

Voorjaar 2016



SCRIPTIE

KANSEN VOOR MESTBEWERKINGSPRODUCTEN OP HET PRIMAIR BEDRIJF.

Tom Schennink

Kansen voor mestbewerkingsproducten op het primair bedrijf

Onderzoeksrapport naar de mogelijkheden voor het beter
benutten van primair en secundair gescheiden mest

Auteur: Tom Schennink
Plaats: Zevenaar
Datum: 19-01-2016
Opleiding: Bedrijfskunde & Agribusiness
Major: Agrotechniek & Management
Klas: 4BT
School: CAH Vilentum
Plaats: Dronten
Module: AAFP
Begeleider: A. van Leeuwen

Voorwoord

In september 2010 ben ik begonnen met de opleiding Agrotechniek & Management aan de CAH Dronten. De Agrotechniek & Management opleiding is een bedrijfskundige opleiding met een klein gedeelte techniek gericht op de agrarische sector. Als afronding van de opleiding en om te laten zien dat ik voldoende kennis heb opgedaan om ontwikkelingen en problemen binnen het vakgebied te ontdekken, analyseren, onderzoeken en een aanbeveling kan opstellen tijdens mijn studie, schrijf ik dit werkstuk. Het onderwerp van dit afstudeerwerkstuk is ontstaan door gesprekken met melkveehouder A. Schennink en tijdens mijn afstudeerstage bij Nijhuis Water Technology B.V. op project Geniaal. Project Geniaal is de ontwikkeling van een mestbewerkingsinstallatie. Tijdens mijn stage heb ik verschillende projecten gezien en heb ik verschillende mensen gesproken die betrokken zijn op het gebied van mestbewerken. Door de verschillende gesprekken ben ik gaan kijken waar de knelpunten en kansen liggen bij het mestbewerken, daaruit is interesse naar dit onderzoek ontstaan. Kansen voor mestbewerkingsproducten op het primair bedrijf.

Mijn dank gaat uit naar Annemarie van Leeuwen, docent en onderzoeker aan de CAH Vilentum te Dronten, voor de begeleiding, hulp en ondersteuning. Ook gaat mijn dank uit naar melkveehouder A. Schennink van V.O.F. Schennink –Bosch voor het beschikbaarstellen van de gegevens en de hulp tijdens het opstellen van het rapport.

Zevenaar, Januari 2016

Tom Schennink

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	7
1. Inleiding	8
1.1 Melkproductie Nederland	8
1.2 Mestwetgeving	9
1.2.1 Ontstaan mestwetgeving	9
1.2.2 Punten mestwetgeving	10
1.3 Afschaffing melkquotum en scherpere regelgeving.....	11
1.3.1 Afschaffing melkquotum	11
1.3.2 Uitbreiding regelgeving.....	11
1.3.3 Problemen, behoefte aan innovatie	12
1.4 Welzijnsvloeren	13
1.4.1 Nieuwe meststromen	13
1.5 Onderzoeksvragen.....	14
1.5.1 Hoofdvraag	14
1.5.2 Deelvragen	14
1.6 Leeswijzer	15
2. Bemestingsmogelijkheden van de gescheiden fracties.	16
2.1 Benodigde machines voor bemesting van de aparte fracties mest.	16
2.2 Betere benutting van mest door het toepassen van verschillende fracties.....	18
2.2.1 Alle mest gescheiden, geen ruimte voor aanvoer van mest.	18
2.2.2 Deel van de mest gescheiden.	19
2.2.3 Geen gescheiden mest.....	20
2.2.4 Toepassen primair- en secundair gescheiden mestfracties.....	20
2.3 De voor- en nadelen van de verschillende fracties bij bemesting.....	21
2.4 Bemestingskosten van de verschillende fracties.....	22
2.5 Bemesten met gescheiden fracties mest	22
3. Mogelijkheden om de verschillende fracties tot kunstmestvervanger te bewerken	23
3.1 Techniek voor bewerking tot kunstmestvervanger	23
3.2 Haalbaarheid bedrijfsniveau.....	25
3.3 Kosten bewerking tot kunstmestvervanger	26

3.4 De bewerking van mestfracties	27
4. Efficiëntere benutting mest in relatie tot de mestverwerkingsplicht.....	29
4.1 Keuze fractie voor efficiëntere afzet	29
4.2 Bestaande mestbewerkingsinstallaties	31
4.2.1 Warmtevizel	31
4.2.2 Roterende trommel.....	31
4.2.3 Pelleteren van mest.....	32
4.3 Afzetmarkt.....	32
4.4 Kosten hygiënisatie	33
4.5 Benutting mestfracties voor de mestverwerkingsplicht.....	33
5. Case V.O.F. Schennink	35
5.1 Introductie	35
5.1.1 Uitleg bestaande situatie.	36
5.1.2 Meststromen overzicht.....	37
5.1.3. De vloer	37
5.2 Bemesting	37
5.3 Mestverwerkingsplicht.....	39
5.3.1 Mestproductie	39
5.3.2 Plaatsingsruimte	39
5.3.3 Overschot	40
5.3.4 Afvoer	40
5.4 Kunstmestvervanger	41
6. Discussie	44
7. Conclusie	46
8. Aanbeveling	47
Bronnenlijst.....	48
Bijlage 1: Overzicht gegevens mestbewerkingsinstallaties (Hoeksma, 2011)	50
Bijlage 2 Grondmonsters V.O.F. Schennink (V.O.F. Schennink, 2015)	51
Bijlage 3 Massabalans mestbewerkingsinstallatie (Verhoef, 2015)	52
Bijlage 4: Beoordelingsformulier Afstudeerwerkstuk.....	53
Bijlage 5: Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstudeerwerkstukken in repository	54

Samenvatting

De afgelopen jaren is de agrarische sector sterk veranderd. Door de komst van automatisering en nieuwe welkzijn- en foktechnieken is het geproduceerde aantal liters melk per koe gestegen. Melkveehouders breiden hun veestapel uit omdat de Europees geregelde melkquotering is vervallen in 2015.

Veel stallen waar melkvee in wordt gehouden zijn te krap en gedateerd.

Melkveehouders krijgen fiscale voordelen als ze een stal bouwen volgens de maatlat duurzame veehouderij. Ammoniak uitstoot is een groot item, wanneer ammoniak vervlucht of in de bodem terecht komt veranderd ammoniak in salpeterzuur.

Salpeterzuur zorgt voor de verzuring van de bodem, veel verzuring is schadelijk voor de natuur. Stalvloerproducenten ontwikkelen hun stalvloer zodanig dat het mogelijk is om mest en urine te scheiden, primaire scheiding. Melkveehouders investeren geld in de huisvesting en vee, maar weinig in het aankopen van grond, dit veroorzaakt een stijging van het mestoverschot.

Aan het aanwenden van mest zijn regels verbonden. In 2006 zijn de huidige gebruiksnormen ingesteld op 170 kg N/ha. Indien er voldaan wordt aan de derogatie mag er maximaal 250kg N/ha worden aangewend. Sinds 2014 moet een deel van het mestoverschot verwerken worden. Het verwerkingspercentage is afhankelijk van het concentratiegebied waarin het melkveebedrijf is gevestigd.

De laatste innovaties omtrent mestbewerking zijn scheidingstechnieken. Mest scheiden kan door het toepassen van primaire en secundaire scheiding. Primaire scheiding is het direct scheiden van mest en urine op de stalvloer. Secundaire scheiding is het scheiden van mest in dikke- en dunne fractie. Door deze ontwikkelingen zijn de meststromen op een melkveebedrijf veranderd.

Een betere bemesting is haalbaar door de drie verschillende fracties urine, dikke fractie mest en dunne fractie mest apart aan te wenden op het land. Voor het aanwenden zijn andere machines nodig dan bij het aanwenden van drijfmest. Deze machines zijn een spaakwielbemester voor urine, een mestinjecteur voor dunne fractie en een stalmestverspreider voor dikke fractie. Aan de hand van het gegeven bemestingsschema is een preciezere bemesting mogelijk, waardoor alle nutriënten optimaal worden gebruikt. Een nadeel is dat het bemesten uitbesteed moet worden aan de loonwerker, omdat de benodigde machines specialistischer uitgevoerd zijn. De meerprijs van het bemesten van verschillende fracties is gering.

Vervolgens is er gekeken naar de mogelijkheid om een van de fracties te verwerken tot een kunstmestvervanger. Pilotbedrijven welke aangesteld zijn door de overheid mogen mest tot een mineralenconcentraat verwerken welke kan dienen als een kunstmestvervanger. Er zijn geen voorwaardes van kunstmestvervangers bekend, deze moeten lijken op kunstmest. Het is mogelijk om de mest die verwerkt moet worden op een bedrijf te bewerken tot een mineralenconcentraat. Daarbij moet er gelet worden op

het gebruik van stikstof. Een installatie met een grote capaciteit, aanbod van mest kan economisch haalbaar zijn.

Verder wordt er gekeken of er met de drie aparte fracties efficiënter kan worden voldaan aan de mestverwerkingsplicht. Het is mogelijk om gerichter een fractie af te zetten dan drijfmest. Door het benodigde deel van het overschot te verwerken blijven door de afzet van een fractie de bruikbare nutriënten op het bedrijf. Om vervolgens het mestproduct te bewerken voor export is een draaiende trommel de beste hygiëniseringsmethode. Gezien de aanschaf en de capaciteit van de installatie is het niet rendabel om een installatie op bedrijfsniveau aan te schaffen. Een samenwerking zou uitkomst bieden. Door een samenwerking van verschillende veehouders zou een grote verwerkingsinstallatie kunnen worden opgezet. Een grote installatie heeft een kostprijs dan een kleine installatie.

Als laatste zijn de verschillende mogelijkheden voor het beter benutten van de verschillende fracties toegepast op een doorsnee melkveebedrijf V.O.F. Schennink, om te onderzoeken wat de informatie voor gevolgen heeft. V.O.F. Schennink heeft onlangs een nieuwe melkveestal gebouwd en past primaire en secundaire scheiding toe, daarbij is ook een mestoverschot aanwezig. Een voordeel bij het toepassen van gescheiden mest is het beter benutten van mineralen bij het aanwenden op een perceel. Er kan beter gestuurd worden naar de behoefte van het land. Het mestoverschot moet afgezet worden en een gedeelte moet worden verwerkt. Voor de afzet en verwerking van een fractie is de dikke fractie de beste keuze. Deze keuze is gebaseerd op het zo veel mogelijk stikstof en fosfaat af te zetten en zo min mogelijk kali. Het is mogelijk om de dikke fractie te verwerken tot een mineralenconcentraat. Dit mineralenconcentraat zou terug op het bedrijf gebruikt kunnen worden. Verwerking door afzet in het buitenland heeft als voorwaarde dat de mest gehygiëniseerd wordt. Bedrijven hoeven maar een beperkt aantal ton mest te verwerken en de installatie heeft een grote capaciteit. Door samen te werken met meerdere veehouders is er meer aanbod van mest welke gehygiëniseerd moet worden, waardoor de machine meer rendabeler wordt.

Summary

Last years the agricultural sector has changed. Due the robotics and new breeding and welfare techniques the amount of liters milk produced by cows increased. Dairy farmers extend their herd because the European regulated milk quota abolished in 2015.

Land fertilization is regulated by law. In 2006 new standards were introduced . Nitrogen fertilisation was fixed at 170kg N/ha and with the permission for derogation 250kg N/ha. Since 2014 dairy farmers are required to digest a portion of their manure surplus on basis of phosphate. The percentage of digestion depends on the location of the farm.

Many cow stables are outdated and small. Nowadays there is no maximum for the amount of milk production, so farmers invest in stables and cows, but not in fields. This trend caused an increase of manure surplus on farms. Dairy farms receive fiscal benefits when they build a stable according to sustainable livestock measurement. Ammonia emissions are large environmental issue. Stable floor constructors have developed a floor with zero emission due to immediately separation of the manure and urine.

The latest innovations on manure treatment are separators. More dairy farmers invest in a manure separator because of the benefits. It is possible to separate manure in urine, thick fraction and thin fraction new types of manure are created. But is it possible to achieve more benefits when using those fractions as three separated fractions, instead of raw manure?

Improved fertilization is reached by using the 3 different fractions. It is possible to conduct a “spoked wheel injector” for fertilization of urine and the mineral concentrate. A slurry injector can be used for the thin fraction and a “manure spreader” for the thick fraction. By using the fertilisation schedule, a better fertilization is possible. The benefit is a more specified fertilization. A disadvantage is the use of more specialised machines to fertilize correctly.

It is possible to convert manure to a mineral concentrate. There are pilot plants introduced by the government to perform research to the possibility of making and using mineral concentrate as a fabricated fertilizer replacer. There are possibilities to treat manure to a mineral concentrate. Installations are interesting for treatment of large amount of manure.

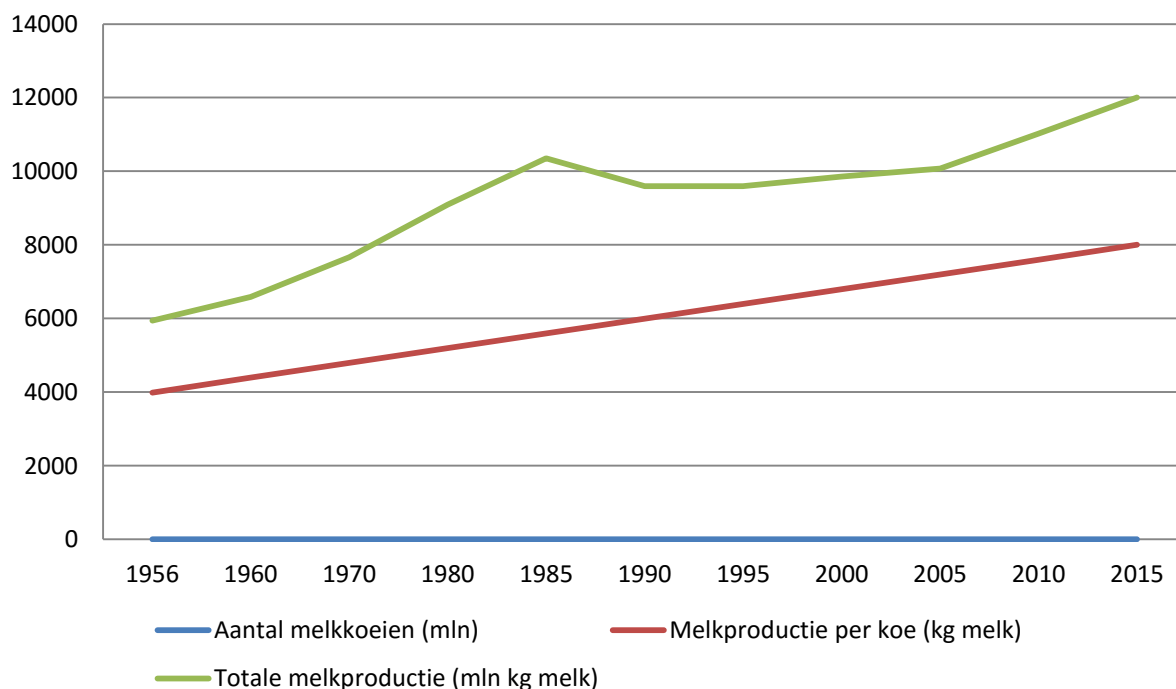
The possibility for a more efficient way for complying to the law is to treat a part of the manure surplus. It is possible with the 3 separated fractions to comply more efficient the law. When choosing the right company specific fraction, the right amount is eliminated and the right nutrients are staying on the farm for fertilisation.

At last the possibilities and research outcomes were applied to a random dairy farm V.O.F. Schennink. What are the effects for a better use of the 3 fractions instead of manure? V.O.F. Schennink has built a new cow stable with the last features and produces 3 fractions of manure.

1. Inleiding

1.1 Melkproductie Nederland

De afgelopen jaren is de agrarische sector sterk veranderd. Door de komst van de automatisering en nieuwe welzijn- en foktechnieken is het geproduceerde aantal liters melk per koe gestegen, zie figuur 1 (CBS, 2015). In 2015 wordt de Europees geregelde melkquotering afgeschaft (Europa NU, 2015). Door deze ontwikkelingen breiden melkveehouders hun veestapel uit (CBS, 2014). Jaarlijks groeit de Nederlandse productie ongeveer 2%. De behoefte aan zuivel zal wereldwijd fors stijgen, zowel door de bevolkingsgroei als door een ander voedingspatroon.



Figuur 1: De totale melkproductie in Nederland vanaf 1956 tot 2015 (Zuivelonline, 2015)

Koeien eten gras, maïs, diversen bijproducten en brokken. Nadat ze deze producten hebben opgenomen produceren ze melk en mest. De mest wordt aangewend op het land, zodat de gewassen groeien. Indien het aantal koeien op het bedrijf groeit wordt er meer mest geproduceerd. Als een hectare land structureel te veel bemest wordt heeft dit gevolgen op de biodiversiteit en wordt de bodemkwaliteit aangetast. Om die redenen heeft de Nederlandse overheid de mestwet opgesteld. (Stoop, 2008)

1.2 Mestwetgeving

Aan het aanwenden van mest op land zijn regels verbonden. Deze regels zijn nodig zodat er op de juiste manier de juiste hoeveelheid mest wordt uitgereden.

1.2.1 Ontstaan mestwetgeving

Tot 1960 waren er geen regels voor het aanwenden van mest op land. Rond 1960 was er een toename van de productie van melk, vlees en mest. Deze toename was gerealiseerd door specialisatie en schaalvergroting. In 1984 was er de interim wet beperking voor varkens- en pluimveehouders aangenomen om de toename van dieren te beperken. In hetzelfde jaar is de superheffing, beter betekend als het melkquotum ingesteld om de productie van melk aan banden te leggen. In 1987 was de wet bodembescherming en meststoffenwet aangenomen om te voorkomen dat een teveel aan nutriënten uitspoelde naar het grondwater. In 1998 was het mineralenaangiftesysteem (MINAS) van kracht geworden. Bedrijven groter dan 2,5 gve/ha moesten aangiften doen van hun mineralen gebruik en verbruik. In figuur 2 worden de gebruiksnormen, heffingen, hoeveel een gewas opneemt en hoeveel er vrij benut mag worden weergegeven, die toen van toepassing waren. (Stoop, 2008)

Gebruiksnormen	Gras	Maïs	Bouwland overige	Eenheid
1994	200	150	125	kg/P2O5/ha
1995	150	110		kg/P2O5/ha
1996-1997	135	110		kg/P2O5/ha
2006	170			kg/N/ha

Figuur 2: Ontwikkeling gebruiksnormen (Willems, et al. 2012)

In 2006 is er een nieuwe wet van kracht geworden. Deze wet betreft gebruiksnormen voor het aanwenden van nutriënten op het land. Bij de MINAS werd er gekeken naar de aan- en afvoer op het bedrijf gecorrigeerd voor een verliesnorm. Bij de mestwet vanaf 2006 wordt er gekeken naar de gebruiksnormen per hectare, zodat er geen overbemesting kan ontstaan. Verdere veranderingen sinds 2006 zijn het verplicht injecteren van de mest in de bodem en de opslagcapaciteit van 6 maanden. Het ondergronds aanwenden van de mest zorgt voor minder vervluchtiging van ammoniak. Daarnaast spoelt de mest minder snel uit naar het oppervlaktewater dan bij het bovengronds aanwenden van mest. De opslagcapaciteit van 6 maanden is nodig omdat er alleen van februari tot september mest mag worden aangewend op het land. De gebruiksnorm voor het aanwenden van mest is sindsdien gesteld op 170 kg/N/ha. (Willems, et al. 2012)

De gebruiksnormen, welke gelden voor heel Europa, hebben ook een uitzondering. Een uitzondering, derogatie, houdt in dat als de landbouwer kan aantonen aan de hand van

gewas- en bodemonsters hij meer stikstof van zijn land oogstte dan aanwendde, hij als uitzondering 230 of 250 kg N/ha mag aanwenden. Eisen om derogatie te mogen toepassen worden per 3 jaar beoordeeld. Nederland mag deze derogatie ook toepassen. Bij de verlenging in 2014 is er een extra voorwaarde gesteld om aan de eisen te voldoen. Deze extra voorwaarde houdt in dat het areaal van bedrijven welke aan derogatie meedoen voor meer dan 80% uit grasland moet bestaan. (Rijksoverheid, Derogatie, 2015)

1.2.2 Punten mestwetgeving

In de vorige paragraaf werd de opbouw van de mestwetgeving uitgelegd. De punten waar melkveebedrijven op dit moment mee te maken hebben zijn:

1. Gebruiksnormen
2. Manier van bemesten
3. Tijdstip van bemesten
4. Hoeveelheid opslag capaciteit
5. Mestverwerkingsplicht

Door de verwerkingsplicht moeten melkveehouders met een mestoverschot een deel afvoeren, verwerken. Het is daarentegen mogelijk, indien toegestaan, om kunstmest aan te voeren. Het is door de Nederlandse overheid bepaald hoeveel dierlijke mest mag worden aangewend op landbouwgronden maar ook hoeveel kunstmest er mag worden aangewend. De hoeveelheid is voor elk bedrijf hetzelfde. Er wordt daarbij gekeken naar het aantal hectares en welk gewas er wordt verbouwd. (Rijksdienst, Mest – tabellen en publicaties, 2015)

1.3 Afschaffing melkquotum en scherpere regelgeving

1.3.1 Afschaffing melkquotum

Door de grote vraag naar melkproducten heeft het Europese parlement in 2008 besloten dat het melkquotum met 2 procent werd vergroot. In 2009 was er besloten om in 2015 het quotum af te schaffen. De jaren ertussen groeide het quotum jaarlijks met een paar procent.

Door deze nieuwe ontwikkeling zijn veel melkveebedrijven gaan uitbreiden. In 2013 zijn er 35% meer bouwvergunningen voor melkveestallen uitgegeven dan het jaar daarvoor (Vermaas, 2015). Ook zijn er in 2013 13% meer vergunningen verleend voor het verbouwen van bestaande stallen. In 1995 telde een gemiddeld melkveebedrijf 46 koeien, in 2005 62 koeien en in 2015 85 koeien (Horst, 2013).

Nederland is een dicht bevolkt land. Ruimte voor landbouwgrond is niet in overvloed aanwezig. Waardoor de vraag naar landbouwgrond groot is. In de afgelopen jaren werd er steeds minder landbouwgrond verkocht. Afgelopen jaar is er 7% minder landbouwgrond verhandeld dan het jaar ervoor. Het aantal koeien op een melkveebedrijf is de afgelopen jaren toegenomen, maar het aantal hectares grond niet.

1.3.2 Uitbreiding regelgeving

Nederland heeft beperkte plaatsingsruimte voor mest in de agrarische sector. Door de stijgende mestoverschotten op agrarische bedrijven is de wet tot mestverwerking opgesteld. In het kader van de mestverwerkingsplicht moet er een percentage van de af te voeren mest verwerkt worden. Dit percentage verschilt per regio per jaar. Nederland is opgedeeld in drie regio's Zuid, Oost en Overige. De regio's zijn ingedeeld aan de hand van de concentratie Fosfaat in de bodem, ook wel concentratiegebieden genoemd. In figuur 3 is een overzicht van de percentages per regio.

Concentratiegebied	2014	2015
Overig	5%	10%
Oost	15%	30%
Zuid	30%	50%

Figuur 3: Verwerkingspercentage per concentratiegebied (Rijksoverheid, Maatregelen tegen mestoverschot, 2015).

Er zijn drie manieren om te kunnen voldoen aan de mestverwerkingsplicht: Driepartijenovereenkomst mestverwerking, Vervangende verwerkingsovereenkomst of Vervoersbewijs dierlijke meststoffen. Met mestverwerken wordt er bedoeld dat het eindproduct afgezet moet worden buiten de agrarische sector, dit kan ook het buitenland zijn. (Rijksoverheid, Maatregelen tegen mestoverschot, 2015)

Verder is de overheid bezig met het opstellen van wetten om de groei van melkveebedrijven af te zwakken. Het is onzeker in welke vorm de overheid dit wil gaan uitvoeren. Er wordt veel gesproken over het invoeren van fosfaatrechten. Fosfaatrechten zijn rechten voor het plaatsen van fosfaat. Waarschijnlijk wordt hierover meer duidelijk in 2016.

1.3.3 Problemen, behoefte aan innovatie

Door het stijgende mestoverschot en de scherpere regels zoeken melkveehouders naar afzet mogelijkheden van hun mest. Veel fabrikanten in de agrotechniek sector zijn bezig met innovaties op het gebied van mestbewerkingsmachines. Bewerken is het behandelen van mest. Verwerken is het afzetten van mest. De wet tot mestverwerking verplicht een gedeelte van de mest te verwerken, afzetten buiten de Nederlandse agrarische sector.

De makkelijkste stap voor veehouders om te voldoen aan de verwerkingsplicht is het uitbesteden aan een mestdistributeur of mestverwerker. Deze heeft meestal connecties in het buitenland om mest af te zetten en weet aan welke regels de mest moet voldoen. Bij het exporteren van mest moet deze gehygiëniseerd worden. Hygiëniseren is de mest minimaal een uur verwarmen boven de 70°C. Een mestdistributeur of mestverwerker heeft vaak zelf een hygiënisatieinstallatie voor het verwerken van grote aantallen mest. Voordeel van deze manier is dat de melkveehouder alles uitbestedt. Een nadeel is de hoge prijs.

Fabrikanten in de agrotechnieksector zijn bezig met het ontwikkelen van een mesthygiënisatieinstallatie op bedrijfsniveau. Deze installaties kan een melkveehouder aanschaffen om zijn eigen mest export klaar te maken. Een nadeel aan deze installatie op dit moment zijn de hoge kosten.

Verder zijn er ook installaties om mest te splitsen in stromen die waardevoller voor het bedrijf zijn. Een voorbeeld is een mestscheider. De mest wordt gescheiden in een dikke en een dunne fractie. De dikke fractie kan gebruikt worden als vulling van de boxen waar de koeien in liggen. Op deze manier hoeft de melkveehouder geen boxenstrooisel aan te schaffen. In het geval van de mestscheider wordt de mest gescheiden in een dikke en dunne fractie, de nutriënten in deze fractie zijn in beide fracties nagenoeg hetzelfde. Resultaten met scheiding door een decanter, een soort centrifuge, hebben aangetoond dat door een bewerking het fosfaat wordt gebonden aan de vaste delen en zo voor een groot deel in de dikke fractie terecht komen. De fosfaat rijke dikke fractie zou interessant zijn om te exporteren. Nadeel zijn de hoge kosten van een decanter.

Om het toepassen van milieu- en diervriendelijke voorzieningen in stallen te stimuleren wordt er jaarlijks een pakket aan maatregelen opgesteld, zogenoemd de maatlat duurzame veehouderij (MDV). Indien een bedrijf een stal bouwt en daarbij milieu- en diervriendelijke voorzieningen toepast krijgt het bedrijf per voorziening een aantal punten. Bij genoeg punten voldoet de stal aan de MDV eisen en krijgt de boer fiscale voordelen. Jaarlijks worden de MDV eisen aangescherpt of uitgebreid. Door

aanscherping van de ammoniak uitstoot zijn producenten van stalvloeren dichte stalvloeren gaan ontwikkelen. De eerste dichte stalvoeren zorgde voor minder vervluchting van ammoniak, alle mest word samen opgevangen zoals bij traditionele roostervloeren. De ontwikkeling daarop maakte het mogelijk om melkveestallen te bouwen zonder een mestopslag kelder onder de stal, wat een besparing van kwart van de totale bouwkosten opleverde. Er moet daarnaast wel een externe opslag voor mest gebouwd worden, maar dit kan ook boven de grond, wat minder kostbaar is. Anno 2015 worden enkele vloeren uitgevoerd met diversen goten om mest en urine apart van elkaar op te vangen. Het voordeel van het apart afvoeren van mest en urine zijn het reduceren van ammoniakuitstoot, indien mest en urine binnen 2 uur van elkaar worden afgevoerd. Op deze manier ontstaan er interessante nieuwe meststromen. Maar over de bruikbaarheid van deze stromen is nog weinig onderzoek naar gedaan.

1.4 Welzijnsvloeren

Het ontstaan van de emissiearme welzijnsvloeren is hierboven beschreven. Over de koe comfort van de vloer heeft elke fabrikant een eigen denkwijze. In de manieren voor ammoniak emissie zit minder variatie. De emissie van ammoniak wordt gereduceerd door de stromen mest en urine zo min mogelijk in aanraking met elkaar te laten komen. De urine en de mest wordt in veel gevallen apart afgevoerd. Als mest en urine langer dan 2 uur met elkaar in aanraking komen, komt het enzym urease uit mest in aanraking met ureum uit urine en ontstaat er ammoniak. (HCl, 2013)

1.4.1 Nieuwe meststromen

Indien er een emissiearme welzijnsvloer wordt toegepast op een bedrijf zoals hierboven is beschreven veranderen de meststromen op een bedrijf. Het is mogelijk om mest en urine apart op te vangen, dit wordt ook wel primaire scheiding genoemd. Na primaire scheiding ontstaat er urine en stalvloermest. De mest kan daarnaast gescheiden worden in een dikke- en dunne fractie, dit wordt ook wel secundaire scheiding genoemd. De scheiding van mest in urine, dikke fractie en dunne fractie kan mogelijk voordelen opbrengen met bemesten of tijdens het afvoeren om te voldoen aan de mestverwerkingsplicht, echter is hier weinig onderzoek naar gedaan en tot dusver onbekend.

1.5 Onderzoeksvragen

Uit de eerder genoemde problemen zijn een hoofdvraag en verschillende deelvragen te formuleren. Door de deelvragen te beantwoorden kan de hoofdvraag beantwoord worden.

1.5.1 Hoofdvraag

Welke mogelijkheden zijn er om mest optimaal te benutten na primaire- en secundaire scheiding op een primair melkveebedrijf?

1.5.2 Deelvragen

1. Bemesting

Op welke manier is een optimale bemesting mogelijk door de urine, dikke en dunne fractie apart aan te wenden op het land?

- Welke machines zijn er voor bemesting van aparte fracties nodig?
- Wat is de optimale toepassing van de verschillende fracties?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende fracties bij bemesting?
- Welke kosten zijn er verbonden aan de bemesting van de aparte fracties?

2. Kunstmestvervanger

Door welke toepassing is mogelijk om de verschillende mestsoorten, urine, dikke- en dunne fractie te verwerken tot kunstmestvervanger?

- Welke kosten zitten aan het bewerken van de mest tot kunstmest?
- Is de bewerking uitvoerbaar op bedrijfsniveau, of moeten meerdere bedrijven samenwerken?
- Welke technieken zijn er nodig om de mest te kunnen bewerken tot een kunstmestvervanger?

3. Mestverwerkingsplicht.

Op welke manier kan het meest efficiënt aan de mestverwerkingsplicht worden voldaan.

- Welke fractie voldoet het beste aan de eisen?
- Wat is de afzetmarkt voor de verschillende bewerkte fracties?
- Wat zijn de kosten en opbrengsten?
- Welke machines zijn er voor nodig?

4. Case V.O.F. Schennink

Hoe pakken de vorige deelvragen uit op een doorsnee melkvee bedrijf?

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is te lezen over de bemestingsmogelijkheden van de verschillende fracties mest. Vervolgens wordt er in hoofdstuk 3 gekeken naar de mogelijkheden gekeken van het bewerken van de verschillende fracties tot een kunstmestvervanger. Daarna word er in hoofdstuk 4 gekeken of er op een efficiënte manier aan de mestverwerkingsplicht kan worden voldaan door de verschillende fracties. Tot slot wordt er in hoofdstuk 5 voorgaande deelvragen toegepast op een doorsnee melkveebedrijf V.O.F. Schennink waar primaire en secundaire scheiding wordt toepast.

Aan de hand van de informatie die in de bovengenoemde hoofdstukken is opgedaan wordt er een discussie geformuleerd. Uit de discussie vormen de conclusie en aanbeveling.

2. Bemestingsmogelijkheden van de gescheiden fracties.

Mest wordt het gebruikt om te bemesten. Zoals vaker voorkomt is te veel slecht. Zo ook met het aanwenden van mest in de bodem. Zoals in hoofdstuk 1 te lezen is, zijn er door de jaren heen regels ontwikkeld en hebben er ontwikkelingen plaatsgevonden, waardoor er minder en op voorgeschreven manieren mest mag worden aangewend. De laatste ontwikkeling is de stijgende hoeveelheid koeien op een melkveebedrijf, maar de omvang van land blijft hetzelfde. Deze koeien worden in moderne stallen gehuisvest, waar gebruik gemaakt wordt van de laatste technieken, zoals mestscheidingstechnieken. Door deze mestscheidingstechnieken ontstaan er nieuwe soorten mest. In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar de verschillen tijdens het bemesten van deze nieuwe soorten mest, ten op zichten van drijfmest.

Om de juiste mestfractie en de juiste hoeveelheid te kiezen wordt er gekeken naar de gehalten in de mest. In figuur 4 zijn de gehalten af te lezen van drijfmest, dikke- en dunne fractie drijfmest, dikke- en dunne fractie stalvloermest, urine en mineralenconcentraat. In figuur 4 wordt gerekend in kilogram per ton. 1 ton mest is gelijk aan 1 m³ mest. (Middelkoop, 2013)

Mest gehalten kg/ton			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rundveemest	3,8	1,4	5,7
Dikke fractie rundveedrijfmest	4,5	2,2	4,9
dikke fractie stalvloer mest	4,6	2,1	5
Dunne fractie rundveedrijfmest	3,7	1,2	5,8
Dunne fractie stalvloer mest	4,4	1,6	5,7
Urine	4,9	1,8	6,8
Mineralenconcentraat	11,2	0,64	19,08

Figuur 4: Gehalten verschillende mest fracties (Middelkoop, 2013).

2.1 Benodigde machines voor bemesting van de aparte fracties mest.

De afgelopen jaren worden er veel verschillende technieken gebruikt voor het aanwenden van mest. Deze verschillende technieken zijn ontstaan door de ontwikkeling van meststoffen of door de mogelijkheid om gericht het gewas te kunnen bemesten. De meest gebruikte machines voor het aanwenden van mest zijn, volgens Loonbedrijf van Huet (geraadpleegd op 26 Oktober 2015):

- Mestinjecteur Bemesting in gleuven van mengmest, volvelds of in de rij.
- Kunstmeststrooier Bemesting volvelds of in de rij. Door korrels kunstmest.
- Meststrooier Bemesting volvelds van vaste mest of compost.
- Spaakwielbemester Bemesting volvelds door injectie in de grond van vloeibare meststof.

Urine is een dunne vloeistof met een hoge stikstof- en kaliwaarde. De vloeistof lijkt veel op vloeibare kunstmest. In onbewerkte vorm kan deze het beste worden aangewend door een spaakwielbemester, volvelds. Indien de urine wordt bewerkt tot korrelvorm kan deze worden aangewend door middel van een kunstmeststrooier. Een kunstmeststrooier welke nauwkeurig strooit is relatief goedkoop in aanschaf vergeleken met een spaakwielbemester. Echter moet de urine of het mineralenconcentraat bewerkt worden tot korrelvorm. Ook is dan het mogelijk om rijenbemesting toe te passen van urine in korrelvorm.

Dunne fractie mest lijkt het meeste op onbewerkte mest. De beste manier voor het aanwenden van deze vloeistof is net als drijfmest door middel van een mestinjecteur. Het aanwenden van de dunne fractie door middel van een mestinjecteur gebeurt volvelds. Een innovatie op het gebied van mestinjecteren is sleuvenbemesting. Door middel van sleuvenbemesting is het mogelijk mest in de rij te injecteren. In deze rij wordt in de volgende bewerking het gewas gezaaid.

Dikke fractie mest lijkt het meeste op compost of stalmest. De fractie is stapelbaar en schepbaar. Dikke fractie mest heeft een hoge drogestof gehalte. Daarom moet dikke fractie aangewend worden door een meststrooier. Een meststrooier kan alleen vaste fracties strooien. Een roterende wals met meenemers of draaiende schijven zorgen voor een egale verdeling van een vast product. De bemesting zal volvelds uitgevoerd worden.

2.2 Betere benutting van mest door het toepassen van verschillende fracties.

In deze paragraaf wordt er gekeken naar de voordelen bij het bemesten door het toepassen van verschillende fracties mest. In figuur 4 zijn de verschillende samenstellingen van de fracties mest af te lezen. In de komende sub paragrafen wordt een bemestingsadvies weergegeven in een tabel. Het verschil tussen de sub paragrafen is de aanwezigheid van de fracties mest. De schema's over adviesbemesting in figuur 5,6,7 en 8 zijn opgebouwd door als eerste verschil te maken in het gewas, grasland of maïsland, omdat deze gewassen van toepassing zijn op een melkveebedrijf. Daarna is er verschil gemaakt tussen de fosfaat- en kalitoestand van het land. Door het schema te volgen en een keuze te maken in welke fosfaat- en kalitoestand het land verkeerd, wordt er een advies gegeven welke en hoeveel mest fractie er aangewend kan worden.

2.2.1 Alle mest gescheiden, geen ruimte voor aanvoer van mest.

In deze sub paragraaf wordt er gekeken naar de toepassing van alleen gescheiden mest.

Alle mest gescheiden in dun/dik Geen ruimte voor mestaanvoer					
		Grasland			
Fosfaattoestand		Laag	Voldoende	Hoog	
Kalitoestand		alle	laag	voldoende	alle
Voor eerste snede	Maai perceel	dikke fractie 25 ton/ha	dunne fractie 25 m³/ha	dikke fractie 25 ton/ha	dunne fractie 25 m³/ha
	Beweid perceel	dikke fractie 15 ton/ha	dunne fractie 15 m³/ha	dikke fractie 15 ton/ha	dunne fractie 15 m³/ha

Maïsland			
Fosfaattoestand		P-PAE <7	P-PAE >7
Kalitoestand K-getal Zand=15 Löss=16 Klei=18 Veen=20	Lager	dunne fractie 35m³ in de rij	dunne fractie 46m³ volvelds
	Hoger	dunne fractie 35m³ in de rij	dikke fractie 23 ton/ha volvelds

Figuur 5: Adviesbemesting alleen gescheiden drijfmest

In figuur 5 wordt een advies gegeven door het toepassen van gescheiden drijfmest, in de vormen dikke- en dunne fractie. De keuze tussen dik, dun en hoeveel is gebaseerd op de aanwezigheid van mineralen in het mestfractie, de samenstelling van de fractie is te vinden in figuur 4.

Alle mest gescheiden in dun/dik Geen ruimte voor mestaanvoer					
		Grasland			
Fosfaattoestand		Laag	Voldoende	Hoog	
Kalitoestand		alle	laag	voldoende	alle
Voor eerste snede	Maai perceel	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m ³ /ha	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m ³ /ha
	Beweid perceel	dikke fractie 14,7 ton/ha	dunne fractie 12,6 m ³ /ha	dikke fractie 14,7 ton/ha	dunne fractie 12,6 m ³ /ha

		Maisland	
Fosfaattoestand		P-PAE <7	P-PAE >7
Kalitoestand K-getal Zand=15 Löss=16 Klei=18 Veen=20	Lager	dunne fractie 29,5m ³ in de rij	dunne fractie 38,7m ³ volvelds
	Hoger	dunne fractie 29,5m ³ in de rij	dikke fractie 22,5 ton/ha volvelds

Figuur 6: Adviesbemesting gescheiden stalvloer mest.

In figuur 6 wordt er een bemestingsadvies gegeven over het toepassen van gescheiden stalvloermest. Deze mestsoort is ontstaan doordat deze mest op de vloer gescheiden is in stalvloermest en urine, de stalvloermest is vervolgens gescheiden in een dikke stalvloermest fractie en een dunne stalvloermest fractie. Het verschil tussen stalvloer gescheiden mest en gescheiden drijfmest is de hoeveelheid mest welke aangewend kan worden. Door een verschil in samenstelling van de mestfracties verandert de hoeveelheid. De soort fractie verschilt niet omdat de verhoudingen tussen de mineralen weinig afwijken. Het grootste voordeel van stalvloermest is de aanwezigheid van urine. De urine kan gaan dienen als een kunstmest vervanger.

2.2.2 Deel van de mest gescheiden.

In deze sub paragraaf wordt er gekeken naar de toepassing van een deel gescheiden mest in combinatie met niet gescheiden mest. De gescheiden fracties zijn drijfmest.

Deel mest gescheiden in dun/dik, onbewerkte mest beschikbaar					
		Grasland			
Fosfaattoestand		Laag	Voldoende	Hoog	
Kalitoestand		alle	alle	alle	
Voor de eerste snede	Maai perceel	dikke fractie 25 ton/ha	onbewerkte mest 25 m ³ /ha	dunne fractie 25 m ³ /ha	
	Beweid perceel	dikke fractie 15 ton/ha	onbewerkte mest 15 m ³ /ha	dunne fractie 15 m ³ /ha	

		Maisland	
Fosfaattoestand		P-PAE <7	P-PAE >7
Kalitoestand K-getal Zand=15 Löss=16 Klei=18 Veen=20	Lager	onbewerkte mest 35m ³ in de rij	onbewerkte mest 40 m ³ volvelds
	Hoger	onbewerkte mest 35m ³ in de rij	dikke fractie 23 ton/ha volvelds

Figuur 7: Adviesbemesting deel gescheiden mest, deel drijfmest

In figuur 7 wordt een adviesbemesting gegeven over de toepassing van gescheiden drijfmest in combinatie met drijfmest. Het verschil met figuur 5 en 6 is dat er geen keuze gemaakt kan worden bij de bemesting van grasland in de kalitoestand. De hoeveelheid kali in de mestfracties gebruikt bij figuur 7 verschilt weinig van elkaar, waardoor er

weinig onderscheid is in de fracties. Het verschil tussen de hoeveelheid fractie bij een maai- en beweide perceel komt doordat koeien bij een beweide perceel tijdens het weiden mest aanwenden op het land. Bij maïsland is vergeleken met figuur 5 en 6 de dunne fractie vervangen voor onbewerkte mest. Uit figuur 4 is af te lezen dat er weinig verschil zit in de hoeveelheid en de verhouding van mineralen van onbewerkte- en dunne fractie drijfmest.

2.2.3 Geen gescheiden mest.

In deze sub paragraaf behandelen we een advies bemesting waarbij alleen drijfmest aanwezig is.

Geen gescheiden mest				
Grasland			Maïsland	
Fosfaattoestand		alle	P-PAE <7	P-PAE >7
Kalitoestand		alle		
Voor de eerste snede	Maai perceel	onbewerkte mest 25 m ³ /ha	Onbewerkte mest 35 m ³ /ha in de rij	Onbewerkte mest 35 m ³ /ha in de rij
	Beweide perceel	onbewerkte mest 15 m ³ /ha		of 40 m ³ /ha volvelds

Figuur 8: Adviesbemesting met alleen drijfmest.

In figuur 8 is een bemestingsadvies weergegeven met de aanwezigheid van drijfmest. Een groot verschil met de figuren 5,6 en 7 is de uitvoerigheid van het advies. Er is alleen drijfmest aanwezig, waardoor er beperkt kan worden ingespeeld in de fosfaat- en kalitoestand van het perceel.

2.2.4 Toepassen primair- en secundair gescheiden mestfracties.

In figuur 5,6,7 en 8 is het verschil te zien in mogelijkheden tussen drijfmest en gescheiden fracties mest. Door te bemesten met gescheiden fracties mest is beter in te spelen op de behoeftes van het perceel. Tussen figuur 5 en 6 is het verschil te zien tussen gescheiden drijfmest en gescheiden stalvloermest. De verschillen tussen deze gescheiden mestfracties is klein. Er zit verschil in de samenstelling van nutriënten, maar dat resulteert in verschillende benodigde hoeveelheid fractie. Een mogelijkheid van primair- en secundair gescheiden mest ten opzichten van secundair gescheiden mest is dat er een urine fractie wordt gescheiden van de mest. Deze urine fractie kan apart naar behoefte aangewend worden op het land. In figuur 4 is de samenstelling van deze urine fractie af te lezen. In figuur 9 is een bemestingsplan opgesteld voor de vervolg snedes met gescheiden stalvloermest en urine. Daarbij is rekening gehouden met de gebruiksnormen van stikstof.

	Vervolg bemesting				
	Grasland				
	Fosfaattoestand	Laag	Voldoende		Hoog
	Kalitoestand	alle	laag	voldoende	alle
Voor eerste snede	Maai perceel	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m³/ha	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m³/ha
Bemesting na 1e snede. Richtlijn voor komende 4 bemestingen	Zonder derogatie 170 kg/ha	dikke fractie 3,1 ton/ha	dun 2,9 m³/ha met urine 1,5 m³/ha	dunne fracite 3,3 m³/ha	dun 2,9 m³/ha met urine 1,5 m³/ha
	Met derogatie 250 kg/ha	dikke fractie 7,5 ton/ha	dun 5,8 m³/ha met urine 2,9 m³/ha	dunne fractie 7,8 m³/ha	dun 5,8 m³/ha met urine 2,9 m³/ha

Figuur 9: Adviesbemesting vervolg snedes met gescheiden stalvloermest fracties en urine.

Het advies is opgesteld door de juiste fractie te kiezen met daarbij de passende hoeveelheid beperkt door de gebruiksnormen. In dikke fractie mest zit meer fosfaat wat bij een lage fosfaattoestand gebruikt kan worden. Percelen met een voldoende fosfaat toestand en een voldoende kalitoestand wordt dunne fractie gebruik. Is de kalitoestand laag dan kan er urine aan de dunne fractie worden toegevoegd. Bij een hoge fosfaat toestand wordt er geadviseerd om een fractie te nemen waar minder fosfaat in zit. In figuur 9 is gekozen voor een combinatie van dunne fractie met urine. In figuur 9 is alleen voor grasland een advies opgesteld voor vervolg snedes. Maisland wordt alleen voor het zaaien of tijdens het zaaien bemest.

De gegevens komen uit een studie door de Wageningen UR Livestock Research en NMI naar de ontwikkeling van bemestingsstrategieën met bewerkte en verwerkte mest en nieuwe type kunstmest. De gegevens komen van de mestverweringsbedrijven in proeffase en melkveehouders welke meedoen aan het project koeien en kansen. (Middelkoop, 2013) De gegevens van primair- en secundair gescheiden mest zijn verkregen door V.O.F Schennink.

2.3 De voor- en nadelen van de verschillende fracties bij bemesting.

Het voordeel door het aanwenden van verschillende fracties is een preciezere bemesting. De bemesting wordt beperkt door gebruiksnormen van stikstof. Door het bemesten met verschillende fractie kan het gebrek of een overschot van fosfaat en/of kali worden opgevangen door het aanwenden van de juiste meststof. Zo worden de bestemde aantal kubiekemeter mest optimaal gebruikt.

Nadelen zijn het uitbesteden van het aanwenden. De precisie van bemesting is belangrijker geworden door de nauwkeurige opgave van hoeveelheid en soort product. Hierdoor is het niet lonend voor de melkveehouder om zelf mest aan te wenden, omdat de machines uitgerust moeten zijn met meetapparatuur voor een nauwkeurige bemesting. Het bemesten zou volledig uitbesteed moeten worden aan de loonwerken, omdat deze meer gebruikt maakt van de meetapparatuur, waardoor de aanschaf van een dergelijke machine lonend is.

2.4 Bemestingskosten van de verschillende fracties

De spaakwielbemester is geschikt voor het in de grond injecteren van vloeibare meststoffen. Deze bewerking zou kunnen dienen bij het aanwenden van urine en mineralenconcentraat in de bodem. De prijs voor het bemesten is € 3,5/m³, volgens BoumAgro, (geraadpleegd op 26 Oktober 2015) Dit hangt af van de gewenste N gift per hectare en de omvang van de percelen.

De mestinjecteur is geschikt voor het aanwenden van vloeibare meststoffen in de grond, zoals rundveemest. De bewerking kan volvelds worden uitgevoerd maar ook in sleuven, in de rij. De kosten bedragen €2,9/m³, volgens Loonbedrijf Gebr. van Huet.(geraadpleegd op 26 Oktober 2015)

De meststrooier is geschikt voor het aanwenden van vaste meststoffen volvelds op het land. Vaste meststoffen kunnen zijn, stalmest, compost of gescheiden, dikke fractie mest. De kosten bedragen €1,5/ton, volgens Loonbedrijf Gebr. Van Huet. (geraadpleegd op 26 Oktober 2015).

2.5 Bemesten met gescheiden fracties mest

In dit hoofdstuk is er gekeken naar de mogelijkheden van bemesten met nieuwe mestsoorten, gescheiden mest. Als eerste is gekeken met welke techniek de verschillende fracties bemest kunnen worden. Dikke fractie kan het beste met een mestverspreider aangewend worden op het land door de vaste structuur van het product. Dunne fractie mest lijkt qua structuur en gewicht veel op drijfmest, daarom is dunne fractie het beste aan te wenden door middel van een mestinjecteur. Urine lijkt veel op een vloeibare meststof. Door de structuur is deze het beste aan te wenden met een spaakwielbemester. Figuur 5,6,7,8 en 9 geven een advies weer voor het bemesten met een betreffende mest fracties. Uit deze figuren is op te maken dat door het bemesten met gescheiden fracties mest beter in te spelen is op de behoefte van het perceel. De kosten die gemaakt worden voor het aanwenden van gescheiden fracties mest verschillen niet veel met de kosten voor het aanwenden van drijfmest. Het aanwenden van dikke fractie is goedkoper, het aanwenden van dunne fractie kost hetzelfde en het aanwenden van urine is duurder, dan het aanwenden van drijfmest.

3. Mogelijkheden om de verschillende fracties tot kunstmestvervanger te bewerken

Agrariërs moeten mest afvoeren en mogen kunstmest voor bemesting van hun land aankopen. Beide handelingen zijn kostbaar. Door het invoeren van de mestverwerkingplicht, waardoor mestoverschotten krimpen, zijn bedrijven gaan kijken naar verwerking van mest. Bedrijven onderzoeken op het gebied van bewerking naar een systeem waarbij fosfaat, water en mineralen gescheiden van elkaar kunnen worden. Door de vraag uit de agrarische sector en de Nederlandse overheid zijn onderzoekers van de Wageningen Universiteit gestart met onderzoeken naar de mogelijkheden voor het gebruik van een mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. Er zijn een aantal bedrijven in Nederland die vanuit het ministerie van economische zaken, waar de landbouw ook onder valt, een goedkeuring hebben gekregen om een ontworpen concept uit te voeren in een proefopstelling. Deze bedrijven hebben de toestemming om het minerealenconcentraat, wat na verwerking van mest overblijft, te gaan onderzoeken op de bruikbaarheid (Hoeksma, P. et al, 2011). Om vrijstelling te krijgen voor het gebruik van mineralenconcentraat als kunstmest moet het Europese parlement overtuigd worden dat de werking hetzelfde is als bij kunstmest. Volgens de wet bestaat er geen kunstmestvervangers en zijn er geen eisen waar deze aan moet voldoen. Verandering van deze wet is tot op heden niet gebeurd. (Schroder, 2014)

Kunstmest is mest wat op een kunstmatige manier geproduceerd is, mest geproduceerd door een fabriek. Kunstmest bestaat uit diversen mineralen die een gewas nodig heeft om te groeien. Deze mineralen zijn in te delen in hoofd- en spoorelementen. De hoofdelementen fosfaat, stikstof, kalium, ook wel NPK genoemd, en magnesium, zwavel en calcium. De spoorelementen, waar maar een kleine hoeveelheid van nodig is zijn: ijzer, mangaan, zink, boor en koper. De meest voorkomende kunstmestsoorten zijn, ammoniumnitraat, kalksalmonpeter, Urean en diversen mengstoffen NPK's en NKK (Chemische feitelijkheden, 2008). Een soort kunstmest wordt gemaakt door de hoofd- en spoorelementen met elkaar te mengen volgens de behoefte van de klant. De combinaties worden gebaseerd op de behoefte van het perceel en de mogelijkheden die de boer heeft met betrekking tot zijn gebruiksnormen (Duyndam, 2008) .

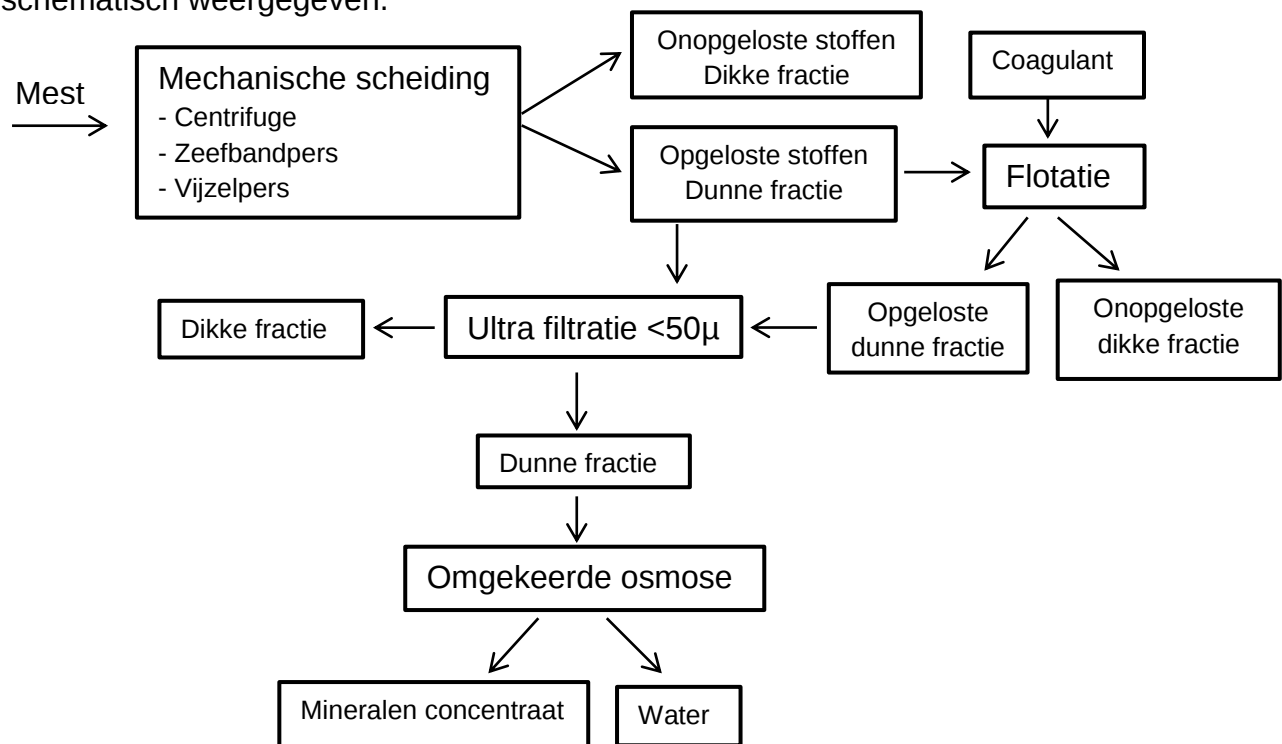
3.1 Techniek voor bewerking tot kunstmestvervanger

De mestbewerkingsinstallaties maken gebruik van fysische scheiding omdat onderzoek aan heeft getoond dat deze manier goedgekeurd is als EG meststof (EG-verordening, 2003). Een onderzoek naar de installatie van de 9 pilotbedrijven zijn uitgewerkt in bijlage 1. Op deze bedrijven wordt er rundveedrijfmest of varkensdrijfmest verwerkt. Als voorbehandeling gebruiken 2 bedrijven een mesofiele co-vergister. Het digistaat uit de vergister wordt gebruikt als invoer voor de pilot.

De uitleg over de bewerking van mest, volgens Verhoef (mondelijke toelichting, 22 april 2015). De eerste stap van bewerking is de mechanische scheiding door een

centrifuge, zeefbandpers of vijzelpers. Deze eerste stap zorgt voor een scheiding van onopgeloste delen en opgeloste delen, dikke- en dunne fractie. De dunne fractie wordt vervolgens verder behandeld door een ultrafiltratie of flotatie. Flotatie zorgt ervoor dat de fijne delen uit de vloeistof worden gehaald. Voor de volgende stap, de omgekeerde osmose, mogen er geen delen groter dan 50 μ in de mest zitten. Bij flotatie wordt er een coagulant, een stof waarmee kleine onopgeloste delen samenklonteren, toegevoegd. Door luchtbellen, die in de bak worden gebracht, drijven deze geklonterde delen naar het oppervlakte, waar ze kunnen worden gescheiden van de vloeistof.

De vloeistof die daarna overblijft, gaat door de omgekeerde osmose. Omgekeerde osmose is een scheidingstechniek door toepassing van een semi permeabel membraan. Door druk op dit membraan laat deze selectief opgeloste stoffen door. Het concentraat wat overblijft kan gebruikt worden als kunstmestvervanger. Het permeaat wat overbleef bij de pilots werd in andere takken van het bedrijf gebruikt, geloosd op het riool of geloosd op het oppervlakte water. In figuur 10 is het proces schematisch weergegeven.



Figuur 10: Schematische weergave mestbewerkingsinstallatie (volgens Verhoef, april 2015)

Een bedrijf wat primaire en secundaire scheiding van mest toepast heeft andere meststromen. Een mestbewerkingsinstallatie produceert een mineralenconcentraat, dikke fractie en water. Een bedrijf met secundaire mestscheiding produceert dikke fractie en gebruikt deze voor vulling van de boxen. Dikke fractie geproduceerd door een installatie wordt niet snel als box vulling gebruikt, omdat er mest van verschillende bedrijven wordt bewerkt en zo ziekte verspreiding snel plaats vind. Een

bedrijf met primaire en secundaire scheiding produceert urine wat veel lijkt op een mineralenconcentraat. Door de urine te bewerken door een mestbewerkingsinstallatie ontstaat er een schone meststof, een mineralenconcentraat. De urine zal niet alle stappen hoeven te doorlopen. Urine is een dun, vloeibaar materiaal en zal kunnen starten met de flotatie stap om de kleine verontreiniging en kleine onopgeloste delen eruit te halen. Als eindproduct ontstaat een geconcentreerde meststof.

Ook is het mogelijk om de dunne stalvloermest te bewerken door een mestbewerkingsinstallatie. Deze mestsoort zal alle stappen van het proces moeten doorlopen om een goed eindproduct te verkrijgen. Dunne stalvloermest lijkt qua structuur en samenstelling veel op dunne drijfmest. Het voordeel wat behaald wordt met het bewerken van de dunne stalvloermest is het mineralenconcentraat wat overblijft na bewerking te gebruiken op het eigen bedrijf. Er moet gelet worden op de plaatsing van stikstof. Een voordeel kan zijn het verwijderen van fosfaat, wat kan afgevoerd worden voor de mestverwerkingsplicht. (RVO, mestverwerking, 2015)

Omgekeerde osmose concentraat		
	Gemiddelde	Mediaan
	(g/kg)	
Drogestof	36	34,5
Org. Stof	18,8	13,8
N-totaal	7,11	6,89
N-NH4	6,4	6,55
P	0,19	0,19
K	7,61	7,61

Figuur 11: gehalten omgekeerde osmose concentraat, mineralen concentraat (Hoeksma, 2011)

In figuur 11 is goed te zien dat er in het concentraat een hoge hoeveelheid stikstof, kalium zit en een lage hoeveelheid fosfaat. Nagenoeg al het fosfaat is eruit gehaald. (Hoeksma, 2011)

3.2 Haalbaarheid bedrijfsniveau

In bijlage 1 is een overzicht te zien van de pilot bedrijven welke mest verwerken tot een mineralenconcentraat. De uitvoerbaarheid op bedrijfsniveau heeft te maken met een aantal factoren. Indien een bedrijf veel vee, weinig grond en daardoor een groot mestoverschot heeft, moet er veel mest verwerkt worden. De kostprijs per verwerkte kuub mest valt dan lager uit. Indien het mineralenconcentraat wordt gezien als kunstmestvervanger, kan er geld voor het product gevraagd worden. Maar door de hoge aanschaf en operationele kosten van een mestverwerkingsinstallatie, zou een samenwerking tussen verschillende bedrijven, welke samen mestbewerken of een bedrijf welke de mest van veehouders uit de streek zou bewerken, meer potentie hebben dan, dat elk veebedrijf een installatie aanschaf gezien de capaciteit en de kosten. Terug te zien in bijlage 1 is, dat installaties met een kleine capaciteit, ten

opzichten van de andere installaties, hogere variabele- en vaste kosten.(Hoeksma, 2011)

3.3 Kosten bewerking tot kunstmestvervanger

Bij paragraaf 3.2 is er gekeken naar de mogelijkheden om een mestbewerkingsinstallatie aan te schaffen op bedrijfsniveau. Gezien de omvang en kosten van de installatie heeft het meer potentie om met een aantal bedrijven samen een installatie aan te schaffen of een bedrijf een grote installatie op te zetten. In figuur 8, hieronder, is een overzicht weergegeven in de kosten en aanvoerprijs mest van verschillende pilot installatie welke goedgekeurd zijn door de overheid als pilot.

Kosten				Opbrengsten	
Variabele kosten per aangevoerde ton mest	Vaste kosten per aangevoerde ton mest	Kosten afzet eindproduct per aangevoerde ton mest	Totale kosten per aangevoerde ton mest	Werkelijke ontvangen aanvoerprijs	Kosten installatie ontvangen aanvoerprijs
€ 3,40	€ 4,10	€ 5,50	€ 13,00	€ 11,50	-€ 1,50
€ 5,00	€ 2,50	€ 0,20	€ 7,70	€ 4,00	-€ 3,70
€ 4,10	€ 3,20	€ 4,80	€ 12,10	€ 14,40	€ 2,30
€ 4,00	€ 2,40	€ 3,60	€ 10,00	€ 16,00	€ 6,00
€ 8,00	€ 6,40	€ 4,40	€ 18,80	€ 16,00	-€ 2,80
€ 2,40	€ 1,90	€ 4,10	€ 8,40	€ 15,00	€ 6,60
€ 4,7	€ 1,80	€ 2,30	€ 8,80	€ 12,00	€ 3,20
€ 7,5	€ 6,30	€ 2,10	€ 15,90	€ 15,00	-€ 0,90

Figuur 12: Overzicht kosten opbrengsten mestbewerkingsinstallaties (Hoop, 2011)

In figuur 12 is een overzicht van de kosten en opbrengsten van de installaties weergegeven. Onder vaste kosten zijn de aanschaf van de machines voor de installatie. Onder variabele kosten vallen hulpstoffen, energie, onderhoud en arbeid. Kosten welke niet meegenomen zijn als variabele kosten, zijn de administratie, het management en het water. Verder is niet meegenomen de energie die wordt gebruikt door een aanwezige vergister. Bedrijf H heeft een voordeel door het gebruik van het mineralenconcentraat als kunstmest, op eigen land.

De verschillen in kosten en opbrengsten zijn mede ontstaand door verschil in techniek en capaciteit. De gemiddelde kostprijs voor het verwerken van een kuub mest is €8,46 en de gemiddelde kosten voor de afzet het eindproduct per verwerkte kuub mest is €3,38. Dit samen maakt €11,84 per verwerkte kuub mest. (Hoop, 2011)

Onder paragraaf 3.1 is beschreven welke voordelen de bewerking door een mestbewerkingsinstallatie heeft voor bedrijven welke primaire en secundaire scheiding van mest toepassen. Door de bewerking van urine blijft er een geconcentreerde meststof over, een mineralenconcentraat. Door de bewerking van dunne stalvloermest is het mogelijk om fosfaat delen te verwijderen en af te voeren voor de mestverwerkingsplicht en de bruikbare mineralen te behouden in de vorm van een mineralenconcentraat. Daarbij moet er gelet worden op de aanwezige plaatsingsruimte op het bedrijf. De kostprijs voor de bewerking van urine zal lager uitvallen dan in figuur 12 is afgebeeld omdat de urine niet alle stappen van de mestbewerkingsinstallatie hoeft te doorlopen, verder zit er weinig droge stof in de urine, waardoor er minder dikke fractie als rest product overblijft. Het mineralenconcentraat zal gebruikt worden op het veebedrijf, waardoor deze niet hoeft worden afgevoerd. De bewerking van dunne stalvloermest zal even duur zijn om te bewerken als drijfmest.

3.4 De bewerking van mestfracties

In dit hoofdstuk is de mogelijkheid om mest te verwerken tot een kunstmestvervanger aan bod gekomen. Door de technieken waar mestbewerkingsinstallaties gebruik van maken is het mogelijk om mest te bewerken in een dikke fractie, een mineralenconcentraat en water. Het is mogelijk om te voldoen aan de mestverwerkingsplicht door een hoeveelheid schadelijke mineralen af te voeren en de bruikbare mineralen te behouden voor de bemesting van het gewas. Een studie over de verschillende mestverwerkingsinstallaties geeft inzicht in de bewerking van mest welke in hoofdlijnen overeenkomen met elkaar. De kostprijs van de installaties verschillen van elkaar. Te zien in bijlage 1 en figuur 12 is dat installaties met een lage verwerkingscapaciteit een hogere kostprijs hebben. Een installatie door samenwerking van verschillende melkveebedrijven of een grote zelfstandige mestbewerkingsinstallatie zal meer potentie hebben. De geschatte kostprijs voor de bewerking van 1 kuub mest zal €12 bedragen. Voordelen door het verwerken van primair en secundair gescheiden mest is dat de urine stroom veel lijkt op het mineralenconcentraat. De urine zal niet alle stappen hoeven doorlopen om een

mineralenconcentraat te worden. Het restproduct is een zuivere meststof. Het voordeel is dat deze meststof, indien goedgekeurd door de regering, kan dienen als kunstmestvervanger. Zo kan de veehouder zijn mest beter hergebruiken en hoeft er geen meststoffen van buiten het bedrijf worden aangekocht. Ook is het mogelijk om de dunne stalvloermest te bewerken. Deze meststroom lijkt veel op drijfmest. De dunne stalvloermest zal wel alle stappen van de installatie moeten doorlopen. Een voordeel van deze bewerking is dat de meststroom wordt gesplitst. De fosfaat kan worden afgezet voor de mestverwerkingplicht en de bruikbare mineralen, in mineralenconcentraat vorm, als meststof.

4. Efficiëntere benutting mest in relatie tot de mestverwerkingsplicht.

In hoofdstuk 3 is gekeken naar de mogelijkheden om mest te bewerken. Zo is het mogelijk om mest te splitsen in verschillende mestproducten. Door gebruik te maken van primaire- en secundaire scheiding is eenvoudigere bewerking voldoende om een mineralenconcentraat te produceren. De grootste hoeveelheid fosfaat zit in dikke fractie. In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar de mogelijkheden of er efficiënter aan de mestverwerkingsplicht kan worden voldaan door het gebruik van de gescheiden fracties mest.

Op 1 januari 2014 is de nieuwe meststoffenwet ingegaan die elke 4 jaar wordt gewijzigd. De Nederlandse meststoffenwet is gebaseerd op de nitraatrichtlijnen van de Europese Unie. De nitraatrichtlijn is opgesteld in 1991 om het waterkwaliteit in Europa te verbeteren. De verslechtering van de waterkwaliteit kwam mede door de overbesteding van landbouwpercelen. (Europese Unie, 2010) In 2006 zijn de gebruiksnormen voor bemesting gesteld op 170 kg/N/per ha.

Sinds 2014 is er toegevoegd aan de meststoffenwet dat een melkveehouderij een percentage van het aanwezige mestoverschot moet verwerken. Dit mestoverschot ontstaat als een melkveebedrijf meer mest produceert dan dat op eigen land mag worden aangewend. Het percentage wat er verwerkt moet worden ligt aan het gebied waar het bedrijf is gevestigd. Nederland is opgedeeld in drie regio's zuid, oost en overige. De regio's zijn ingedeeld aan de hand van de concentratie fosfaat in de grond. Ze worden ook wel concentratiegebieden genoemd. In figuur 9 is een overzicht van de percentages per regio weergegeven. Dit percentage geeft de hoeveelheid te verwerken fosfaat weer van het totale mestoverschot. (RVO, mestverwerkingsplicht, 2015)

Concentratiegebied	2014	2015
Overig	5%	10%
Oost	15%	30%
Zuid	30%	50%

Figuur 13: Verwerkingspercentage per concentratiegebied (RVO, mestverwerkingsplicht,2015)

4.1 Keuze fractie voor efficiëntere afzet

Het verwerkingspercentage is in relatie met de kilogrammen verzadigd fosfaat in de bodem. De Nederlandse bodem is vermest met fosfaat en stikstof. Rundveemest bestaat uit meerdere nutriënten dan alleen fosfaat. In de vorm van onbewerkte mest zullen alle nutriënten van het bedrijf worden afgevoerd, terwijl sommige nutriënten belangrijk zijn voor de groei van het gewas en niet de Nederlandse bodem vermesten. (RVO, mestverwerkingsplicht, 2015). Onderzoek laat zien dat door scheiding van mest de meeste delen fosfaat met de onopgesloten stoffen binden, uitgewerkt in figuur 14. Deze onopgeloste stoffen worden door de scheiding dikke

fractie. Bij de scheiding van mest zijn de vijzelpers en een centrifuge de meest gebruikte technieken.

		Gehaltes in kg/ton			Concentratiefactor t.o.v. mest		
		N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
	Rundvee mest	3,5	1,5	4,9	-	-	-
Dikke fractie	Vijzel scheiding	4,4	3,1	4,1	126%	207%	84%
	Centrifuge scheiding	3,5	2,8	5,1	100%	189%	103%
Dunne fractie	Vijzel scheiding	3,4	1,2	5,2	97%	80%	106%
	Centrifuge scheiding	3,5	0,91	4,6	100%	61%	99%
dikke stalvloer fractie	Vijzel scheiding	4,62	2,06	4,9	132%	137%	100%
dunne stalvloer fractie	Vijzel scheiding	4,35	1,6	5,8	124%	107%	118%
Urine		4,9	1,8	6,8	140%	120%	139%

Figuur 14: Gehaltes ongescheiden en gescheiden mest (Middelkoop, 2013)

In figuur 14 is een schema afgebeeld met gehaltes van de verschillende producten voor en na de scheiding door middel van een schroefvijzel of decanter en de producten die ontstaan zijn door scheiding op de stalvloer en na scheiding door een schroefvijzel. Aan de rechterzijde in het figuur zijn de concentratiefactoren van het product te vinden ten opzichten van drijfmest. Bij een scheiding door middel van een vijzelpers zit 72% van het fosfaat in de dikke fractie en bij scheiding door middel van centrifuge zit 75% van de fosfaat in de dikke fractie. Na primaire scheiding zit 67% van het fosfaat in de stalvloermest, na secundaire scheiding 56% van het fosfaat in de dikke fractie. In totaal komt door het toepassen van primaire- en secundaire scheiding 37% van het totale fosfaat in de dikke fractie terecht. De gegevens van de dikke en dunne stalvloermest en urine zijn verkregen door melkveebedrijf V.O.F Schennink.

Het verschil tussen de vijzelpers en de centrifuge zit in het bereik van de ingaande drogestof. Een centrifuge scheidt de mest vanaf een laag droge stof gehalte, waardoor het ook mogelijk is om varkensmest te scheiden. Verder zit er een verschil van investeringskosten, een vijzelpers kost gemiddeld €20.000 en een centrifuge €60.000. (Middelkoop, 2013)

De mestverwerkingsplicht is gebaseerd op hoeveelheid fosfaat. Als melkveebedrijf met een mestoverschot is het belangrijkste dat aan de verwerkingsplicht wordt voldaan, op de goedkoopste manier, met zo min mogelijk afzet van bruikbare nutriënten. Een bruikbare nutriënt is kali. In de Nederlandse bodem is een tekort aan kali. Door minder kali te bemesten verarmd de bodem en is bijbemesting in kunstmestvorm nodig. (BLGG, 2013)

De beste fractie om af te zetten is een fosfaat rijke fractie, om zo mindere hoeveelheid af te zetten, stikstof rijke fractie om volgens de plaatsingsruime meer stikstof arme mest aan te wenden op het land en een kali arme fractie om zo veel mogelijk kali te behouden voor het aanwenden op het land. In figuur 14 is af te lezen dat de dikke fracties het beste voldoen aan de criteria. Gescheiden drijfmest door een vijzel pers voldoet het beste indien er de meeste fosfaat en stikstof afgezet moet worden, maar dikke fractie gescheide stalvloermest zet de minste kali af. Ten opzichten van ongescheiden drijfmest kan er met gescheiden drijfmest minder hoeveelheid mest worden afgezet omdat de gehalten hoger zijn en door gescheiden stalvloermest hoeven er minder bruikbare nutriënten afgezet te worden.

4.2 Bestaande mestbewerkingsinstallaties

Om aan de mestverwerkingsplicht te voldoen dient een deel van het mest overschot op een melkveebedrijf afgezet te worden buiten de Nederlandse agrarische sector. Landen buiten Nederland hebben niet te maken met een mestoverschot, deze landen hebben meer grond dan koeien. Afzet naar landen waar vraag naar mest is, is het efficiënts. Om mest of een aanverwant product ervan te mogen exporteren is het nodig om het product te hygiëniseren. De mest wordt gehygiëniseerd om mogelijke schadelijke organismes en bacteriën te doden. Dit gebeurt door de mest minimaal 1 uur boven de 70° graden te verwarmen.(RVO, mest import- en exporteren, 2015) Hieronder worden een aantal technieken om mest te hygiëniseren uitgelegd.

4.2.1 Warmtevijzel

Een vijzel gevuld met hete olie werkt de mest door een dubbelwandige koker, welke ook gevuld is met hete olie, naar een geïsoleerde opslagtank. De olie is 180° Celsius. De doorlooptijd van de mest door de koker bedraagt 4 tot 16 minuten. In de opslagtank is de mest een langere tijd boven de 70°. Nadelen zijn het toevoegen van energie en de toepassing van dikke fractie is niet getest. (Kasper, 2007)

4.2.2 Roterende trommel

Doormiddel van een roterende trommel ontstaat er na verloop van tijd een composterende werking van de mest. De mest wordt omgedraaid en belucht, waardoor bacteriën en schimmel actief organische stof afbreken waar warmte bij vrij komt. De mest zal 12 tot 24 uur in de trommel verblijven. De temperatuur bij dit proces wordt maximaal 70° waardoor een langere verblijftijd noodzakelijk is. Nadelen zijn de lange doorlooptijd en de hoge aanschafprijs. De variabele kosten zijn laag omdat er weinig energie toegevoegd moet worden.(Starmans, 2002)

4.2.3 Pelleteren van mest

Het is mogelijk mest te persen in pallets. Pallets bevatten weinig vocht en weinig volume. Voor de mest gepalleteerd kan worden dient deze ingedroogd te worden. De mest wordt als eerste gescheiden tot een drogestof gehalte van 30%, door een mestscheider. Daarna moet de mest gedroogd worden door een mestbanddroger. Er is minimaal 80% drogestof nodig om mest te kunnen pelleteren. Nadat de mest gepelleteerd is, is het makkelijker om de pallets te hygiëniseren. Door het hoge drogestof gehalte is er weinig energie nodig om een temperatuur van 70° Celsius te behalen. Pelleteren van mest is een makkelijke bewerking om weinig water te vervoeren, echter is er veel energie nodig om de mest tot pallets te maken en te verhitten voor hygiënisatie. Wanneer er betaald wordt voor mest pelleteren is het een optie. (Buissonje, 2004)

4.3 Afzetmarkt

Nu het mestproduct gehygiëniseerd is mag het afgezet worden in het buitenland. Potentiele klanten kunnen het product gebruiken voor bemesting. Ook is het product te gebruiken als voeding voor vergisters. Met name in Duitsland staan veel vergisters die energie en warmte opwekken. Een voordeel is dan dat er minder gewassen speciaal voor de voeding van een vergister verbouwd hoeft te worden. (Meijer, G.A.L., 2008) Verder is het mogelijk om het mestproduct te verkopen als meststof aan particulieren. Hiervoor zal de mest in zakken moeten worden verpakt van 20 kg.

4.4 Kosten hygiëniserie

Uit de analyse van hygiëniserietechnieken onder paragraaf 4.2 is gebleken dat een roterende trommel het efficiënt is bij kleinere hoeveelheden. De doorlooptijd van de mest is langer dan bij de andere systemen. Echter hoeft er geen energie wordt geleverd voor het verwarmen van het product. In figuur 15 is de kostprijs uitgewerkt. De kostprijs per verwerkte ton mest is €11,84 (Starmans, 2002)

Capaciteit 6600 ton/jaar		
Vaste kosten	Trommel	€ 204.000,00
	Scheider	€ 30.000,00
	Besturing	€ 45.000,00
	Toebehoren	€ 6.750,00
	Investering	€ 285.750,00
	Afschrijving	€ 38.090,48
	Onderhoud	€ 11.887,20
	Rente (2,75%)	€ 7.858,13
	totaal	€ 57.835,80
	per ton	€ 8,76
Variabele kosten	Energie	€ 14.775,20
	arbeid	€ 5.516,00
	totaal	€ 20.291,20
	per ton	€ 3,07

Kostprijs per ton	€ 11,84
-------------------	---------

Figuur 15: Vaste- en Variabele kosten hygiëniserie (Starmans, 2002)

4.5 Benutting mestfracties voor de mestverwerkingsplicht.

In dit hoofdstuk is gekeken naar het gebruik van verschillende fracties mest om aan de mestverwerkingsplicht te voldoen. De mestverwerkingsplicht is gebaseerd op de vermesting van de bodem door fosfaat. Om aan de plicht te voldoen met een percentage van het overschot uitgedrukt in kg fosfaat afgezet worden. Het aanwenden van mest op landbouwgrond is beperkt door gebruiksnormen gebaseerd op stikstof in kilogrammen. In de Nederlandse bodem is door de jaren heen een tekort aan kali ontstaan. De beste fractie die afgezet kan worden voor de verwerkingsplicht is de dikke fractie mest. Ten opzichten van drijfmest zit in gescheiden mest meer kilogram fosfaat en stikstof. In dikke fractie stalmest zit daarbij het minste kali. Een scheiding door een vijzelschroefpers produceert de beste dikke fractie. De afzetmarkt van deze dikke fractie is het grootst in het buitenland. In

het buitenland is op plaatsten een te kort aan fosfaat en stikstof of het wordt gebruikt als voeding voor een vergister. Deze dikke fractie kan het beste gehygiëniseerd worden door een roterende trommel om afgezet te mogen worden in het buitenland. De kosten voor hygiëniseren van de mest bedragen €11,84 bij een capaciteit van 6600 ton per jaar. Het meeste voordeel om efficiënter aan de verwerkingsplicht te voldoen wordt behaald door de secundaire scheiding van mest. Het voordeel door de primaire- en secundaire scheiding is dat er minder kali nutriënten in de dikke fractie zitten welke afgezet wordt.

5. Case V.O.F. Schennink

In de vorige hoofdstukken is gekeken naar de mogelijkheden van de verschillende fracties mest bij het bemesten van land, het verwerken tot een kunstmestvervanger en om te kunnen voldoen aan de mestverwerkingsplicht. In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar de bevindingen op een doorsnee melkveebedrijf V.O.F. Schennink welke dikke- en dunne stalvloermest en urine tot de beschikking heeft. Er is gebruik gemaakt van de gegevens over de mestfracties van V.O.F. Schennink.

5.1 Introductie

V.O.F. Schennink is een melkveebedrijf in Zevenaar, Gelderland. Het bedrijf melkt momenteel 130 koeien en heeft 100 stuks jongvee. Begin 2014 is V.O.F. Schennink begonnen met een uitbreiding van het huidige melkveebedrijf. De oude melkveestal dateert uit 1970. Deze stal was sterk verouderd en te krap voor het huidige koppel vee, toen 95 melkkoeien. Door deze redenen is de familie Schennink begonnen met de bouw van een compleet nieuwe melkveestal.

De nieuwe stal voldoet aan de MDV eisen. Dit betekent dat de melkveestal is gebouwd volgens de richtlijnen die zijn opgesteld in het kader van duurzame veehouderij. Een onderdeel daarvan is ammoniak uitstoot. Ammoniak uitstoot komt door mest. Een vloer kan invloed hebben op de emissie van ammoniak. Een emissiearme vloer stoot minder ammoniak uit dan een traditionele roostervloer. Uit financiële overwegingen is gekozen om geen mestopslagkelder onder de stal te bouwen. Achter de melkstal en aan het einde van de stal is een kelder gebouwd. Op den duur komt er een nieuwe mestsilo om aan de gewenste opslag van mest te voldoen. De vloer moest een lage emissie uitstoot hebben en goed beloopbaar zijn voor de koeien. Uiteindelijk zijn ze bij de HCI W5 vloer uitgekomen.

De HCI W5 emissie arme is de vloer met de laagste emissie in Nederland. De afgelopen jaren wordt de vloer steeds meer toegepast. De eerste bedrijven waar de vloer is gemonteerd is, hadden achter de stal een kelder waar alle mest en urine in geschoven werd, waardoor er geen scheiding van mest en urine plaats vond. Het voordeel van primaire scheiding is dat de urine en mest binnen 2 uur van elkaar gescheiden worden, waardoor er geen ammoniak ontstaat.

Een van de USP's van de vloer is de mogelijkheid om de mest en de urine apart van elkaar op te vangen. Het voordeel hiervan is wanneer het bedrijf gaat werken met een mestscheider, de meeste urine al van de mest gescheiden is. Bij V.O.F. Schennink is gekozen voor 2 kelders. Een kelder is bedoeld voor de opslag van urine en 1 kelder voor de opslag van de mest. In de volgende paragrafen wordt het principe uitgelegd. Bij de achterste kelder, waar de mest in opgeslagen wordt, is een mestscheider geïnstalleerd. De dikke fractie wordt gebruikt om in de boxen, waar de koeien in liggen, te strooien, ook wel "Green bedding" genoemd. Dit om geen zaagsel te hoeven inkopen.

5.1.1 Uitleg bestaande situatie.

Hieronder wordt er aan de hand van foto's de huidige situatie uit te leggen.

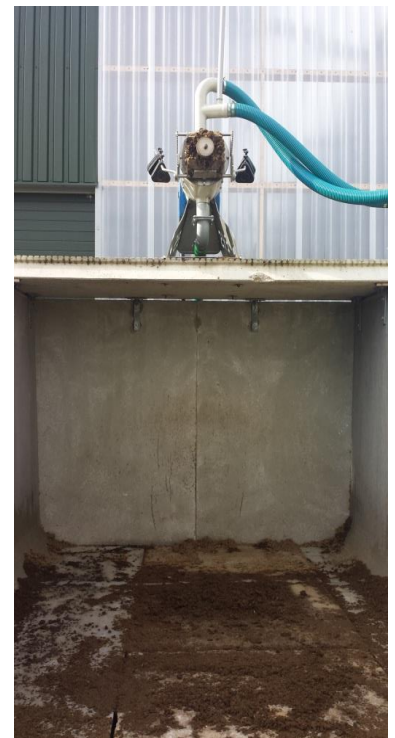


Figuur 16: Overzicht mest en urine stromen HCI W5 vloer (V.O.F Schennink, 2015)

In figuur 16 zijn de meststromen te zien bij de HCI W5 welzijnsvloer. De koeien lopen over deze vloer en doen op een willekeurige plaats hun behoefte. Met de gele pijl is de afvoer van de urinestroom aangegeven. De urine loopt vanaf de buitenkant van de vloer via kleine gootjes naar de hoofdgoot. In de hoofdgoot is ook de ketting voor de mestschuif gemonteerd. De mest, in figuur 16 met een bruine pijl aangegeven, wordt met een schuif naar de kelder achter de stal geschoven. De mestschuif schuift elke 2 uur zodat de mest niet aankoekt op de vloer en zodat er geen ammoniak ontstaat door de aanraking van urine en mest.

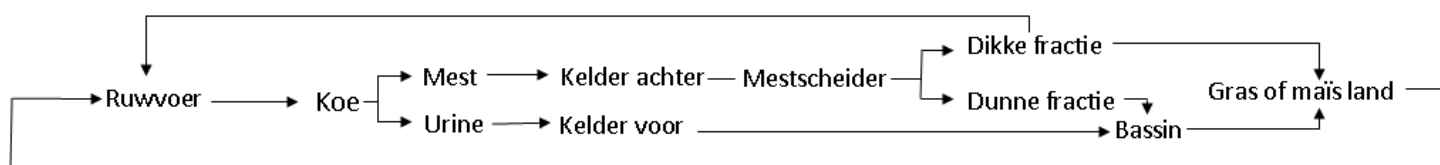
In de mestkelder, achter de stal, zit een mixer om de mest pompbaar te houden. De pomp, pompt de mest naar de mestscheider. De mestscheider is in figuur 17 afgebeeld.

De mestscheider werkt als volgt. Er wordt mest naar de mestscheider gepompt. Een schroefvijzel duwt de mest door een zeef. Door de krachten wordt het water uit de vezels geperst, waardoor er een droge fractie over blijft. Het vocht gaat terug de kelder in.



Figuur 17: Opstelling mestscheider (V.O.F Schennink, 2015)

5.1.2 Meststromen overzicht



Figuur 18: Schematische weergaven stoffen kringloop (V.O.F. Schennink, 2015)

Figuur 18 geeft de meststromen weer bij de nieuwe melkveestal van V.O.F. Schennink

5.1.3. De vloer

De HCI welzijnsvloer W5 is een dichte, hellende profielvloer die is voorzien van gladde urinesleuven onder afschot. Door de urinegoot apart van de plaat te laten afstorten, worden de dikke en de dunne fractie op de plaat van elkaar gescheiden. Met als resultaat een reductie van de ammoniakemissie. De goot is gecreëerd door insparingen aan de zijkanten van de plaat. De mestscheiding is mogelijk door het afschot van de urinesleufjes in de plaat.

Nummer voor RAV-notering: BWL 2012.04

7,7	kg/NH ³	Per dierplaats bij opstallen
6,7	kg/NH ³	Per dierplaats bij beweiden

Figuur 19: Ammoniakemissie van de HCI W5 welzijnsvloer (HCI, 2013)

De HCI welzijnsvloer W5 is gestort met zelf verdichtende beton en verhard in de mal. De betonkwaliteit is C45/55 en gebaseerd op milieuklasse XA-3. HCI betonelementen zijn ontworpen volgens de Europese norm NEN-EN 12737.(HCI, 2013)

5.2 Bemesting

Onder hoofdstuk 2 is onderzocht of het toepassen van gescheiden fracties voordelen biedt bij het bemesten van gras en maïs percelen. Door het opstellen van een bemestingsadvies is naar voren gekomen dat het voordelen biedt bij bemesting van verschillende fracties mest. Van V.O.F Schennink zijn gegevens bekend welke gebruikt kunnen worden voor het uitvoeren van het bemestingsadvies. In paragraaf 5.2 wordt er gekeken naar de uitvoering van het bemestingsadvies.

Dikke fractie stalvloer mest		
Droge stof	kg /ton	274
Stikstof	kg /ton	4,62
Fosfor	kg /ton	0,9
Fosfaat	kg /ton	2,06
Kalium	kg /ton	5

Dunne fractie stalvloer mest		
Droge stof	kg/ ton	105
Stikstof	kg/ ton	4,35
Fosfor	kg/ ton	0,7
Fosfaat	kg/ ton	1,6
Kalium	kg/ ton	5,7

Urine		
Droge stof	kg/ton	90
Stikstof	kg/ton	4,9
Fosfaat	kg/ton	1,8
Kalium	kg/ton	6,8

Figuur 20: Gehaltes verschillende meststromen. (V.O.F Schennink, 2015)

In figuur 4 en figuur 20 zijn de gehalten van de verschillende mestfracties weergegeven. Met deze gehalten is berekend de hoeveelheid en geanalyseerd welke fractie gebruikt kan worden.

Vervolg bemesting					
Grasland					
Fosfaattoestand		Laag	Voldoende		Hoog
Kalitoestand		alle	laag	voldoende	alle
Voor eerste snede	Maai perceel	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m³/ha	dikke fractie 24,5 ton/ha	dunne fractie 21 m³/ha
Bemesting na 1e snede. Richtlijn voor komende 4 bemestingen	Zonder derogatie 170 kg/ha	dikke fractie 3,1 ton/ha	dun 2,9 m³/ha met urine 1,5 m³/ha	dunne fractie 3,3 m³/ha	dun 2,9 m³/ha met urine 1,5 m³/ha
	Met derogatie 250 kg/ha	dikke fractie 7,5 ton/ha	dun 5,8 m³/ha met urine 2,9 m³/ha	dunne fractie 7,8 m³/ha	dun 5,8 m³/ha met urine 2,9 m³/ha

Figuur 21: Bemestingsadvies vervolg snedes met gescheiden fracties.

Figuur 16 geeft een bemestingsadvies weer voor het toepassen van gescheiden fractie mest. Aan de hand van de bodemonsters in bijlage 2 kan er berekend worden hoeveel mest er nodig is bij V.O.F. Schennink.

	Snede	Fosfaat toestand	Kali toestand	Soort fractie	Bemestings advies	Hecates	hoeveel fractie in m³	
Maïs land		laag	hoger dan	dun	29,5 m³/ha	2,5	73,75	dun
	i.p.v. kunsmest, urine bemesten			urine	24,5 m³/ha		61,33	urine
Grasland maaien	1	Laag	hoger dan	dik	24,5 m³/ha	15	367,5	dik
	4			dik	7,5 m³/ha		450	dik
Grasland weiden	1	hoog	hoger dan	dun	12,6 m³/ha	4,5	57,96	dun
	4			dun	5,8 m³/ha		104,4	dun
	4			urine	2,9 m³/ha		55,68	urine
Grasland weiden	1	laag	hoger dan	dik	14,7 m³/ha	18	264,6	dik
	4			dik	7,5 m³/ha		540	dik

Figuur 22: Mestbenutting V.O.F Schennink

In figuur 22 is een overzicht afgebeeld over de uitwerking van het bemestingsadvies uit figuur 21 weergeeft. De percelen zijn ingedeeld in maïsland, grasland wat gemaaid wordt met een lage fosfaattoestand en een hogere kalitoestand, grasland met een hoge fosfaat toestand en hogere kalitoestand en grasland met een lage fosfaattoestand en hogere kalitoestand. Aan de hand van de fosfaat- en kalitoestand van het land is een advies gegeven in mestfractie en hoeveelheid mestfractie. Bij maïsland wordt een advies gegeven van dunne fractie mest, daarbij werd vroeger

kunstmest gestrooid, nu met de scheidingstechnieken is er urine voorhanden welke lijkt op kunstmest. Het is daarom mogelijk de stikstof gebruiksnorm van 250 kg stikstof per hectare aan te vullen met urine.

Totaal				
	Hoeveelheid in m ³	N in kg	P in kg	K in kg
Dikke fractie	1622	7462	3406	8111
Dunne fractie	236	1039	378	1346
Urine	117	573	211	796
Totaal	1975	9074	3995	10252
Drijfmest	2388	9074	3343	13611

Figuur 23: Totale bemesting V.O.F. Schennink

In figuur 23 is af te lezen hoeveel fractie en hoeveel kilogrammen nutriënten er nodig zijn om te aan te wenden volgens het bemestingsadvies. In totaal kan er 40 hectare keer de gebruiksnorm van 250 kg stikstof is 100000 kg stikstof aangewend worden. Omdat een aantal percelen geweid worden, wordt een deel van stikstof willekeurig door de koeien aangewend, dit is buiten beschouwing gelaten.

Onderaan de tabel in figuur 23 is af te lezen hoeveel drijfmest er gebruikt kan worden met dezelfde hoeveelheid stikstof. Er kan met het bemesten 413 m³ meer drijfmest geplaatst. Daaruit is op te maken dat er minder hoeveelheid mest nodig is, de mestfracties zijn geconcentreerder. Uit de analyse van de percelen van V.O.F Schennink onder bijlage 2 is te vinden dat de percelen een ruime kalitoestand hebben. Door de mestfracties aan te wenden wordt er minder kali aangewend.

5.3 Mestverwerkingsplicht

Melkveebedrijf V.O.F. Schennink heeft een mestoverschot. Een deel van dit mestoverschot moet verwerkt worden.

5.3.1 Mestproductie

Op het bedrijf V.O.F. Schennink zijn op het moment 128 melkkoeien, 60 pinken en 40 kalveren aanwezig. De melkkoeien geven 9500 liter melk per jaar. Het Ureum getal is 19. De stikstof excretie volgens de BedrijfsEXcretiewijzer afgekort BEX is 15536 kg/jaar en de fosfaat excretie volgens de BEX 4910 kg/jaar.

5.3.2 Plaatsingsruimte

V.O.F Schennink heeft 40 hectare land in gebruik, deels bezit en deel gepacht. Dit land betreft 33 hectare grasland fosfaat laag, 4,5 hectare grasland fosfaat hoog en 2,5 hectare maïsland fosfaat laag. Het bedrijf doet mee aan derogatie. Dit betekent dat het bedrijf 250 kg/N/ha mag aanwenden op het land. De fosfaat toestand op het land is midden tot laag, er wordt daarom gerekend met een norm van 93 kg/P₂O₅/ha. De totale plaatsingsruimte van fosfaat en stikstof zijn: 10000 kg stikstof en 3720 kg fosfaat.

5.3.3 Overschot

De stikstof excretie zoals te lezen is in paragraaf 5.3.1 is, is 15536 kg/N/ jaar en de plaatsingsruimte 10000 kg/N/jaar. Dit is een overschot van 5536 kg/N. De excretie van fosfaat is 4910 kg/ P₂O₅/ jaar en de plaatsingsruimte is 3720 kg/P₂O₅/jaar, dit is een overschot van 1190 kg/P₂O₅

5.3.4 Afvoer

Zoals in paragraaf 5.4.3. te lezen is heeft V.O.F. Schennink een overschot van 5536 kg/N/jaar en 1190 kg/P₂O₅. Het bedrijf is gevestigd in het oosten van Nederland en valt daardoor onder concentratiegebied oost. Dit betekend dat het bedrijf in 2015, 30% van zijn overschot moet verwerken.

Overschot	N	5536 kg
Overschot	P2O5	1190 kg
Af te voeren		30%
	N	1660,8 kg
	P2O5	357 kg

	Mineralen concentraat	Drijfmest	Dikkefractie	Dunnefractie	Urine	
Stikstof	11,2	3,8	4,62	4,35	4,9	kg/ ton
Fosfaat	0,64	1,4	2,06	1,6	1,8	kg/ ton
Kalium	19,08	5,7	5	5,7	6,8	kg/ ton
Hoeveelheid mest		255,0	173,3	223,1	198,3	ton
Stikstof		969,0	800,7	970,6	971,8	kg
Fosfaat		357,0	357,0	357,0	357,0	kg
Kalium		1453,5	866,5	1271,8	1348,7	kg

Figuur 24: Overzicht hoeveelheid afvoer mest op basis van gehalten (V.O.F Schennink, 2015)

In figuur 24 is een overzicht te vinden waar aan de hand van de gehalte in de mest de hoeveelheid mest fractie berekend is wat afgevoerd moet worden. Het streven is om de juiste verplichte hoeveelheid mest en zo min mogelijke overige nutriënten af te voeren. De overige nutriënten dragen bij aan een betere bemesting, waardoor een gewas beter gaat groeien. Dikke fractie is de beste mest fractie om af te voeren, omdat bij de afvoer van dikke fractie de minste hoeveelheid kalium wordt afgevoerd.

In figuur 24 is het verschil te zien tussen dikke- en dunne fractie en drijfmest. Het verschil in hoeveelheid af te voeren mest aan de hand van de gehalten. Door het afvoeren van dikke fractie hoeft er 81,7 ton minder mest afgevoerd in vergelijking tot drijfmest. Daarbij blijft er 587 kg kalium op het bedrijf, welke gebruikt kan worden voor de bemesting van gewassen. Het levert in geval van V.O.F. Schennink voordeel

op om dikke fractie af te zetten in kader van het mestoverschot en de verwerkingsplicht ten opzicht van het afzetten van drijfmest. (Middelkoop, 2013).

In paragraaf 4.4 is een berekening gemaakt over de kosten om mest te hygiëniseren. De bewerking van mest door een roterende trommel heeft de voorkeur gezien de lage kosten en de lage capaciteit. Deze uitvoering heeft een capaciteit van 6600 ton per jaar. In figuur 25 is een overzicht van de kosten afgebeeld. In het geval van V.O.F. Schennink moet er 173,3 ton mest verwerkt worden. Om zelf een machine aan te schaffen zou 2,6% van de capaciteit benut worden.

In figuur 25 is de kostprijsberekening van een roterende mesttrommel afgebeeld. Bij een volledige benutting van de capaciteit is de kostprijs voor het hygiëniseren van mest is €11,84 per ton mest. Hygiëniseerde fractie brengt €5 per ton op in het buitenland volgens A. Prinzen (mondelinge uitleg 12 juni 2015). Bedrijven produceren om winst te maken, bovenop de kostprijs wordt een winstmarge toegevoegd van €2,- per ton bewerkte mest. De bewerkingsprijs van mest wordt, €11,84-€5= €6,84+ €2,- per ton, €8,84 per ton mest zijn.

In het geval van V.O.F. Schennink zou dit €8,84x173.3= €1532,- kosten.

Capaciteit 6600 ton/jaar		
Vaste kosten	Trommel	€ 204.000,00
	Scheider	€ 30.000,00
	Besturing	€ 45.000,00
	Toebehoren	€ 6.750,00
	Investering	€ 285.750,00
	Afschrijving	€ 38.090,48
	Onderhoud	€ 11.887,20
	Rente (2,75%)	€ 7.858,13
	totaal	€ 57.835,80
	per ton	€ 8,76
Variabele kosten	Energie	€ 14.775,20
	arbeid	€ 5.516,00
	totaal	€ 20.291,20
	per ton	€ 3,07

Kostprijs per ton	€ 11,84
-------------------	---------

Figuur 25: Kostprijsberekening roterende trommel (Starmans, 2002)

5.4 Kunstmestvervanger

Onder paragraaf 5.2 is het bemestingsplan van V.O.F. Schennink te lezen met toepassing van de verschillende fracties. Onder 5.3.4. is er te lezen hoe groot het

aanwezige mest overschot is op het bedrijf. In hoofdstuk 3 zijn de mogelijkheden besproken op het gebied van mestverwerking en het ontstaan van een mineralenconcentraat welke kan dienen als een kunstmestvervanger. Zoals in paragraaf 3.3 onderzocht, zijn de kosten voor het verwerken van mest naar een fosfaat houdende dikke fractie, water en mineralenconcentraat €12,- per verwerkte m³ mest.

In paragraaf 5.3.4. is er berekend dat er 173.3 ton mest moet worden verwerkt. Dit is berekend op basis van het teveel aan fosfaat op het bedrijf. Hiervoor is afvoer van dikke fractie de beste keuze. Deze keuze is gemaakt omdat er op deze manier de juiste hoeveelheid fosfaat wordt afgevoerd en zo min mogelijk kalium.

Mestbewerkingsinstallaties zijn gericht op de afvoer van fosfaat uit de mest. Een mestbewerkingsinstallatie produceert mineralenconcentraat welke rijk is aan stikstof en kalium. Deze mineralenconcentraat kan gebruikt worden voor de bemesting van het land. Gegevens van mestbewerkingsinstallaties geven weer dat er 1% van de fosfaat uit de ingevoerde mest terecht komt in het mineralenconcentraat. De gehele massabalans is in bijlage 3 afgebeeld.

Indien het mineralenconcentraat gebruikt wordt op het bedrijf moet er een deel mestfractie extra verwerkt worden om de ontvangen hoeveelheid fosfaat te compenseren. Bij V.O.F. Schennink moest er 357 kg fosfaat verwerkt worden wat in 173.3 ton dikke fractie zit. Zoals af te lezen in figuur 26 moet er 3% of meer dikke fractie mest verwerkt worden om minimaal 1,9 m³ concentraat te produceren voor bemesting. Dit is gebaseerd op de afvoer en aanvoer van fosfaat. Concentraat is geconcentreerde meststof zoals te zien is in figuur 27. Vergeleken met dunne fractie zit er in het mineralenconcentraat 3 x meer kg stikstof per ton.

% meer verwerken	3,0%
Hoeveelheid ton	173,9
Hoeveel P2O5 in kg	358,2
P2O5 afgevoerd in kg	357,0
P2O5 in kg terug in concentraat	1,2
M ³ concentraat	1,93

Figuur 26 geeft weer hoeveel ton mest er extra bewerkt moet worden om mineralenconcentraat te kunnen gebruiken op het bedrijf. Er moet een extra hoeveelheid fosfaat verwerkt worden. Met mineralenconcentraat komt 1% fosfaat per kuub terug. Als er 3% meer mest bewerkt wordt, dit is 173,9 ton mest kan er mineralenconcentraat gebruikt worden op het bedrijf. Vanaf die hoeveelheid kan mineralenconcentraat vanaf 1,93 m³ gebruikt worden op het bedrijf. Er komt dan 1,2 kg fosfaat terug op het bedrijf.

Figuur 26: Extra verwerking

Mineralen concentraat			1,9 m ³ = 1,9 ton	
Stikstof	11,2	kg/ ton	21,6	kg
Fosfaat	0,64	kg/ ton	1,2	kg
Kalium	19,08	kg/ ton	36,8	kg

Figuur 27: Hoeveelheid en samenstelling mineraleconcentraat.

De kostprijs voor het verwerken van mest is €12. Verwerkingsinstallaties verwerken mest om winst te maken, daarom komt bij de kostprijs een geschatte winst van €2, - per verwerkte m³ mest. De mestbewerkingsprijs komt dan op €14/m³. Dit betekend voor V.O.F. dat het bedrag voor het verwerken van 173.3 m³ mest x €14= €2426,2 is. Wanneer er mineralenconcentraat gebruikt kan worden, waardoor er 3% meer mest verwerkt moet worden de kosten op 173,9 m³ x €14 = €2434,6 uitkomen. Wat een kostprijs van het mineralenconcentraat meebrengt van €8,4/1,9m³= €4,42/m³

6. Discussie

In dit hoofdstuk wordt er gediscussieerd of de informatie in het rapport de hoofdvraag kan beantwoorden en of de informatie betrouwbaar is.

Door de steeds scherper wordende gebruiksnormen en de mestverwerkingsplicht mag er minder mest aangewend worden op het land. Uit de opgestelde schema's in het hoofdstuk bleek dat een efficiëntere benutting van de mineralen door het aanwenden van gescheiden mestfracties mogelijk was. Bij de uitvoering van het bemestingsadvies moeten melkveehouders gaan rekenen, de samenstelling van mest kan veranderen, waardoor het bemestingsadvies veranderd. Daarbij moet ook gelet worden op wat koeien aanwenden op het land. Er is veel ervaring over het aanwenden van drijfmest. Uit de literatuur blijkt dat mest fracties beter in spelen op de behoeftes van het perceel. Verder praktijkonderzoek moet uitwijzen of de verschillende fracties daadwerkelijk beter bemesten. Gegevens over de gehalten van de mestfracties komen van verschillende bedrijven. Om meer informatie over verandering van gehalten door het toepassen van primaire- secundaire scheiding te kunnen opmaken, zal een onderzoek met dezelfde mest worden uitgevoerd.

De laatste jaren zijn bedrijven bezig met het ontwikkelen van een mestbewerkingssysteem. Het uiteindelijke doel is mest scheiden in een dikke fractie met veel fosfaat, mineralenconcentraat als een soort kunstmest en water. Een doorbraak in de ontwikkeling van deze installaties moet nog plaatsvinden. Dit heeft mede te maken met de overheid, die geen kunstmestvervangers goedkeurt. Door gebruik te maken van primaire- en secundaire scheiding kan de urine eenvoudiger tot een mineralenconcentraat bewerkt worden, omdat er weinig onopgeloste stoffen in zitten, behoeft urine niet de volledige bewerking. De vraag is of het systeem werkt met alleen urine en waar bestaat het eindproduct uit. De kostprijs voor het verwerken van een kuub mest is gebaseerd op een aantal pilotprojecten. Over deze projecten is weinig recente informatie te vinden. Er wordt niet gesproken over een aanvoerprijs. Een winstmarge, afzetkosten of extra bewerkingstappen kunnen de prijs doen stijgen. De haalbaarheid van een bewerkingsinstallatie op een melkveebedrijf is klein. Bewerkingsinstallaties testen met een grote capaciteit, meer dan een melkveebedrijf produceert. Door ontwikkeling zouden kleinere installatie ontworpen kunnen worden. Het voordeel van een kleine installatie dat er minder transport hoeft plaats te vinden en geen mest van andere bedrijven bij elkaar komt, waardoor er minder ziekte overdracht is. Elk bedrijf heeft zijn eigen kringloop door de mineralen te recylen.

In 2014 is de mestverwerkingsplicht ingevoerd. Melkveehouders zijn gericht gaan kijken hoe er op een efficiënte manier aan deze verplichting kan worden voldaan. Efficiënt in de zin van hoe er zo min mogelijk mest kan worden afgevoerd en de meeste nutriënten op het bedrijf blijven, voor de bemesting van de gewassen. Door het toepassen van gescheiden fracties mest is het mogelijk om gerichter een mestfractie af te zetten. Dikke fractie was daarbij de beste keuze om af te zetten. Er zat geen verschil in hoe deze mest gescheiden was, secundair of primair- en secundair. Bij het maken van deze keuze is gekeken naar de gehalten van de mestfracties. Er is niet gelet op de kosten of extra kosten. De mest moet eerst gescheiden worden. Zoals eerder is besproken moeten de gescheiden fracties getest

worden in de praktijk of deze afzonderlijk ook goed bemesten. De keuze welke fractie afgezet moet worden kan veranderen. De afzetmarkt van mest is hoofdzakelijk gebaseerd op drijfmest, omdat dit nu veel wordt toegepast. Door het aanbieden, afvoeren van dikke fractie waarin een andere verhouding nutriënten zit, kunnen andere afzetmarkten interessant worden. In dikke fractie zit een mindere hoeveelheid water ten opzichten van drijfmest, waardoor vervoer van deze fractie minder kostbaar is. Daardoor kunnen andere afzetmarkten interessant worden. Als de bewerkingsinstallaties gaan functioneren zal er meer gekeken worden naar hygiënisatie van dikke fractie. Er is nu weinig onderzoek gedaan omdat de meeste mest als drijfmest fractie wordt geëxporteerd. Drijfmest is makkelijker te hygiëniseren door het grotere water aandeel in de mest. Het kan ook interessant worden voor fabrikanten om hygiënisatie installaties voor melkveebedrijven te ontwikkelen indien er secundaire scheiding wordt toegepast.

Bij het bemestingsadvies voor V.O.F. Schennink is gekeken naar de gehalten van de primair- en secundair gescheiden mest. Om een goed beeld over de gescheiden fracties geven zou het plan moeten worden uitgevoerd. Voor het uitvoeren moeten alle mestfracties aanwezig zijn van het bedrijf. Ook kan er naar de kosten gekeken worden. Met die informatie kan opgemaakt worden of het primair en secundair scheiden van mest en het aanwenden van deze fractie volgens de behoefte van het perceel voordelen biedt.

7. Conclusie

De conclusies met betrekking tot bemesting:

- Door het aanwenden van gescheiden fracties zijn de nutriënten beter te benutten.
- Nadeel van het aanwenden van de verschillende fracties is dat het aanwenden uitbesteed moet worden aan een loonwerker.
- De kosten voor het aanwenden van de gescheiden fractie verschillen met drijfmest. Urine en mineralenconcentraat aanwenden is 20% duurder per hectare en het aanwenden van dikke fractie is 50% goedkoper ten opzichten van drijfmest.
- Een betere bemesting is mogelijk door de verschillende fracties mest, omdat er beter kan worden ingespeeld op de behoefte van het perceel en gewas.
- Het grootste verschil tussen secundair en primair- en secundair scheiden is het afscheiden van urine van de mest.
- Urine lijkt op een kunstmest, omdat deze veel stikstof en kali bevat.

De conclusies met betrekking tot de bewerking van een mest fractie naar een kunstmestvervanger:

- Er zijn op dit moment geen duidelijke voorwaarde gesteld aan een kunstmestvervanger, omdat dit nog niet is goedgekeurd door de overheid.
- Gezien de capaciteit en de kosten van een mestverwerkingsinstallatie is het niet rendabel voor een primair bedrijf een installatie op te zetten. Samenwerking van meerdere bedrijven zal een uitkomst zijn.
- Het is mogelijk om een gescheiden fractie mest te verwerken tot een kunstmestvervanger.
- Urine is het eenvoudigst om te verwerken tot mineralenconcentraat, omdat deze fractie niet alle stappen hoeft te doorlopen.
- Welke fractie, is afhankelijk van het primair bedrijf gezien het betreffende mestoverschot en gebruiksnormen.
- De kostprijs geeft een indicatie weer over de aanvoerprijs, winstmarge en afzetkosten bepalen de uiteindelijke aanvoerprijs.

De conclusies met betrekking tot de afzet van de verschillende fracties en de mestverwerkingsplicht:

- De roterende trommel is de efficiëntste techniek voor de hygiënisatie van mest.
- Een bewerkingsinstallatie voor de verwerking van mest is niet rendabel op primair bedrijfsniveau. Een samenwerking met meerdere bedrijven zal uitkomst bieden.
- Door primair- en secundair te scheiden komt er, in vergelijking tot secundaire scheiding, van het totale fosfaat minder in de dikke fractie terecht, en zal er meer hoeveelheid dikke fractie stalvloermest moeten worden afgezet voor de verwerkingsplicht.
- Door de verschillende fractie is het mogelijk om zo min mogelijk bruikbare nutriënten af te zetten voor de verwerkingsplicht.

8. Aanbeveling

Bedrijfsspecifieke aanbevelingen:

- Bij het doorvoeren van de gegeven informatie moet rekening gehouden worden met de bedrijfsspecifieke gegevens om tot een realistisch resultaat te komen.
- De bruikbaarheid van verschillende fracties mest is onderzocht. Mestbewerkingsinstallaties op primair bedrijfsniveau kan verder onderzocht worden.

Algemene aanbevelingen:

- Een bedrijfsadviseur of mest intermediair kan de bedrijfsspecifieke benutting van verwerkingsproducten eigen maken, om zo advies te geven aan veehouders.
- Een advies over de toepassing van verschillende fracties mest is gegeven. Onderzoek naar de uitvoerbaarheid en resultaat van de fractie moet nader onderzocht worden.
- Onderzoek naar de effecten van bemesting met verschillende fracties kan uitgevoerd worden. Dit onderzoek is gericht op de bruikbaarheid van de verschillende fracties.
- Dit onderzoek is gericht op het primaire melkveehouderijbedrijf. Verder onderzoek naar de uitvoerbaarheid van mestbewerkingsinstallaties voor alle veehouderijbedrijven kan interessant zijn voor het verdienmodel.
- De bruikbaarheid van het mineralenconcentraat als kunstmestvervanger wordt beperkt door de gebruiksnormen stikstof. Onderzoek naar de verdere splitsing van de nutriënten voor bemesting zou interessant zijn.
- Verder onderzoek naar kunstmestvervangers is van groot belang om het mestbewerken rendabel te maken.
- De afzet van het mestproduct voor de mestverwerkingsplicht kan mogelijk uitgebreid worden als er meerdere markten voor zijn, dit is nog niet bekend.

Bronnenlijst

- Buisonje, de, F.E, Melse, R.W, Verdoes, N, Willers, H.C. (2004) Quickscan voor bewerken en verwerken van dierlijke mest. Geraadpleegd op 21 oktober 2015 http://www.goudvoorgroenlo.nl/uploads/images/TA8_QuickScanDierlijkemest.pdf
- BLGG, (2013) Steeds minder kalium in mest en bodem. Geraadpleegd op 4 december 2015, <http://blgg.agroxpertus.nl/expertise/bemesting/artikelen/steeds-minder-kalium-mest-en-bodem>
- Duyndam, A. et al. (2008). Kunstmest. Geraadpleegd op 20-oktober-2015, http://www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/Kunstmest-246_1.pdf
- Centraal bureau voor de statistiek (2014). Melkveebedrijven blijft vrij stabiel. Geraadpleegd op 12 oktober 2014, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/landbouw/publicaties/landbouw-vogelvlucht/sectoren-landbouw/2012-livv-melkvee.htm>
- Centraal bureau voor de statistiek(2015). Rundveestapel. Geraadpleegd op 4 mei 2015, <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=80274NED&D1=a&D2=%28I-3%29-I&HD=130211-1308&HDR=G1&STB=T>
- Compendium voor de leefomgeving (2014). Vermestende depositie. Geraadpleegd op 12 november 2014, <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0189-Vermestende-depositie.html?i=14-66>
- EG verordening (2003), Fysische concentreringsprocessen. Geraadpleegd op 20 oktober 2015. <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/nl.pdf>
- Europa NU (2015). Afschaffing melkquota. Geraadpleegd op 1 oktober 2015, http://www.europa-nu.nl/id/vht7nbdii8qv/afschaffing_melkquota
- HCI (2013). Welzijnsvloer W5. Geraadpleegd op 28 november 2014, <http://www.hcibeton.nl/Agrarischesector/Producten/page.aspx/409?CID=6&SCID=10&PID=275>
- Hoeksma, P., Buisonje, F.E. de, Ehlert, P.A.I, Hoorvorts. (2011). Mineral concentrates from animal slurry. Gedownload op 20 oktober 2015, <http://edepot.wur.nl/177153>
- Hoeks, P. et al. (2012). Adviesbemesting. Geraadpleegd op 12 oktober 2015, <http://www.bemestingsadvies.nl/bemestingsadvies/Adviesbasis%20maart%20I%202012%20def.pdf>
- Hoop, J.G. et al (2011). Mineralenconcentraten uit mest. Geraadpleegd op 27 oktober 2015, <http://edepot.wur.nl/177108>
- Horst, M. ter. (2015). Minder landbouwgrond verhandeld. Geraadpleegd op 15 oktober 2015, <http://www.boerderij.nl/Home/Nieuws/2015/6/Minder-landbouwgrond-verhandeld-1784703W/>
- Kasper, G.J, Horrevorts, J.H. (2007) Mestexport vanuit Nederland, geraadpleegd op 21 oktober 2015, <http://edepot.wur.nl/38948>
- Middelkoop, J.C. van, Boer, D.J. den, Holshof, G. (2013). Optimale inzet voor mest, mestproducten en kunstmesttypen op melkveebedrijven. Geraadpleegd op 9 oktober 2015 van, <http://edepot.wur.nl/279967>
- Meijer, G.A.L, Klein Teeselink, H, Stroomer, J.C.J. (2008) Strategische verkenning

- co-vergisting van mest, Geraadpleegd op 21 oktober 2015, <http://www.gerwinmeijer.nl/publications/covergisting08.pdf>
- Rijksdienst Nederland. (2015) Derogatie. Geraadpleegd op 26 augustus 2015, <https://mijn.rvo.nl/derogatie>
- Rijksdienstoverheid (2015). Mestverwerkingsplicht landbouwer. Geraadpleegd op 26 augustus 2015, <https://mijn.rvo.nl/mestverwerkingsplicht-landbouwer>,
- Rijksoverheid. (2015). Maatregelen tegen mestoverschot. Geraadpleegd op 26 augustus 2015, <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/mest/inhoud/mestoverschot-terugdringen>,
- Schroder, J., (2014). Mineralenconcentraat werkt als kunstmest. Geraadpleegd op 14 oktober 2015 <http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Mineralenconcentraat-werkt-als-kunstmest.htm>
- Stoop, B.(2008). Regelgeving en mestregistratie om mestoverschot terug te dringen. Geraadpleegd op 21 september 2015, <http://www.animalfreedom.org/paginas/informatie/mestprobleem.html>,
- Starmans, D.A.J, Verdoes, N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij, composteren in een roterende trommel. Geraadpleegd op 21 oktober 2015, https://www.researchgate.net/publication/40129404_Mestverwerking_varkenshouderij_Mestscheiding_en_microfiltratie_Dirven_te_Someren
- Vermaas, M. (2013). Meer nieuwe melkveestallen in 2013. Geraadpleegd op 15 oktober 2015, <http://www.boerderij.nl/Rundveehouderij/Nieuws/2014/6/Meer-nieuwe-melkveestallen-in-2013-1544323W/>
- Zuivelonline (2015). Melkproductie in Nederland vanaf 1956 tot 2015. Geraadpleegd op 05 mei 2015, <http://www.zuivelonline.nl/?pageID=55>

Online boek:

Willems, J, Schijvel, M. van, Grinsven, H. van, Kragt, F, Zeijts, H. van, Dam, J. van, Born, J. van den, Sluis & S. van der. (2012). Evaluatie meststoffenwet 2012. Gedownload van: <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2012-evaluatie-meststoffenwet-2012-hoofdrapport-624.pdf>,

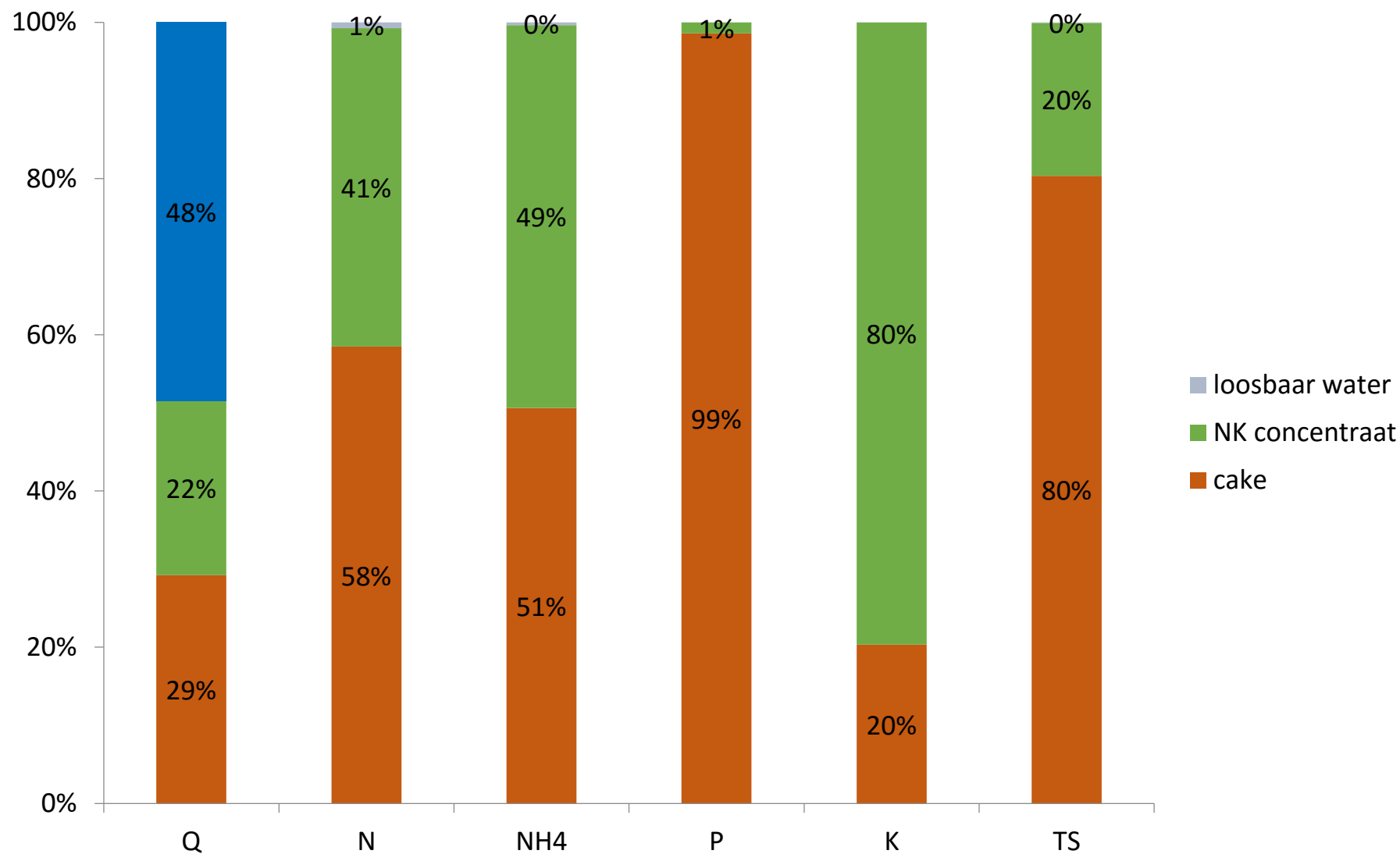
Bijlage 1: Overzicht gegevens mestbewerkingsinstallaties (Hoeksma, 2011)

	Grondstoffen	Verwerkingscapaciteit	Werkelijk verwerkt	Toegepaste techniek proces					Eindproducten	Kosten				Opbrengsten	
		ton/ jaar	ton/ jaar	Voorbehandeling	Mechanische scheiding	Vaste fractie behandeling	Vloeibare fractie behangeling	Omgekeerde osmose		Variabele kosten per aangevoerde ton mest	Vaste kosten per aangevoerde ton mest	Kosten afzet eindproduct per aangevoerde ton mest	Totale kosten per aangevoerde ton mest	Werkelijke ontvangen aanvoerprijs	Kosten installatie ontvangen aanvoerprijs
Bedrijf A	Varkens- en Pluimveedrijfmest, snijmaïs en Co producten	67500	50000	Co vergisting Mesofiel 60 d	Centrifuge	n.v.t.	Ultrafiltratie Keramisch mem.	Toray 12m3/uur	Vaste fractie Digistaat UF concentraat Ro concentraat RO permeaat (riool)	€ 3,40	€ 4,10	€ 5,50	€ 13,00	€ 11,50	€ -1,50
Bedrijf B	Varkensdrijfmest	50000	50000	n.v.t.	Zeeffbandpers	n.v.t.	Flotatie	Hydranautics 17m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (opp. Water	€ 5,00	€ 2,50	€ 0,20	€ 7,70	€ 4,00	€ -3,70
Bedrijf C	Varkensdrijfmest	25000	30000	n.v.t.	Zeeffbandpers	n.v.t.	Flotatie	Hydranautics 6m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (riool)	€ 4,10	€ 3,20	€ 4,80	€ 12,10	€ 14,40	€ 2,30
Bedrijf D	Varkensdrijfmest	10000	10000	n.v.t.	Vijzelpers	n.v.t.	Flotatie	Hydranautics 2m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (eigen bedrijf)	€ 4,00	€ 2,40	€ 3,60	€ 10,00	€ 16,00	€ 6,00
Bedrijf E	Varkensdrijfmest	5000	5000	n.v.t.	Vijzelpers	n.v.t.	Flotatie	Hydranautics 2m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (eigen bedrijf)	€ 8,00	€ 6,40	€ 4,40	€ 18,80	€ 16,00	€ -2,80
Bedrijf F	Varkensdrijfmest	25000	70000	n.v.t.	Zeeffbandpers	n.v.t.	Flotatie	Toray 10m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (riool)	€ 2,40	€ 1,90	€ 4,10	€ 8,40	€ 15,00	€ 6,60
Bedrijf G	Varkensdrijfmest	10000	12000	n.v.t.	Zeeffbandpers	n.v.t.	Flotatie centrifuge	Hydranautics 1,8m3/uur	Vaste fractie Concentraat RO Permeaat RO (riool)	€ 4,7	€ 1,80	€ 2,30	€ 8,80	€ 12,00	€ 3,20
Bedrijf H	Rundveedrijfmest, Snijmaïs en Co-producten	15000	7000	Co vergisting mesofiel 33 d	Centrifuge	n.v.t.	Ultrafiltratie Keramisch mem.	FilmTec 2m3/uur	Vaste fractie Concentraat UF Concentraat RO Permeaat RO (opp. Water)	€ 7,5	€ 6,30	€ 2,10	€ 15,90	€ 15,00	€ -0,90

Bijlage 2 Grondmonsters V.O.F. Schennink (V.O.F. Schennink, 2015)

Perceel nr Plaats Gewas Datum		1 Acht links Maïs mei-12	2 Acht mid Gras dec-13	3 N weg 1 Gras dec-13	4 N weg 2 Gras dec-13	5 zeegers Gras mrt-09	6 BR R rechts Gras jan-15	7 BR R links Gras jan-15	9 BR L Gras dec-13	10a DBW voor Gras dec-13	10b DBW acht Gras dec-13	11 grefkamp Gras dec-13	Gemiddelde
Stickstof totaal	mg N/kg	6520	7200	3220	4420	2420	3890	4100	4820	5590	5110	5030	4756,4
C/N ratio		10	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8,1
N leverend vermogen	kg N/ha	286	250	153	194	125	165	172	213	235	218	215	202,4
Ammonium N	mg NH ₄ - N/kg	5											
Nitraat N	mg NO ₃ - N/kg	198,1											
Stickstof mineraal	kg N (NO ₃ +NH ₄)/ha	477											
S totaal bodemvoorraad	mg S/kg		1090	480	590	410	630	620	650	740	680	680	657,0
C/S ratio			55	55	62		51	52	56	63	60	59	57,0
S leverend vermogen	kg S/ha		22	13	15	8	16	16	16	17	16	16	15,5
P beschikbaar P-PAE	mg P/kg	5,5	9,1	1,9	2,8	1,4	0,5	1,1	2,6	2,8	2	2,8	3,0
P voorraad P-AI	mg P ₂ O ₅ /100g	51	41	25	21	51	19	23	38	24	22	27	31,1
P buffering			5	13	8				11	9	8	10	9,1
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	72	80	38	41		22	30	44	43	40	45	45,5
K beschikbaar	mg K/kg	277	277	121	153	95	35	82	75	115	118	176	138,5
K getal		54	39	32	34	43			23	24	27	35	34,6
K voorraad	mmol+/kg	13,8	14,8	8,9	9,5		5	8,3	7,7	10,9	13,1	11,6	10,4
Mg beschikbaar	mg Mg/kg	486	519	294	359		380	482	386	473	459	423	426,1
K/Mg ratio			12,2	7,1	8,1		1,8	3,7	3,8	5,3	5,5	8,6	6,2
Zuurgraad	PH	5,9	5,8	6	5,7	6,7	6,3	5,9	5,8	5,7	5,6	5,4	5,9
C organisch	%	6,8											6,8
Organische stof	%	13,5	14,5	6,4	8,9	4,7	7,8	7,8	8,8	11,4	10	9,8	9,4
Lutum	%	33				37							35,0
Afslibbaar berekend	%	50-60	31	20	30	62-73	42	40	36	34	32	29	32,7
Klei humus CEC	mmol+/kg	305				240							272,5

Bijlage 3 Massabalans mestbewerkingsinstallatie (Verhoef, 2015)



Bijlage 4: Beoordelingsformulier Afstudeerwerkstuk

Naam student	
Naam beoordelaar	
Functie beoordelaar	1 ^e beoordelaar / 2 ^e beoordelaar
Versie	
Datum beoordeling	
Paraaf beoordelaar De beoordelaar is verantwoordelijk voor het correct invullen van dit formulier	

Toetsingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: O, of V
• Plagiaatcheck via Ephorus (alleen in te vullen (O/V) door afstudeerdocent)	O/V
• Rapportage (te beoordelen a.d.h.v. checklist schriftelijk rapporteren)	O/V
• Samenvatting in een buitenlandse taal	O/V

Beoordelingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: Cijfer
1. Hoofdstukindeling (opbouw)	
2. Relevantie	
3. Probleemstelling en doelstelling	
4. Diepgang en complexiteit (dubbele weging)	2 x ... =
5. Innovatie en creativiteit	
6. Discussie	
7. Conclusies	
8. Aanbevelingen	
9. Bronnenlijst	
totaal aantal punten	
Niet afgerond eindcijfer *)	: 10 =
*) Het eindcijfer (gemiddelde van de gegeven cijfers) mag alleen worden ingevuld als: - alle toetsingscriteria voldoende zijn - alle cijfers bij de beoordelingscriteria voldoende (5,5 of hoger) zijn. Is één van deze onderdelen onvoldoende, dan bij het eindcijfer invullen: 'onvoldoende'.	

Toelichting op de beoordeling:

Bijlage 5: Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstudeerwerkstukken in repository

Je staat op het punt je afstudeerwerkstuk in te leveren. Je hebt daarbij misschien wel dankbaar gebruik gemaakt van afstudeerwerkstukken van je voorgangers. Ook jouw afstudeerwerkstuk kan van belang zijn voor volgende afstudeerders of misschien wel voor jouw (inter)nationale vakgebied. Daarom willen we jouw product opnemen in een databank die full tekst toegang biedt aan derden. Daarvoor hebben we wel jouw toestemming als auteur nodig.

CAH Vilentum heeft een digitale kennisbank (repository) waarin CAH Vilentum afstudeerwerkstukken die door studenten in het kader van hun studie aan de Hogeschool hebben geschreven, toegankelijk worden gemaakt voor derden. Hierdoor wordt het proces van creatie, verwerving en deling van kennis binnen het onderwijs mogelijk gemaakt en ondersteund.

De in de kennisbank opgenomen afstudeerwerkstukken zullen gedurende minimaal zeven jaar in de kennisbank worden opgenomen en toegankelijk worden gemaakt voor potentiële gebruikers binnen en buiten CAH Vilentum. Om opname en beschikbaarstelling mogelijk te maken dient dit Toestemmingsformulier.

Door opname en beschikbaarstelling in de digitale kennisbank wordt het auteursrecht niet overgedragen. Daarom kan de student zijn of haar toestemming tot het beschikbaar stellen van zijn afstudeerwerkstuk intrekken.

Rechten en plichten student

De student verleent aan CAH Vilentum kosteloos de niet-exclusieve toestemming om zijn afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en om dit afstudeerwerkstuk beschikbaar te stellen aan gebruikers binnen en buiten CAH Vilentum. Hierdoor mogen gebruikers het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Afstudeerwerkstukken die als vertrouwelijk moeten worden beschouwd, worden niet opgenomen in de repository.

De toestemming om de afstudeerwerkstuk aan derden beschikbaar te stellen, gaat in per onderstaande datum.

De student geeft CAH Vilentum het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

De student verklaart dat de stage-biedende organisatie dan wel de opdrachtgever van het afstudeerwerkstuk geen bezwaar heeft tegen opname en beschikbaarstelling van het afstudeerwerkstuk in de repository.

Verder verklaart de student dat hij of zij toestemming heeft van de rechthebbende van materiaal dat de student niet zelf gemaakt heeft om dit materiaal als onderdeel van de afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en aan derden binnen en buiten CAH Vilentum beschikbaar te stellen.

De student geeft CAH Vilentum het recht het afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en ter beschikking te stellen voor een periode van minimaal zeven jaar.

Rechten en plichten Hogeschool

De door de student verleende niet-exclusieve toestemming geeft CAH Vilentum het recht het afstudeerwerkstuk aan gebruikers binnen en buiten CAH Vilentum beschikbaar te stellen. CAH Vilentum mag verder het afstudeerwerkstuk voor gebruikers binnen en buiten CAH Vilentum vrij toegankelijk maken voor een gebruiker van de digitale kennisbank en mag deze gebruiker toestemming geven om het afstudeerwerkstuk te kopiëren en te bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

CAH Vilentum zal ervoor zorgen dat vermeld wordt wie de schrijver is van het afstudeerwerkstuk waarbij zij tevens aangeeft dat bij gebruik van het afstudeerwerkstuk de herkomst hiervan duidelijk vermeld moet worden. CAH Vilentum zal duidelijk maken dat voor ieder commercieel gebruik van het afstudeerwerkstuk toestemming van de student nodig is.

CAH Vilentum heeft het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

Rechten en plichten gebruiker

Door dit Toestemmingsformulier mag een gebruiker van de digitale kennisbank het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en/of geheel of gedeeltelijk bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Toestemming:

Ik :

.....
.....

☐ Geef toestemming voor opname van mijn afstudeerwerkstuk in repository
☐ Geef geen toestemming voor opname in repository. In dit geval wordt alleen intern gearchiveerd voor accreditatie doeleinden

Datum

.....
.....

Opleiding

.....
.....

Major

.....

Meer informatie over het auteursrecht is te lezen op <http://www.surffoundation.nl/DiREct>

