloog een kostbare grondstof is vormt dit hoge verbruik een ernstige bedreiging voor de rentabiliteit van de installatie.

Verskillende parameters hebben invloed op het stripproces, de pH is daarvan een hele belangrijke omdat het evenwicht tussen ammonium en ammoniak verschuift te gunste van de laatste. Daarmee wordt de concentratie ammoniak verhoogt en het stripproces efficiënter. Er zijn een aantal andere factoren die de strip efficiëntie ook verder kunnen verhogen zonder de pH noodzakelijker wijs te moeten verhogen met natronloog of andere base. Het verhogen van de temperatuur, de lengte van de kolom en verhogen van het luchtdebiet zijn de meest voor de hand liggende.

In een geoptimaliseerd ontwerp is met verhoogde temperatuur en een verlengde stripper en wasser kolom een efficiëntie van 90% verwijdering van ammonium/ammoniak stikstof mogelijk, zelfs bij een pH van 8.



Figuur 14 Geoptimaliseerd ontwerp stripper/wasser

