



**WAGENINGEN UR**  
*For quality of life*

---

# Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde

Jaap Schröder<sup>1</sup>, Fridtjof de Buissonjé<sup>2</sup>, Gerrit Kasper<sup>2</sup>, Nico Verdoes<sup>2</sup> & Koos Verloop<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Sciences Group, Postbus 616, 6700 AP Wageningen

<sup>2</sup> Animal Sciences Group, Postbus 65, 8200 AB Lelystad

© 2009 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 – 48 60 01  
Fax : 0317 – 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Summary	3
Voorwoord	5
1. Inleiding	7
2. Beschikbare technieken en kosten	9
2.1 Het doel van mechanische mestscheiding	9
2.1.1 Primaire scheiding	9
2.1.2 Vergisting	10
2.2 Verschillen tussen varkens- en rundveedrijfmest	10
2.3 Hoeveelheden dik en dun na scheiding	11
2.4 Scheidingsrendement	12
2.5 Mestscheidingstechnieken	13
2.6 Het effect van het type mestscheider op het scheidingsrendement	14
2.7 Het effect van de kwaliteit van de ingaande drijfmest op het scheidingsrendement	15
2.8 Kosten van mestscheiders	16
2.9 Kosten van scheiden van verschillende hoeveelheden per jaar	18
2.10 Mobiele mestscheiders	19
2.11 Discussie	20
3. Energetische voor- en nadelen van mestscheiding	23
3.1 Besparingen en –uitgaven	23
3.2 Opzet rekenmodel	23
3.3 Resultaten	26
3.4 Discussie	27
4. Landbouwkundige consequenties van mestscheiding	29
4.1 Melkveehouderij	29
4.2 Akker- en tuinbouw	30
5. Conclusies en aanbevelingen	33
6. Referenties	35



# Samenvatting

Op de meeste veehouderijbedrijven in Nederland worden urine, feces en spoelwater gemengd bewaard. De samenstelling van deze mengmest ('drijfmest') sluit landbouwkundig en milieukundig niet altijd goed aan bij de behoefte van specifieke gewassen, sectoren en regio's. In verband daarmee wordt drijfmest over grote afstanden getransporteerd. Scheiding van drijfmest in een dikke en een dunne fractie kan hierin verbetering brengen. Het onderhavige rapport geeft een overzicht van de effectiviteit, de kosten en het energiegebruik van een aantal relatief eenvoudige ('low tech') scheidingstechnieken. In aanvulling daarop wordt berekend hoeveel energie per saldo bespaard kan worden op het transport van drijfmest en wat de vervanging van drijfmest door dikke en dunne fracties betekent voor het kunstmestgebruik. De studie concludeert dat 'low-tech' mestscheiding aan de vermindering van energieverbruik en stikstofverlies bijdraagt, en wel met behoud van productie. Mestscheiding leidt op landelijk niveau, binnen gegeven gebruiksnormen, niet zonder meer tot een lager gebruik van kunstmest, maar kan de benutting van meststoffen wel verbeteren. Mestscheiding is vooralsnog omgeven met een aantal onzekerheden van, onder meer, financiële aard. Die onzekerheid doet veel betrokkenen wellicht vasthouden aan gangbare manieren om aan fosfaatgebruiksnormen te voldoen. Deze onzekerheden zijn in kaart gebracht waardoor gericht aanvullend onderzoek mogelijk is.



## Summary

Most livestock farms in The Netherlands store their urine, faeces and flushing water in a mixed form. The composition of this slurry does not always match with the needs of specific crops, farm types and regions. Consequently, slurry is being transported over large distances. Slurry separation into a solid and a liquid fraction can improve the shortcomings associated with this slurry. The present report gives an overview of the efficacy, costs and energy use of various simple, low-tech slurry separation methods. The study includes calculations on the net energy savings via reduced road transport and on the implications of slurry separation for required mineral fertilizer supplements. The study concludes that low-tech separation may reduce energy use and nitrogen losses, whilst maintaining farm productivity. Slurry separation is as yet afflicted with uncertainties which make most farmers apparently cling to conventional disposal methods and fertilizer management. Identification of remaining uncertainties helps to focus future research.





# Voorwoord

Op verzoek van G. Verburg, minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, lanceerde Wageningen UR in juni 2009 een Mestinnovatieprogramma. Dit programma is er op gericht om de aanvoer van fosfaat in kunstmest en veevoer te beperken en de waardevolle componenten in mest (mineralen, vezels, energie) beter te benutten. Eén van de onderdelen van het mestinnovatieprogramma is het project 'Kunstmestvervangers'. Binnen dat onderdeel is onder meer nagegaan in hoeverre de scheiding van drijfmest in een dunne en een dikke fractie met relatief eenvoudige technieken, kan bijdragen aan de vervanging van kunstmest door dierlijke mest. Dit rapport doet op basis van bestaande kennis verslag van de perspectieven maar pretendeert niet het laatste woord te hebben over mestscheiding. Doel van het rapport is vooral om de contouren van het speelveld te schetsen. Op die manier kan het aantal keuzemogelijkheden worden ingeperkt om bedrijven die mestscheiding overwegen te behoeden voor overspannen verwachtingen of het inslaan van minder begaanbare wegen.

De auteurs



# 1. Inleiding

Idealiter moet mest geproduceerd worden in een hoeveelheid, op een tijdstip en met een samenstelling waarvoor nuttige toepassingsmogelijkheden bestaan. Mestscheiding, al dan niet in combinatie met voor- en/of nabehandelingen, kan bijdragen aan de realisering van dat streefbeeld. Bij mestscheiding ontstaan fracties waarvan de samenstelling landbouwkundig en milieukundig beter kan aansluiten bij de behoefte van specifieke gewassen en sectoren. Scheiding kan plaatsvinden aan de bron (gescheiden opvang van mest en urine) en achteraf (scheiden van drijfmest in dikke en dunne fracties). Scheiding achteraf kost energie maar dit wordt gecompenseerd doordat vooral minder energie hoeft te worden uitgegeven aan het transport van 'water' tussen bedrijven.

Scheidingstechnieken verschillen sterk in kosten en de samenstelling van de resulterende fracties. Een helder overzicht van de relatie tussen kosten en samenstelling ontbreekt vooralsnog. Evenmin is duidelijk of en in welke mate sprake is van financiële, energetische, landbouwkundige of milieukundige voordelen als kunstmest en/of mest door mestscheidingsproducten vervangen worden. Dit is één van de gebreken die een brede toepassing van mestscheiding in de weg staat.

Het onderhavige rapport beoogt dat gebrek te verhelpen. In paragraaf 2 wordt allereerst een overzicht gegeven van de beschikbare technieken voor het scheiden van drijfmest, de gehanteerde begrippen en de factoren waarvan scheidingseffectiviteit en kosten afhangen. Daarbij wordt ook aangegeven welk type scheiding het beste bij een bepaald bedrijfstype past. In paragraaf 3 worden de uitgaven aan energie en de besparingen op het gebruik ervan bij toepassing van mestscheiding in kaart gebracht. Het effect van factoren die de energiebalans bepalen, waaronder transportafstanden, wordt vervolgens modelmatig verkend. In paragraaf 4 wordt nagegaan welke consequenties mestscheiding heeft voor een milieukundig verantwoord gebruik van dierlijke mest en kunstmest op melkveebedrijven en op akker- en tuinbouwbedrijven. Paragraaf 5, tenslotte, bevat enkele conclusies en aanbevelingen.

Opgemerkt zij dat dit rapport niet pretendeert het laatste woord te hebben over mestscheiding. Doel van het rapport is vooral om de contouren van het speelveld te schetsen. Op die manier kan het aantal keuzemogelijkheden worden ingeperkt om zo bedrijven die mestscheiding overwegen te behoeden voor overspannen verwachtingen of het inslaan van minder begaanbare wegen.



## 2. Beschikbare technieken en kosten

### 2.1 Het doel van mechanische mestscheiding

Drijfmest bestaat voor meer dan 90% uit water. Het primaire doel van mestscheiding is de productie van een dikke fractie met hoge gehalten aan organische stof en mineralen en een laag vochtgehalte. Een dergelijke geconcentreerde fosfaatrijke fractie is een waardevolle organische meststof en kan over grote afstand vervoerd worden. De dunne waterige fractie, met daarin het grootste deel van de stikstof, kan op eigen grond of in de nabije omgeving als meststof worden aangewend of verder worden gezuiverd tot loosbaar water. Voor de mestproducent is van belang dat de afzetkosten van beide fracties lager zijn dan de afzetkosten van ongescheiden drijfmest, zodat de kosten van scheiding worden terugverdiend. Daarnaast zijn er steeds meer veehouderijbedrijven met een fosfaatoverschot dat van het bedrijf moet worden afgevoerd. Dan is er de keus tussen het afvoeren van drijfmest of het afvoeren van een dikke fractie na scheiding met een eigen mestscheider of met een mobiele installatie van een loonwerker.

Mogelijke bestemmingen voor de dikke fractie:

- aanwending als organische meststof in akker- en tuinbouw en boom- en bollenteelt,
- als grondstof bij de bereiding van compost,
- na droging: als grondstof bij de productie van organische mestkorrels,
- na droging: als brandstof bij de productie van groene energie en fosfaatrijke as. De as kan worden hergebruikt door de kunstmestindustrie,
- als grondstof in mogelijke nieuwe verwerkingsroutes, gericht op het benutten van de waardevolle componenten (kraken, raffineren, hydrothermal upgrading, etc.).

Mogelijke bestemmingen voor de dunne fractie:

- aanwending als 'kunstmestvervanger' met vooral stikstof en kalium op gras- of bouwland,
- na biologische zuivering: lozing op de riolering of uitrijden,
- na membraanzuivering: lozing op de riolering of op oppervlakte- of grondwater. Hierbij wordt een mineralenconcentraat geproduceerd dat als kunstmestvervanger kan worden ingezet.

#### 2.1.1 Primaire scheiding

Scheiding 'onder de staart' van feces en urine verdient uit energetisch en procesmatig oogpunt de voorkeur. Initiatieven in deze richting zijn echter nog niet goed van de grond gekomen, vooral vanwege bouwtechnische en economische redenen. Mogelijk zou aangesloten kunnen worden bij bestaande initiatieven voor verwerking van gescheiden opgevangen humane feces en urine.

Tabel 1. Resultaat van primaire scheiding van vleesvarkenfeces en -urine met bolle band onder de roosters (Aarnink, 2001).

Product	Aandeel (%)	Droge stof (%)	Org. Stof (%)	N-totaal* (g/kg)	N-NH <sub>3</sub> * (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * (g/kg)	K <sub>2</sub> O* (g/kg)
Vaste mest	44	25,2	20,9	11,0	2,3	6,9	9,7
Gier	56	2,7	1,3	4,3	3,6	0,5	7,1

\* N-totaal = totaal stikstofgehalte; N-NH<sub>3</sub> = ammoniakale stikstof; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = fosfaat; K<sub>2</sub>O = kali.

Bij vleesvarkens lijkt primaire scheiding technisch mogelijk (Tabel 1). Bij rundvee lijkt dit lastiger, gezien de aard van de geproduceerde mest. De feces van rundvee zijn natter dan van varkens.

## 2.1.2 Vergisting

Drijfmest, dikke en dunne fracties kunnen worden gebruikt voor de winning van biogas. Bij anaerobe vergisting wordt het makkelijk afbreekbare deel van de organische stof omgezet in de gasvormige componenten methaan en kooldioxide. De mineralen blijven achter in het digestaat. In de praktijk worden vaak andere producten dan mest toegevoegd om de biogasopbrengst te verhogen (zogenaamde co-vergisting). Dit zijn bij voorkeur producten met een hoog gehalte afbreekbare organische stof. Een voorbeeld hiervan is de covergisting van drijfmest met maïs en glycerine. Organisch gebonden mineralen gaan daarbij in oplossing, naar rato van de afbraak van de organische stof.

Digestaat van covergisting kan op vergelijkbare wijze worden gescheiden als drijfmest, hoewel er rekening moet worden gehouden met gewijzigde eigenschappen en samenstelling. De hoeveelheid en aard van de coproducten speelt hierbij een belangrijke rol.

Door vergisting treedt een pH-verhoging op in het substraat waardoor, na afkoeling van het substraat buiten de vergister, opgeloste zouten gemakkelijk kunnen neerslaan en problemen veroorzaken door aangroei van kristallen (scaling) in leidingen, scheiders en opslagen. Met name de ongecontroleerde vorming van struvietkristallen (ammonium-magnesium-fosfaat) kan grote problemen veroorzaken.

## 2.2 Verschillen tussen varkens- en rundveedrijfmest

In een mestkelder of -opslag met varkensdrijfmest ontstaat een bezinklaag. In een mestkelder met rundveedrijfmest ontstaat een drijfslag bovenop de mest. In beide gevallen is het noodzakelijk om de inhoud van de mestkelder goed te homogeniseren, voorafgaand aan de scheiding.

Rundveebedrijven beschikken veelal over trekker-aangedreven mixers voor het homogeniseren van de mest. Bij varkensbedrijven is dat vaak niet het geval. Dan wordt bijvoorbeeld eerst dunne drijfmest opgezogen en daarna pas de dikkere. Of andersom. Dit betekent dat verschillende vrachten drijfmest uit dezelfde mestkelder kunnen verschillen in samenstelling en eigenschappen. Dit kan een goede mestscheiding bemoeilijken. Overigens kan door middel van bezinking van met name zeugendrijfmest een behoorlijk zuivere dunne fractie worden verkregen in de vorm van een supernatans, vergelijkbaar met een dunne fractie uit een goede mechanische scheiding.

Organisch materiaal in rundveedrijfmest bestaat voor een groter deel uit structureel vezelig materiaal terwijl dat in varkensmest veel fijner is. Dat heeft gevolgen voor de mestscheiding: sommige scheiders die zijn ontwikkeld voor rundveedrijfmest, werken niet goed op varkensdrijfmest omdat er te weinig structureel materiaal in zit. Er wordt dan te weinig dikke fractie afgescheiden. Bij scheiding van rundveedrijfmest dient anderzijds rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van zand. Met het rantsoen krijgen koeien in de gangbare houderij namelijk veel meer zand binnen dan varkens. Dit zand bezinkt niet of slechts gedeeltelijk in de mestkelder of -opslag. Dat betekent een verhoogd risico op slijtage van de mestscheiders. Dit geldt in verhoogde mate wanneer er zand wordt toegepast als bedding in ligboxstallen.

Door een ander rantsoen en verschil in spijsverteringssysteem tussen varkens en koeien is er een groot verschil in gemiddelde mineralengehalten tussen verschillende soorten varkensdrijfmest (vleesvarkens- en zeugendrijfmest) en rundveedrijfmest (Tabel 2). De stikstof- en fosfaatgehalten van vleesvarkensdrijfmest zijn aanzienlijk hoger dan in zeugendrijfmest en in rundveedrijfmest. Verschillen in de samenstelling van drijfmest hebben een rechtstreeks effect op de samenstellingen van de fracties na scheiding. In de praktijk komen grote verschillen in samenstelling voor tussen verschillende vrachten drijfmest van dezelfde diersoort. Op (gesloten) varkensbedrijven met zowel zeugen als vleesvarkens wordt een mengsel van vleesvarkens- en zeugendrijfmest geproduceerd, wanneer beide mestsoorten in dezelfde mestopslag terecht komen.

Tabel 2. Gemiddelde samenstelling van de drie belangrijkste soorten drijfmest (Bokhorst, 2000).

Soort drijfmest	Droge stof (%)	Org. Stof (%)	N-totaal* (g/kg)	N-NH <sub>3</sub> * (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * (g/kg)	K <sub>2</sub> O* (g/kg)
Vleesvarkensdrijfmest	9,0	6,0	7,2	4,2	4,2	7,2
Zeugendrijfmest	5,5	3,4	4,2	2,5	3,0	4,2
Rundveedrijfmest	9,0	6,8	4,9	2,6	1,8	6,8

\* N-totaal = totaal stikstofgehalte; N-NH<sub>3</sub> = ammoniakale stikstof; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = fosfaat; K<sub>2</sub>O = kali.

## 2.3 Hoeveelheden dik en dun na scheiding

De hoeveelheid dikke fractie (in kg) die per m<sup>3</sup> drijfmest wordt afgescheiden, wordt berekend volgens Hügler (1994):

**De hoeveelheid dikke fractie** (kg) per m<sup>3</sup> drijfmest = 1000 x (DS<sub>in</sub> - DS<sub>dun</sub>) / (DS<sub>dik</sub> - DS<sub>dun</sub>), met:

DS<sub>in</sub> = drogestofgehalte ingaande drijfmest (g/kg),

DS<sub>dun</sub> = drogestofgehalte dunne fractie (g/kg) (afhankelijk van type en prestatie mestscheider),

DS<sub>dik</sub> = drogestofgehalte dikke fractie (g/kg) (afhankelijk van type en prestatie mestscheider).

Met deze formule kan, wanneer de drogestofgehalten en de totaal geproduceerde hoeveelheid dikke fractie bekend zijn, de totaal geproduceerde hoeveelheid dunne fractie (in kg) berekend worden (zie Voorbeeld 1). En dus ook de totale hoeveelheid gescheiden drijfmest (in kg). De soortelijke massa van drijfmest en dunne fractie is ca. 1000 kg per m<sup>3</sup>. De soortelijke massa van dikke fracties is aanmerkelijk lager en varieert met de mate van samenpersing. Daarom dient de hoeveelheid dikke fractie te worden uitgedrukt in kilogram of ton, niet in m<sup>3</sup>.

*Voorbeeld 1. De invloed van het drogestofgehalte van ingaande mest, van de dunne en van de dikke fractie op de afgescheiden hoeveelheid dikke en dunne fractie in kg per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest.*

	Drogestofgehalte ingaande drijfmest (%)	Drogestofgehalte dunne fractie (%)	Drogestofgehalte dikke fractie (%)	Afgescheiden hoeveelheid dikke fractie per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest (kg)	Overblijvende hoeveelheid dunne fractie (kg)
A	10	5	25	250	750
B	10	7	25	167	833
C	7	5	25	100	900
D	10	5	15	500	500
E	10	7	15	375	625
F	7	5	15	200	800

'Normale' mestscheiders op 'normale' drijfmest produceren circa 10 – 25% dikke fractie per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest (overeenkomend met 100 – 250 kg dikke fractie per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest, zie Voorbeeld 1 A, B, C en F).

Het verschil in drogestofgehalte tussen de dunne fractie en de ingaande drijfmest is een belangrijke maatstaf voor de prestatie van een mestscheider. Hoe groter dit verschil, hoe beter de scheiding (Vergelijk voorbeeld 1 A, B en C). Maar ook het drogestofgehalte van de dikke fractie is van belang (Vergelijk voorbeeld 1 A en D). Voorbeeld 1 D, waar een dikke fractie met slechts 15% droge stof wordt geproduceerd, blijkt te resulteren in een hoeveelheid van 500 kg dikke fractie per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest. Een dergelijke grote hoeveelheid dikke fractie met een

drogestofgehalte dat slechts 50% hoger ligt dan dat van de ingaande drijfmest is ongewenst. Deze dikke fractie is niet stapelbaar en transport zal duur zijn door het grote volume met een vochtgehalte van 85%.

## 2.4 Scheidingsrendement

De definitie van **het scheidingsrendement** van een stof, is het procentuele aandeel dat bij scheiding in de dikke fractie terecht komt, ten opzichte van de totale ingaande hoeveelheid van die stof.

Het scheidingsrendement in procenten voor bijvoorbeeld droge stof, fosfaat of stikstof wordt als volgt berekend:

$$\frac{[\text{gehalte in dikke fractie}] * [\text{hoeveelheid dikke fractie}] \times 100}{[\text{gehalte in ingaande drijfmest}] * [\text{hoeveelheid ingaande drijfmest}]}$$

Gehalten in g/kg en hoeveelheden in kg (of: gehalten in kg/ton en hoeveelheden in ton).

Op basis van onderzoek op het proefbedrijf voor duurzame melkveehouderij De Marke (Verloop, 2008), toont Tabel 3 de samenstellingen van ingaande rundveedrijfmest en dikke en dunne fracties, geproduceerd met twee verschillende types mestscheider (trommelfilter met persrollen en vijzelpers). Het fosfaatgehalte van de dikke fracties is duidelijk hoger dan van de ingaande mest. Het fosfaatgehalte van de dunne fractie is bij het trommelfilter echter bijna gelijk aan dat van de ingaande mest. Dit betekent dat de afscheiding van fosfaat bij deze scheider niet hoog is.

Bij de vijzelpers is het fosfaatgehalte van de dunne fractie aanmerkelijk lager dan van de ingaande mest. Dit betekent dat de fosfaatafscheiding met de vijzelpers hoger is dan met het trommelfilter.

Met behulp van bovenstaande formules is berekend dat er per ton drijfmest bij het trommelfilter 153 kg dikke fractie en bij de vijzelpers 210 kg dikke fractie werd geproduceerd. Het scheidingsrendement voor fosfaat bij het trommelfilter bedroeg 25% en bij de vijzelpers 34%.

Tabel 3. Samenstelling **rundveedrijfmest** voor en na scheiding met trommelfilter en vijzelpers (Verloop, 2008).

	Droge stof g/kg	Organ. stof g/kg	N-totaal g/kg	N-NH <sub>3</sub> g/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/kg	K <sub>2</sub> O g/kg
Ingaande drijfmest	77	61	3,29	1,6	<b>0,99</b>	5,7
<i>Trommelfilter</i>						
Dikke fractie	221	197	3,96	1,4	<b>1,59</b>	5,1
Dunne fractie	51	36	3,15	1,6	<b>0,91</b>	5,7
<i>Vijzelpers</i>						
Dikke fractie	201	163	4,09	1,6	<b>1,60</b>	4,6
Dunne fractie	44	31	2,72	1,4	<b>0,78</b>	5,1

Eenzelfde onderzoek is in 2002 gedaan met varkensdrijfmest. In Tabel 4 worden samenstellingen weergegeven van ingaande varkensdrijfmest en dikke en dunne fracties, geproduceerd met een vijzelpers en een centrifuge. Per ton drijfmest werd er bij de vijzelpers 86 kg dikke fractie geproduceerd en bij de centrifuge 79 kg. Het scheidingsrendement voor fosfaat was 20% bij de vijzelpers en 64% bij de centrifuge. Opvallend is het hoge fosfaatgehalte in de dikke fractie en het lage fosfaatgehalte in de dunne fractie bij de centrifuge.



Tabel 4. Samenstelling **varkendrijfmest** voor en na scheiding met vijzelpers en centrifuge (De Buissonjé, 2002).

	Droge stof g/kg	Organ. stof g/kg	N-totaal g/kg	N- NH <sub>3</sub> g/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/kg	K <sub>2</sub> O g/kg
<i>Vijzelpers</i>						
Ingaande drijfmest	72	55	5,43	3,2	<b>3,1</b>	4,3
Dikke fractie	296	268	7,63	3,0	<b>7,2</b>	3,8
Dunne fractie	49	33	5,16	3,3	<b>2,6</b>	4,5
<i>Centrifuge</i>						
Ingaande drijfmest	52	38	4,0	2,5	<b>2,4</b>	3,5
Dikke fractie	317	250	9,6	5,5	<b>19,6</b>	3,5
Dunne fractie	27	17	3,3	1,9	<b>0,6</b>	3,4

## 2.5 Mestscheidingstechnieken

Mestscheiders kunnen in vier categorieën worden onderscheiden:

- 1) Eenvoudige mestscheiders met kleine openingen in een metalen (zeef) scherm, (zeef) trommel, al dan niet uitgerust met drukrollen, borstels en schrapers. Deze veelal uit de VS afkomstige mestscheiders zijn ontwikkeld voor rundveedrijfmest en scheiden circa 10 tot 20% van de in drijfmest aanwezige fosfaat af. Het zijn relatief goedkope en robuuste mestscheiders met een tamelijk grote capaciteit en een slecht tot matig scheidingsresultaat voor fosfaat. De samenstelling van de dunne fractie lijkt veel op de samenstelling van de ingaande drijfmest. Voor varkendrijfmest zijn deze scheiders minder geschikt. Er wordt dan te weinig dikke fractie afgescheiden.
- 2) Vijzelpersen of schroefpersfilters hebben een metalen of kunststof vijzel waarmee de drijfmest onder hoge druk door een cilindrische metalen behuizing met kleine (zeef) openingen wordt geperst. Dit type mestscheider heeft een wat lagere capaciteit en is vooral geschikt voor rundveedrijfmest. Bij een goede afstelling van de tegendruk die op de uitgaande dikke fractie wordt uitgeoefend, is een fosfaatafscheiding van circa 40% van de ingaande hoeveelheid haalbaar. De samenstelling van de dunne fractie lijkt nog vrij veel op de samenstelling van de ingaande drijfmest. Voor varkendrijfmest is de fosfaatafscheiding veelal minder dan 25%.
- 3) Zeefbandpersen zijn omvangrijke industriële scheiders die veel worden toegepast voor slibontwatering in rioolwaterzuiveringen. Hierbij wordt de mest tussen twee parallelle transportbanden, waarvan één vochtdoorlatende zeefband, door middel van persrollen samengedrukt, waarbij het vocht uit de perskoek door de zeefband wordt afgevoerd. Voor een goed scheidingsrendement (50 – 75% voor fosfaat) dienen hulpstoffen te worden toegepast (metaalzouten en/of polymeren). Zeefbandpersen zijn vooral bedoeld om een zo zuiver mogelijke dunne fractie te produceren (van belang wanneer men de dunne fractie verder wil zuiveren tot loosbaar water). Een zeefbandpers is met name geschikt voor collectieve, regionale mestscheiding, bijvoorbeeld bij een loonwerker. Een zeefbandpers is niet geschikt voor toepassing als mobiele installatie.
- 4) Centrifuges (verticaal geplaatste centrifuges worden 'decanter' genoemd) werken volgens het principe van middelpuntvliedende kracht, waardoor ze vooral geschikt zijn voor de afscheiding van kleine deeltjes met een hoog soortelijk gewicht. Ook centrifuges worden ingezet voor slibontwatering in rioolwaterzuiveringen. Zonder toepassing van hulpstoffen is een fosfaatafscheiding mogelijk van 50 – 70% van de ingaande hoeveelheid in zowel varkens- als rundveedrijfmest. Het zijn echter kwetsbare en dure scheiders met een hoog energiegebruik. Het fosfaatgehalte van de dunne fractie na scheiding met een centrifuge is lager dan van de dunne fractie uit een vijzelpers maar hoger dan van de dunne fractie uit de zeefbandpers. Centrifuges zijn geschikt voor toepassing als mobiele mestscheider.

Zeefbandpersen, vijzelpersen en centrifuges zijn gevoelig voor grove delen, zodat een voorafscheider en/of snijinrichting noodzakelijk is. Vijzelpersen en centrifuges zijn naar verwachting gevoeliger voor slijtage door zand dan

de andere typen scheiders. Mestscheiders zijn afstelbaar, zodat er binnen bepaalde marges gevarieerd kan worden met scheidingsresultaten. Tabel 5 toont een samenvatting van de belangrijkste technische karakteristieken van voornoemde scheidingsmethoden. Het energiegebruik voor mestscheiding is onder andere afhankelijk van het drogestofgehalte van de te scheiden drijfmest.

Tabel 5. Basisgegevens van de voornaamste typen mestscheiders.

Type scheider	Capaciteit (m <sup>3</sup> /uur)	Kale investering €	Scheidingsrendement voor fosfaat	Drogestofgehalte dikke fractie	Energiegebruik (kWh/m <sup>3</sup> )	Opmerkingen
Zeefbocht, zeefscherm, 'brushed screen', trommelfilter, trommelfilter met persrollen, trilzeef, etc.	10-20	10.000 – 30.000	<< 30%	< 25%	0,5***	sommige typen zeer laag scheidingsrendement
Vijzelpers, schroefpersfilter, filterpers, vijzelfilter	4-15	> 25.000	20 - 40%	25 - 35%	1,0***	gemiddeld scheidingsrendement
Zeefbandpers	4-30	> 70.000	50 - 75%*	20 - 25%	0,1***	hulpstoffen noodzakelijk, hoog scheidingsrendement
Centrifuge decanter	4-100	>100.000	60 - 70%**	25 - 30%	4,0***	hoog scheidingsrendement, onderhoudsgevoelig

\* Scheidingsrendement zeefbandpers met toepassing van hulpstoffen.

\*\* Scheidingsrendement centrifuge zonder toepassing van hulpstoffen.

\*\*\* Het energieverbruik van een mestscheider wordt vaak opgegeven zonder het benodigde verbruik van randapparatuur als mixers, opvoerpompen, transportbanden, compressoren en dergelijke. In de praktijk kan het totale energiegebruik van een mestscheidingssysteem aanzienlijk hoger zijn dan in Tabel 5 is weergegeven. Bijvoorbeeld: een mobiele centrifuge met hoge capaciteit is vanwege het hoge stroomverbruik uitgerust met een generator waarvan het brandstofgebruik wordt geschat op 1 liter diesel per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest (overeenkomend met circa 10 kWh per kuub gescheiden drijfmest) (Buiter, pers. meded.).

## 2.6 Het effect van het type mestscheider op het scheidingsrendement

In Voorbeeld 2 worden drie typen scheiders met elkaar vergeleken. Deze drie typen verschillen in scheidingsrendement voor fosfaat. Dit heeft invloed op de hoeveelheid fosfaat die per kuub gescheiden drijfmest kan worden afgevoerd met de dikke fractie. Om eenzelfde hoeveelheid fosfaat af te kunnen voeren, moet met mestscheider A vier keer zoveel drijfmest worden gescheiden als met scheider C.

*Voorbeeld 2. De invloed van het type mestscheider en het scheidingsrendement voor fosfaat op met de dikke fractie afgevoerde hoeveelheid fosfaat per m<sup>3</sup> gescheiden drijfmest.*

Type mestscheider	Fosfaatgehalte ingaande drijfmest (kg/m <sup>3</sup> )	Scheidingsrendement voor fosfaat (% van ingaande hoeveelheid)	Afgevoerde hoeveelheid fosfaat per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest (kg)
A (bijv. trommelfilter)	3	15	0,45
B (bijv. vijzelpers)	3	30	0,9
C (bijv. centrifuge)	3	60	1,8

Het scheidingsrendement voor fosfaat van sommige typen zeefscherm- en trommelscheiders kan beduidend lager zijn dan 15%. Deze scheiders scheiden dan voornamelijk grove delen af. Vijzelpers en centrifuges kunnen een hoger of lager scheidingsrendement voor fosfaat hebben dan in dit voorbeeld vermeld. Het verdient aanbeveling proef te draaien om het werkelijke scheidingsrendement voor fosfaat van een mestscheider vast te stellen. Tabel 6 geeft een samenvattend overzicht van de geschiktheid van scheidingsmethoden voor rundvee- en varkensdrijfmest.

*Tabel 6. Indicatieve beoordeling mestscheiders voor rundvee- en varkensdrijfmest.*

Type mestscheider	Geschiktheid voor rundveedrijfmest	Geschiktheid voor varkensdrijfmest	Opmerkingen
Zeefbocht, zeefscherm, 'brushed screen', trommelfilter, trommelfilter met persrollen, trilzeef, etc.	+ / +/-	-	Zeer onzuivere dunne fractie. Ongeschikt voor varkensdrijfmest
Vijzelpers, schroefpersfilter, filterpers, vijzelfilter	++	+	Onzuivere dunne fractie Ongeschikt voor zeer dunne mestsoorten*
Zeefbandpers	++	++	Zuivere dunne fractie
Centrifuge, decanter	++	++	Vrij zuivere dunne fractie

\*: zeer dunne mestsoorten < 4% droge stof.

## 2.7 Het effect van de kwaliteit van de ingaande drijfmest op het scheidingsrendement

Het drogestofgehalte van de ingaande drijfmest is van grote invloed op de prestatie van een mestscheider. Bij een hoger drogestofgehalte wordt per kuub ingaande drijfmest een grotere hoeveelheid dikke fractie verkregen met een hoger drogestofgehalte. De scheidingsrendementen voor stikstof, fosfaat en kali nemen daarbij eveneens toe. In Tabellen 7 en 8 worden voorbeelden gegeven van het effect van het drogestofgehalte van de ingaande rundveedrijfmest op de prestaties van een zeefscherm-scheider en van een centrifuge.

Tabel 7. *Scheidingsrendement van een zeefschermseparator als functie van het drogestofgehalte van de ingaande rundveedrijfmest (zonder hulpstoffen, Frost & Gilkinson, 2007).*

Drogestofgehalte ingaande drijfmest (g/kg)	40	50	60	70	80
Hoeveelheid dikke fractie per ton gescheiden drijfmest (kg)	55	93	131	170	208
Drogestofgehalte van de dikke fractie (g/kg)	152	-----			173
Drogestofgehalte van de dunne fractie (g/kg)	32,7	38,7	44,8	50,8	56,9
Scheidingsrendement (%)					
Droge stof	24,4	29,3	34,3	39,3	44,3
N-totaal	9,6	13,0	16,3	19,7	23,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15,7	19,8	23,9	28,0	32,1
K <sub>2</sub> O	9,1	11,4	13,7	16,0	18,3

Tabel 8. *Scheidingsrendement van een centrifuge als functie van het drogestofgehalte van de ingaande rundveedrijfmest (zonder hulpstoffen, Frost & Gilkinson, 2007).*

Drogestofgehalte ingaande drijfmest (g/kg)	40	50	60	70	80
Hoeveelheid dikke fractie per ton gescheiden drijfmest (kg)	71	95	119	142	166
Drogestofgehalte van de dikke fractie (g/kg)	235	245	256	266	276
Drogestofgehalte van de dunne fractie (g/kg)	25,8	29,6	33,5	37,4	41,3
Scheidingsrendement (%)					
Droge stof	46	49	52	54	57
N-totaal	21	-----			30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	59	-----			70
K <sub>2</sub> O	9	11	12	14	15

Uit Tabellen 7 en 8 blijkt dat het scheidingsrendement voor fosfaat uit rundveedrijfmest kan verschillen van circa 15 – 30% bij een zeefschermseparator tot circa 60 - 70% bij een centrifuge. Bij scheiding van varkensdrijfmest bedroeg het scheidingsrendement voor fosfaat bij de zeefschermseparator zelfs minder dan 10%.

Voor een hoog scheidingsrendement is een hoog drogestofgehalte van de drijfmest van belang. Daarom kan het beste **verse mest** gescheiden worden. Hoe langer de mest opgeslagen is geweest, hoe meer afbraak van organisch materiaal is opgetreden ('koude vergisting'). Hierdoor daalt het drogestofgehalte van de drijfmest.

Een goede mestscheider met een hoog scheidingsrendement voor fosfaat haalt zoveel mogelijk fosfaat uit een hoeveelheid drijfmest. Daarnaast dient het vochtgehalte van de dikke fractie zo laag mogelijk te zijn, zodat het af te voeren gewicht beperkt blijft. Vijzelpersen en centrifuges halen het hoogste drogestofgehalte in de dikke fractie, maar zeefbandpersen en centrifuges hebben het hoogste scheidingsrendement voor fosfaat.

## 2.8 Kosten van mestscheiders

Verschillende bronnen hanteren verschillende aannames voor de afschrijvingstermijn en jaarlijkse onderhoudskosten van mestscheiders. Zo wordt de investering in 5, 7 of 10 jaar afgeschreven, en variëren de jaarlijkse onderhoudskosten tussen 2,5% en meer dan 40% van de investering. Wanneer een scheider vrijwel continu draait, zoals een mobiele scheider die op verschillende bedrijven wordt ingezet, zullen de jaarlijkse onderhoudskosten veel hoger zijn

dan een scheider op bedrijfsniveau die wellicht maar honderd uur per jaar draait. In het laatste geval zal de afschrijving het grootste deel van de jaarkosten uitmaken.

Verschillende bronnen (VITO, Frost & Gilkinson, Møller) noemen jaarlijkse onderhoudskosten van 2,5 of 3% van de investering. Geraadpleegde specialisten op het gebied van mestscheiding vinden dat nadrukkelijk te laag en hanteren liever een vast bedrag per m<sup>3</sup> gescheiden mest (Van Gastel, Van Paassen, pers. meded.). Dit kan resulteren in jaarlijkse onderhoudskosten bij continu gebruik tot wel 65% van de investering. Daarom kiezen wij ervoor om jaarlijkse onderhoudskosten (Tabel 9) in te schatten op 5% van de investering bij beperkt gebruik op bedrijfsniveau. Er is niet veel bekend over het effect van zand in rundveedrijfmest op de slijtage van vooral vijzelpersen en centrifuges. Zand in rundveemest bezinkt niet in de mestkelder. Tegenover een vrij hoge aanname voor de jaarlijkse onderhoudskosten plaatsen we een voorzichtige aanname voor de afschrijftermijn van 10 jaar voor intermitterende toepassing op bedrijfsniveau.

Het energieverbruik per kuub gescheiden drijfmest varieert van circa 0,1 kWh bij een zeefbandpers tot circa 4 kWh bij een centrifuge (Møller 2000). Dit is echter exclusief pompen, transportbanden, compressoren en dergelijke.

*Tabel 9. Globale kosten per kuub van scheiding van 5.000 kuub drijfmest per jaar (exclusief toezicht en extra kosten voor opslag en afzet van de fracties)*

Type mestscheider	Investering €	Afschrijving per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest	Elektriciteitsverbruik per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest*	Onderhoudskosten per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest	Toeslagstoffen per m <sup>3</sup> gescheiden drijfmest	Kosten per kuub gescheiden drijfmest
5000 m <sup>3</sup> / jaar Zeefscherm, trommelscheider, etc.	25.000	€ 0,50	€ 0,06	€ 0,25	n.v.t.	€ 0,81
Vijzelpers, schroefpersfilter	30.000	€ 0,60	€ 0,12	€ 0,30	n.v.t.	€ 1,02
Zeefbandpers	70.000	€ 1,40	€ 0,01**	€ 0,70	€ 1,00**	€ 3,11
Centrifuge	100.000	€ 2,00	€ 0,48	€ 1,00	Optie***	€ 3,48

\* 1 kWh = € 0,12

\*\* daar nog komt bij: spoelwater (10 bar), perslucht (8 bar)

\*\*\* daar komt nog bij: antischuim (PM)

Het elektriciteitsverbruik in Tabel 9 is een ondergrens. Afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie en de benodigde randapparatuur kan het totale verbruik aanzienlijk hoger uitvallen (zie opmerking\*\*\* onder Tabel 5).

In Tabel 9 is geen rekening gehouden met eventuele kosten voor een loods, opslag voor de gescheiden fracties en eventueel benodigde apparatuur voor behandeling van ventilatielucht (chemische luchtwasser).

De kosten per kuub gescheiden drijfmest (Tabel 9) worden vooral bepaald door de afschrijving en het onderhoud. De eventuele toepassing van hulpstoffen (bij zeefbandpersen noodzakelijk, optie bij centrifuges) werkt sterk kostenverhogend. Als hulpstoffen worden anorganische coagulanten (veelal ijzer- of aluminiumzouten) en organische flocculanten (ook wel polymeren genoemd, bijvoorbeeld polyacrylamide) ingezet. De minimale kosten voor hulpstoffen bij een zeefbandpers bedragen circa € 1 per kuub gescheiden mest (Reniers, pers. meded.)

Naast bovengenoemde soorten mestscheiders bestaat er de zogenaamde Towerfilter. Deze scheider, bestemd voor varkensdrijfmest, werkt op luchtdruk die het mestvocht door een filterdoek drukt. Er zijn slechts enkele exemplaren in Nederland. Voordeel van dit filter is het zeer lage fosfaatgehalte van de dunne fractie dat haalbaar is. Nadeel van dit filter is het hoge chemicaliëngebruik en het lage drogestofgehalte van de dikke fractie. Berekende kosten van scheiding bedroegen € 6 per kuub bij scheiding van 4.700 ton drijfmest per jaar (Timmerman, 2004).

Naast enkelvoudige mestscheiders is het mogelijk om scheiders te koppelen, om het scheidingsrendement te verhogen. Zo bestaat in Denemarken de combinatie van een zeefscherm-scheider met een nageschakelde vijzelpers (Kemira) waarbij, met gebruik van hulpstoffen, een scheidingsrendement voor fosfaat van (veel) meer dan 60% mogelijk zou zijn (<http://www.kemira.dk/gylleseparation/pdf/files/16584gb.pdf>). Op de site worden alleen variabele kosten genoemd (van € 0,90 tot 1,20). We schatten in dat de totale kosten van dit systeem per kuub drijfmest vergelijkbaar zijn met die van een centrifuge (Tabel 9).

## 2.9 Kosten van scheiden van verschillende hoeveelheden per jaar

Wanneer in plaats van 5.000 m<sup>3</sup> per jaar (Tabel 9) slechts 1.000 of 100 m<sup>3</sup> per jaar wordt gescheiden, vallen de kosten per kuub aanzienlijk hoger uit door de hogere afschrijving. De jaarkosten nemen echter af (Tabel 10).

*Tabel 10. Jaarkosten bij verschillende hoeveelheden te scheiden mest per type scheider op basis van de kosten per m<sup>3</sup> uit Tabel 9, exclusief benodigde arbeid.*

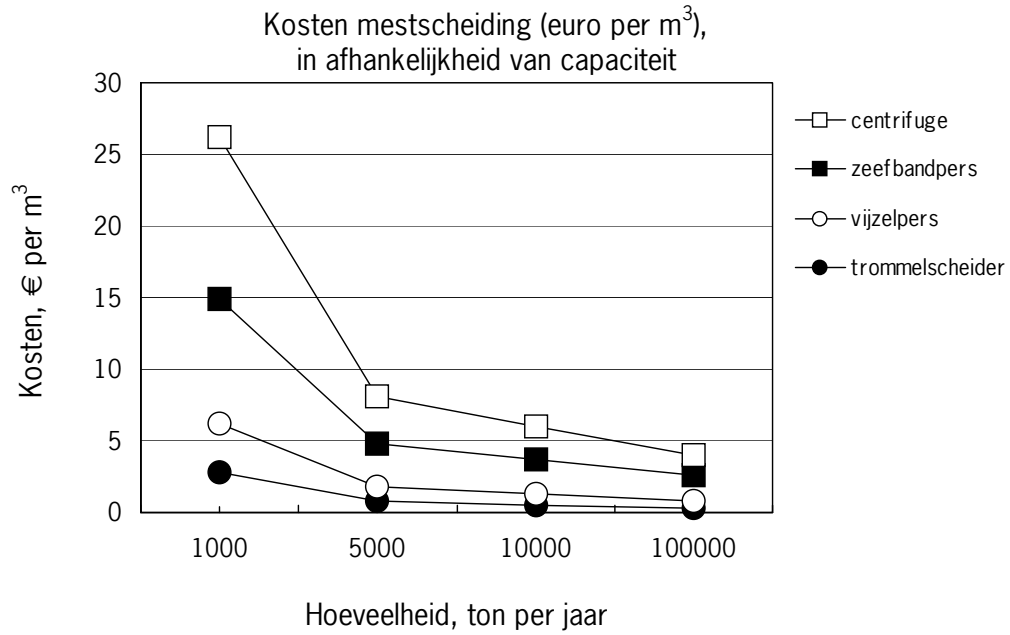
	100 m <sup>3</sup> per jaar	1.000 m <sup>3</sup> per jaar	5.000 m <sup>3</sup> per jaar	10.000 m <sup>3</sup> per jaar	100.000 m <sup>3</sup> per jaar
Zeefscherm, trommelscheider, etc.	2.531	2.810	4.050	5.600	33.500
Vijzelpers schroefpersfilter	3.042	3.420	5.100	7.200	45.000
Zeefbandpers	7.171	8.710	15.550	24.100	178.000
Centrifuge	10.148	11.480	17.400	24.800	158.000

Uit Tabel 10 blijkt dat het scheiden van hoeveelheden tot 1.000 kuub mest per jaar met een relatief goedkope scheider minimaal € 2.500 - 3.500 kost. Met een dergelijke scheider wordt 15 - 30% van het aanwezige fosfaat afgescheiden; bij een fosfaatgehalte van 2 g/kg komt dit overeen met 300 à 600 kg fosfaat (bij een fosfaatgehalte van 4 g/kg komt dit overeen met 600 à 1.200 kg fosfaat). Bij zeefbandpersen en centrifuges zijn de jaarkosten veel hoger, maar wordt ook meer fosfaat afgescheiden.

De kosten per kuub nemen af met toenemende jaarlijkse hoeveelheden te scheiden mest. Bijvoorbeeld voor een vijzelpers van € 30 bij scheiding van 100 kuub, naar € 3,42 bij 1.000 kuub naar minder dan één euro vanaf circa 5.000 kuub per jaar.

De hoge jaarkosten van de zeefbandpers bij 100.000 m<sup>3</sup> per jaar worden voor het grootste deel veroorzaakt door het noodzakelijke gebruik van hulpstoffen. Bij de centrifuge leveren de onderhoudskosten de grootste bijdrage aan de jaarkosten bij scheiding van 100.000 m<sup>3</sup> per jaar.

In Figuur 1 wordt het verloop van de scheidingskosten per kuub per type mestscheider weergegeven als functie van de jaarlijkse hoeveelheid te scheiden mest (met een mestscheider in eigendom).



*Figuur 1. Kosten per kuub gescheiden mest.*

Wanneer de kosten niet per kuub gescheiden mest maar per ton afgescheiden fosfaat worden weergegeven, liggen de lijnen in Figuur 1 veel dichter bij elkaar. Dit wordt vooral veroorzaakt door de grote verschillen in scheidingsrendement voor fosfaat tussen trommelscheider en vijzelpers enerzijds en zeefbandpers en centrifuge anderzijds.

## 2.10 Mobiele mestscheiders

Inhuren van een mobiele mestscheider zal in veel gevallen aantrekkelijker zijn dan zelf aanschaffen van een scheider die het grootste deel van het jaar stil staat (vergelijk Figuur 1 en Tabel 11). Vooral wanneer het om een geringe hoeveelheid drijfmest gaat (minder dan 1.000 à 2.000 ton).

Tabel 11. *Kosten van mobiele mestscheider bij verschillende hoeveelheden drijfmest en verschillende tarieven per kuub en de globale fosfaatafvoer met de dikke fractie (aangenomen fosfaatgehalte rundveedrijfmest 2 g/kg en varkensdrijfmest 4 g/kg, aangenomen scheidingsrendement voor fosfaat 60% bij centrifuge, 30% bij vijzelpers).*

Hoeveelheid te scheiden drijfmest (ton)	Tarief mobiele scheiding per kuub (€)	Afvoer fosfaat bij toepassing centrifuge rundveemest/varkensmest (kg)	Afvoer fosfaat bij toepassing vijzelpers rundveemest/varkensmest (kg)	Kosten (€)
250	3	300/600	150/300	750
	4			1.000
	5			1.250
	6			1.500
500	3	600/1.200	300/600	1.500
	4			2.000
	5			2.500
	6			3.000
1.000	3	1.200/2.400	600/1.200	3.000
	4			4.000
	5			5.000
2.000	3	2.400/4.800	1.200/2.400	6.000
	4			8.000
	5			10.000

De range van tarieven voor mestscheiding in Tabel 11 zijn een eigen interpretatie voor verschillende typen mobiele mestscheiders (vijzelpers en centrifuge), gebaseerd op diverse binnen- en buitenlandse bronnen. Bij geringe methoeveelheden (< 1.000 kuub te scheiden mest) wordt een range van € 3 tot € 6 per kuub aangenomen; bij grotere hoeveelheden een range van € 3 tot € 5. Dit omdat veel mobiele mestscheiders een voorrijdtarief en vaste kosten per kuub of per dag hanteren.

## 2.11 Discussie

Het resultaat en de kosten van mestscheiding zijn afhankelijk van de eigenschappen van de mest en de gehanteerde scheidingstechniek. Daardoor kunnen de kosten van scheiding per m<sup>3</sup> drijfmest en de hoeveelheden en samenstellingen van de geproduceerde dikke en dunne fracties sterk variëren.

Bovenstaande berekeningen en cijfers zijn gebaseerd op een aantal gegevens en aannames waarop aanzienlijke onzekerheden en foutmarges kunnen zitten. We noemen er een paar:

- het drogestofgehalte in de mest, van belang voor het scheidingsrendement van de verschillende scheidingsmiddelen en dus voor de geproduceerde hoeveelheid dikke fractie,
- het fosfaatgehalte in de ingaande drijfmest (dit verschilt tussen en binnen diercategorieën),
- scheidingsrendementen die variëren met het type scheider en het al dan niet gebruiken van hulpstoffen,
- het mogelijke effect van zand in (rundvee)drijfmest op slijtage en onderhoudskosten,
- de aanname van jaarlijkse onderhoudskosten voor mestscheiders van 5% van de investering,
- een aangenomen afschrijftermijn van 10 jaar voor mestscheiders,
- een mogelijke onderschatting van het totale energiegebruik van de verschillende scheidingsmiddelen en benodigde randapparatuur, er zijn geen rentekosten, geen afzetkosten voor dikke fractie en geen arbeidskosten berekend, evenmin als extra kosten voor chemische analyse ten behoeve van aan- en afvoerbewijzen naar en van (centrale) scheidingsinstallaties.



Wat duidelijk naar voren komt, is dat de aanschaf van mestscheiders op bedrijfsniveau niet interessant is voor hoeveelheden drijfmest van minder dan 1.000 à 2.000 ton per jaar. De geringe besparing weegt niet op tegen de extra arbeid. Afvoeren van ongescheiden drijfmest of inhuren van een mobiele mestscheider is dan aantrekkelijker.

Wanneer er meer dan 1.000 à 2.000 ton drijfmest per jaar moet worden gescheiden, kan het bij rundveemest aantrekkelijk zijn om zelf een relatief goedkope scheider aan te schaffen. Daarbij moet goed gelet worden op een voldoende scheidingsrendement voor fosfaat. Goedkope scheiders zijn minder geschikt voor scheiding van varkensdrijfmest.

Het kan interessant zijn om een mobiele mestscheider te huren. Men betaalt dan, naast voorrijdkosten, een afgesproken bedrag per kuub of per dag en heeft geen last van afschrijving en onderhoud. De inzet van een mobiele scheider met een hoge capaciteit en een hoog scheidingsrendement voor fosfaat heeft in dat geval de voorkeur. Vijzelpersen en vooral centrifuges komen daarvoor in aanmerking.

Toepassing van een zeefbandpers is mogelijk in geval van grootschalige regionale of collectieve mestscheiding, bijvoorbeeld bij een loonwerker. Deze installaties lenen zich niet voor toepassing op bedrijfsniveau of als mobiele mestscheider. Bij zeer grote installaties (circa 100.000 ton per jaar) zijn centrifuges iets goedkoper dan zeefbandpersen omdat er bij centrifuges geen hulpstoffen nodig zijn.

De kosten voor transport en afzet van drijfmest en dikke fractie verschillen per regio en per seizoen. Daarom kunnen kosten-baten analyses voor mestscheiding het beste op bedrijfsniveau worden uitgevoerd.

In deze paragraaf is geen aandacht geschonken aan de afvoer van stikstof met dikke fractie of met drijfmest. Op bedrijfsniveau kan dat gevolgen hebben voor het noodzakelijke kunstmestgebruik (zie hiervoor paragraaf 4). Ten opzichte van de andere kosten, onzekerheden en voor- en nadelen wordt dit effect beperkt geacht.



## 3. Energetische voor- en nadelen van mestscheiding

### 3.1 Besparingen en –uitgaven

In Nederland zijn de lokale productie van dierlijke mest en de plaatsingsruimte niet goed op elkaar afgestemd. Vooral fosfaat is daarbij bepalend. Dierlijke mest moet daarom van zogenaamde overschotgebieden naar tekortgebieden getransporteerd worden. Omdat de meeste dierlijke mest een drogestofgehalte van minder dan tien procent heeft, komt dat goeddeels neer op het verslepen van zout water. Per afgelegde tien kilometer verbruikt een tankwagen ongeveer een 3 liter dieselolie. Dit energiegebruik is een punt van zorg vanwege de voorziene uitputting van fossiele bronnen en vanwege de emissie van broeikasgassen.

Dierlijke mest laat zich scheiden in een dunne fractie met een laag drogestofgehalte en een dikke fractie waarvan het drogestofgehalte tot wel 30% kan zijn toegenomen. De dikke fractie bevat relatief weinig stikstof (N) per kg fosfaat ( $P_2O_5$ ). Voor de dunne fractie geldt het omgekeerde. Als de afvoer van mest uit overschotgebieden zich beperkt tot de dikke fractie, is per kg afgevoerde  $P_2O_5$  aanmerkelijk minder energie in de vorm van dieselolie nodig. De dunne fractie, inclusief de daarin aanwezige nutriënten, kan vervolgens in het overschotgebied blijven. Op die manier kan op kunstmest, respectievelijk de energie benodigd voor de fabricage daarvan, bespaard worden. Met name de fabricage van kunstmest-N kost veel energie, namelijk een hoeveelheid die per kg N vergelijkbaar is met de energie in een liter dieselolie. Tegenover de besparingen op energie staan ook uitgaven. Zo moet ruwe mest, afhankelijk van de wijze van mestscheiding, naar een min of meer centraal gelegen punt in het overschotgebied vervoerd worden. Ook de scheiding zelf kost (elektrische) energie. Omdat de af te voeren dikke fractie minder N per kg  $P_2O_5$  bevat, zal de kunstmest-N behoefte in het tekortgebied bovendien juist toenemen in vergelijking met het gebruik van ruwe, ongescheiden drijfmest, althans bij een maximale benutting van de N-ruimte die de wettelijke gebruiksnormen en werkingscoëfficiënten bieden.

De balans van bespaarde en uitgegeven energie wordt mede bepaald door de keuze om mestscheiden al dan niet te combineren met een aan de scheiding voorafgaande vergistingsstap. Daarbij zij overigens opgemerkt dat beide buiten elkaar kunnen en energieopwekking door mestvergisting dus geen unieke verdienste van mestscheiden is. De door vergisting bespaarde fossiele brandstof kan namelijk ook voor andere doelen dan mestaanvoer en -scheiding worden ingezet. Hoe de energiebalans uitslaat, hangt dus van veel factoren af en vergt een vrij ingewikkelde berekening. Dit vormde dan ook de aanleiding voor het bouwen van een rekenmodel. In het navolgende wordt dit model beschreven en is de gevoeligheid van uitkomsten voor diverse aannames verkend.

### 3.2 Opzet rekenmodel

#### *Afstanden*

We nemen aan dat in het middelpunt van een cirkelvormig ‘overschotgebied’ (in beginsel variërend van een individueel bedrijf tot een regio) een mestscheider wordt geplaatst. De daarbinnen relevante transportafstanden worden behalve door de grootte, ook bepaald door het aandeel cultuurgrond en de veronderstelde tortuositeit (=het ontbreken van een rechte vervoerslijn tussen de mestproducenten = afnemers van dunne fractie, en de mestscheider). De gemiddelde transportafstand binnen het overschotgebied (TAOG) laat zich als volgt benaderen:

TAOG (km) = tortuositeit x halve straal x  $\sqrt{2}$ , met:

- Tortuositeit = 1,3 (schatting).
- Straal in km =  $0,1 \times \sqrt{(\text{oppervlakte cultuurgrond (ha)} / \text{aandeel cultuurgrond}) / 3,14}$ .

Bij een oppervlakte cultuurgrond van 10.000 ha's en een aandeel cultuurgrond van 70%, bedraagt de TAOG dan 6,2 km. Voor het berekenen van de transportafstanden voor de dikke fractie is vanzelfsprekend ook de gemiddelde afstand tussen de mestscheider en het ontvangende tekortgebied van belang.

We nemen aan dat alle vervoer van zowel ruwe drijfmest als dunne en dikke fracties in beginsel tot lege retourvrachten leidt. Wel is in de gevoeligheidsanalyse een variant opgenomen waarbij de trucks die ruwe mest naar de scheider brengen meer of minder van een retourvracht dunne fractie worden voorzien.

#### *Benodigde mestafvoer*

De mestproductie (water, N,  $P_2O_5$ ) in het desbetreffende overschotgebied wordt berekend op basis van de veebezetting (melkvee, jongvee, mestvarkens, fokzeugen) en de forfaitaire excretie per diersoort (Tabel 12). Op basis van de fosfaatgebruiksnormen en het bouwplan in het overschotgebied (grasland, bouwland) wordt vervolgens berekend hoeveel  $P_2O_5$  dient te worden afgevoerd naar tekortgebieden en hoeveel hectares daarvoor nodig zijn. Op basis van een in te stellen scheidingssucces (gedefinieerd als de fractie van de drogestof (lees:  $P_2O_5$ ) die onverhoopt toch in de dunne fractie terechtkomt en het te realiseren drogestofgehalte (lees: watergehalte met minerale N) in de dikke fractie), wordt ingeval van mestscheiding vervolgens nagegaan welk deel van de ruwe mest gescheiden moet worden om gelijktijdig (net) te kunnen voldoen aan de volgende drie vergelijkingen:

- De som van in het overschotgebied te gebruiken hoeveelheden  $P_2O_5$  uit (resterende) drijfmest en uit dunne fractie, is gelijk aan de gemiddelde  $P_2O_5$  gebruiksnorm in het overschotgebied,
- De som van totaal te gebruiken hoeveelheid N uit drijfmest, dunne fractie en dikke fractie in overschotgebied en tekortgebied tezamen, is gelijk aan de N geproduceerd als mest,
- De som van totaal te gebruiken hoeveelheid  $P_2O_5$  uit drijfmest, dunne fractie en dikke fractie in overschotgebied en tekortgebied tezamen, is gelijk aan de  $P_2O_5$  geproduceerd als mest.

Het voorgaande komt neer op het oplossen van drie vergelijkingen met drie onbekenden. Daaruit laat zich precies berekenen hoeveel ruwe drijfmest gescheiden moet worden. Op die manier wordt voorkomen dat er meer drijfmest wordt gescheiden dan strikt noodzakelijk is. In dat geval zou immers kunstmest- $P_2O_5$  moeten worden aangevoerd, gemakshalve aannemend dat de fosfaatgebruiksnormen de gewasonttrekking weerspiegelen en ondernemers deze onttrekking precies willen en mogen compenseren. Verder is verondersteld dat de som van de hoeveelheden N in drijfmest en dunne fractie meer mag bedragen dan de huidige gebruiksnorm voor N-totaal in dierlijke mest (te weten de van EU-wege opgelegde 170 (akker- en tuinbouw) of 250 (melkveehouderij) kg mest-N per ha). Aan dit uitgangspunt ligt de veronderstelling ten grondslag dat mestgebruiksnormen met instemming van de Europese Commissie vroeg of laat door  $P_2O_5$  in plaats van door N bepaald zullen gaan worden. Ten slotte is in de verdere berekeningen ook aangenomen dat de dikke fractie volledig buiten het overschotgebied wordt afgezet.

#### *Aanvullende kunstmeststikstof*

Op basis van het becijferde gebruik van drijfmest en dunne fractie in het overschotgebied en het gebruik van drijfmest óf dikke fractie in het tekortgebied, en de wettelijke gebruiksnormen voor N en  $P_2O_5$  alsmede werkingscoëfficiënten, worden de aanvullende kunstmest-N giften voor beide gebieden berekend. Daarbij wordt aangenomen dat de wettelijke N-ruimte maximaal benut wordt.

Tabel 12. Aangenomen forfaitaire mestproductie (kg per dierplaats per jaar).

	Product ('water')	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Melkkoe	26300	116	42
Jongvee 1-2 jaar	15000	66	24
Jongvee 0-1 jaar	5600	25	9
Mestvarken	1100	8	5
Fokzeug	5000	21	15

Tabel 13. Overige uitgangspunten.

			Overschotgebied	Tekortgebied
Cultuurgrond, %			70	
Tortuositeit			1,3	
Stuks ** vee, ha <sup>1</sup>	Melkkoe		1,5	
	Jongvee		1,1	
	Mestvarken		12 (of 6)*	
	Zeug		0,5 (of 0,25)*	
Bouwland, %				100
Maïsland, %			30	
Grasland, %			70	
Gebruiksnorm	N / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha	Bouwland		150 / 60
		Maïsland	150 / 60	
		Grasland	250 / 90	
N-werking, %	Drijfmest		60	60
	Dunne fractie		80	
	Dikke fractie			55
Gewicht truck	Vol, ton	50		
	Leeg, ton	15		
Brandstof truck	MJ/ (ton.km)	0.4 (of 1.2)*		
Vergisting	Afbraak % van DS	25		
Biogasopbrengst	m <sup>3</sup> per m <sup>3</sup> mest	14		
	MJ per m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> gas	22,5		
Scheidingssucces	% van DS in dun	10 (of 30, of 50)*		
	DS% van dik	25 (of 20)*		
Energie scheider	kWh per m <sup>3</sup> mest	1,0 (0,5 – 2,5)*		
	MJ per kWh	11 ***		

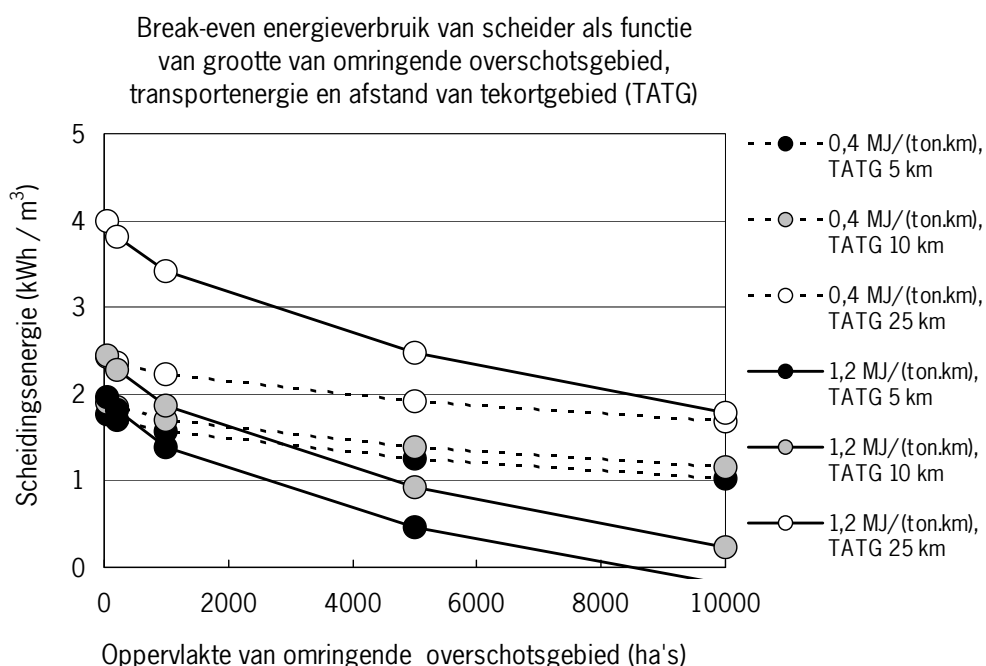
\* als onderdeel van gevoeligheidsanalyse

\*\* t.w. dierplaatsen

\*\*\* aannemende dat voor de opwekking van 1 kWh (=3,6 MJ) 3x zoveel fossiele brandstof nodig geweest is in de elektriciteitscentrale

### 3.3 Resultaten

Bij de gekozen uitgangspunten (Tabel 13) leidt mestscheiding in alle gevallen tot een gunstiger balans van bespaarde en uitgegeven energie (Tabel 14). Naarmate de af te leggen afstand in het overschotgebied kleiner is (lees: de scheider een kleinere capaciteit heeft), de afstand tot het tekortgebied groter, de energiekosten van scheiding lager zijn, het aantal retourvrachten (ofwel: dunne fractie terug met dezelfde truck die ruwe mest naar scheider bracht) groter is, en het diesilverbruik geringer, is de energiewinst bij scheiding groter (Tabel 14). Het energiegebruik dat gemoeid is met het scheiden zelf, ligt betrekkelijk laag in vergelijking met de energie die nodig is voor het transport. Pas als een mestoverschot op korte afstand tegen lage transportenergiekosten kan worden afgezet, wordt het energieverbruik van de scheidingsinstallatie zelf belangrijk. Verder geldt dat de energie die het scheiden van mest kost meer mag bedragen naarmate de energie voor transport binnen het overschotgebied geringer is; dit laatste is het geval bij een kleine overschotregio per scheider en/of lage transportenergiekosten (Figuur 2).



*Figuur 2. Toelaatbaar energieverbruik van scheider om de anderszins bij mestscheiding bespaarde energie niet net te overschrijden (retourvracht 0%, scheidingssucces 10%/25% (zie Tabel 13 voor overige uitgangspunten)).*

Tabel 14. *Energieverbruik (mesttransport, mestverwerking, eventuele mestvergisting, kunstmestgebruik) in GJ per hectare cultuurgrond in overschotgebied en tekortgebied tezamen (1 GJ ≈ 25 liter dieselolie); (in **vet** de verkende scenario-variabele).*

Fosfaat- productie in over- schotgebied (kg/ha)	Oppervlakte cultuur- grond in overschot- gebied (ha)	Afstand akkerbouw (km)	Scheidings- succes* (%)	Scheidings- energie (kWh/m <sup>3</sup> )	Retour- vracht (%)	Diesel- verbruik truck (MJ/ton.km)	Scenario		
							Niets doen	Scheiden	Scheiden na vergisten
<b>111</b>	1000	100	30/25	1.0	0	0.4	4,35	3,76	1,33
<b>142</b>							4,65	3,84	0,61
142	<b>1000</b>	100	30/25	1.0	0	0.4	4,65	3,84	0,61
	<b>10000</b>						4,65	3,95	0,73
142	1000	<b>100</b>	30/25	1.0	0	0.4	4,65	3,84	0,61
		<b>200</b>					5,77	4,22	0,99
142	1000	100	<b>10/25</b>	1.0	0	0.4	4,65	3,95	1,42
			<b>30/25</b>				4,65	3,84	0,61
			<b>50/25</b>				4,65	3,63	-0,86
			<b>10/20</b>				4,65	4,08	1,56
			<b>30/20</b>				4,65	3,96	0,74
			<b>50/20</b>				4,65	3,76	-0,73
142	1000	100	30/25	<b>0.5</b>	0	0.4	4,65	3,73	0,50
				<b>1.0</b>			4,65	3,84	0,61
				<b>2.5</b>			4,65	4,16	0,94
142	1000	100	30/25	1.0	<b>0</b>	<b>0.4</b>	4,65	3,84	0,61
					<b>50</b>	<b>0.4</b>	4,65	3,83	0,60
					<b>0</b>	<b>1.2</b>	6,88	4,71	1,48
					<b>50</b>	<b>1.2</b>	6,88	4,68	1,46

\* % van de aanvankelijk aanwezige drogestof die onverhoopt in dunne fractie komt (= 100 – scheidingsrendement ds) / drogestof % van de dikke fractie.

### 3.4 Discussie

Verkenningen met een rekenmodel geven aan dat mestscheiding, ook zonder vergistingsstap, al gauw een energiebesparing oplevert. Mèt vergisting is dat nog sterker het geval. Deze besparing vloeit voort uit het feit dat bij mestscheiding alleen de dikke fractie over grotere afstand vervoerd hoeft te worden. Alleen als onbewerkte mest op korte afstand kan worden afgezet onder gebruikmaking van transportmiddelen met een relatief laag energieverbruik, loont het vanuit het energieverbruik bezien niet langer om mest te scheiden (in dat geval is eigenlijk geen sprake van een overschotgebied maar van een grondarm overschotbedrijf). Mestscheiding wordt vanuit een energetisch oogpunt ook discutabel naarmate de oppervlakte van de regio van waaruit de mestscheider zijn mest betreft groter wordt en de benodigde energie per kubieke meter te verwerken mest stijgt. Nu bestaat er wellicht een wisselkoers tussen beide: juist van kleinere decentrale installaties (bijvoorbeeld op bedrijfsniveau) met een geringe capaciteit is denkbaar dat het energieverbruik per kubieke meter te verwerken mest groter is. Kennelijk dient het juiste

compromis gevonden te worden tussen dit energieverbruik en de capaciteit ofwel de grootte van de te bedienen regio.

Dit is niet de enige onderlinge afhankelijkheid. Zo is in de gevoeligheidsanalyse aangenomen dat het succes waarmee mest gescheiden wordt onafhankelijk is van het energieverbruik per kubieke meter te verwerken mest, terwijl in de praktijk scheidingssucces en energieverbruik positief gecorreleerd zullen zijn. Ook hier dient dus gezocht te worden naar het meest optimale compromis.

Tot slot moet nog worden opgemerkt dat de energiebalans maar één van de overwegingen is om al dan niet tot mestscheiding over te gaan. Zo vormt ook het saldo van de broeikasgassenbalans één van de overwegingen. De meest energiezuinige optie heeft namelijk niet noodzakelijkerwijs ook de optie te zijn met de kleinste bijdrage aan de broeikasgasemissie. Dit komt onder meer omdat scheidingstechnieken en mestfracties kunnen verschillen in hun emissies van methaan en lachgas. Ten slotte spelen ook de kosten van de diverse opties een rol. Tankauto's en chauffeurs kosten weliswaar geld, maar scheidingsinstallaties ook. Bij dat laatste spelen de aard en capaciteit van de scheider een rol (zie paragraaf 2).



## 4. Landbouwkundige consequenties van mestscheiding

### 4.1 Melkveehouderij

Nederlandse melkveehouderijbedrijven zijn relatief intensief. Dat betekent dat als geen dierlijke mest wordt afgevoerd, via aangekocht voer meer  $P_2O_5$  binnenkomt dan er in de vorm van melk en vlees wordt afgevoerd. Dit leidt via ophoping tot landbouwkundig onnodig hoge fosfaatgehalten in de bodem en, uiteindelijk, ongewenste eutrofiëring van oppervlaktewater. De regelgeving is er daarom op gericht deze ophoping via fosfaatgebruiksnormen te voorkomen. Dat betekent dat een intensief melkveebedrijf óf moet extensiveren, óf dierlijke mest moet afvoeren naar een akker- en tuinbouwbedrijf met plaatsingsruimte. Afvoer van mest gaat met afzetkosten gepaard. Bovendien raakt het bedrijf behalve  $P_2O_5$  ook N kwijt waarvoor nog wel, binnen milieukundig verantwoorde grenzen, gebruiksr ruimte bestaat. Omdat deze N ook landbouwkundig nodig is om gewassen de  $P_2O_5$  in mest te doen benutten, moet een bedrijf dat mest afvoert in beginsel meer kunstmest-N aankopen. Mestscheiding beperkt de kosten dan ook mede omdat de dunne fractie per kg  $P_2O_5$  meer N bevat dan ruwe drijfmest en zo op de aankoop van kunstmest-N bespaard kan worden. Het kan voor een intensief melkveebedrijf daarom aantrekkelijk zijn om een hoeveelheid drijfmest te scheiden waarmee de gewogen gemiddelde gift van niet-gescheiden drijfmest en dunne fractie, nèt aan de toegestane  $P_2O_5$ -gebruiksnorm kan voldoen. In Tabel 15 zijn de technische consequenties becijferd. Daarbij is uitgegaan van een melkveebedrijf met een gras:maïs verhouding van 70:30 op matig droog zand (Gt VI), N gebruiksnormen van 250 kg werkzame N per ha voor grasland en 150 kg werkzame N per ha voor maïsland, en  $P_2O_5$ -gebruiksnormen van 90 kg per ha voor grasland en 60 kg per ha voor maïsland. Op bedrijfsniveau komt dat neer op een gebruiksnorm van 81 kg  $P_2O_5$  per ha. Het bedrijf wordt geacht te kunnen beschikken over een mobiele mestscheider met een scheidingsrendement van 30% voor  $P_2O_5$  en 20% voor N. De resulterende dunne fractie heeft een minerale N aandeel van 0,57 (0,50 in ruwe drijfmest) en een N:  $P_2O_5$  verhouding van 3,17 (2,75 in ruwe drijfmest). De wettelijk vastgestelde N-werkingcoëfficiënten voor ruwe drijfmest en dunne fractie bedragen, respectievelijk, 45% en 80%.

Zonder mestscheiding zou een melkveebedrijf met een bezetting van 1,75 melkkoe per ha, circa 33 kg drijfmest-N per ha bedrijfsoppervlakte moeten afvoeren en, gegeven de N gebruiksnorm, 120 kg kunstmest-N aankopen. Door nu 42% van de geproduceerde drijfmest te scheiden, kan de afvoer van mest (dikke fractie) tot 21 kg N per ha beperkt worden. Omdat er meer mest-N op het bedrijf blijft, hoeft 36 kg kunstmest-N per ha minder aangekocht te worden. Omdat de feitelijke N-werking van ruwe drijfmest beter is dan wettelijk verondersteld (ofwel: de werking van dunne fractie overtreft de werking van ongescheiden mest minder dan wettelijk wordt aangenomen), is bij gebruik van dunne fractie iets minder werkzame N voor gewasopname beschikbaar. Het gebruik van dunne fracties gaat naar schatting gepaard met iets hogere ammoniakverliezen (dat wil zeggen veldverliezen), een iets lagere nitraatuitspoeling, en een iets hoger  $P_2O_5$ -overschot. Naarmate het melkveebedrijf intensiever is, moet meer drijfmest gescheiden worden om aan de  $P_2O_5$ -gebruiksnorm te kunnen blijven voldoen. Bij de hierboven aangenomen scheidingsrendementen, kan een melkveebedrijf tot aan een veedichtheid van 2,18 melkkoeien per ha, zonder drijfmestafvoer net aan de fosfaatgebruiksnorm voldoen door 100% van de geproduceerde drijfmest te scheiden. De hoeveelheid af te voeren mest kan dan beperkt worden van een aanvankelijke 96 kg N tot 61 kg N per ha, en het kunstmest-N gebruik van een aanvankelijke 120 kg N tot 14 kg N per ha (Tabel 15). Intensievere bedrijven moeten naast dikke fractie toch ook drijfmest af gaan zetten of kiezen voor een scheidingsmethode met een hoger scheidingsrendement.

Tabel 15. Mest- en kunstmestgiften, af te voeren hoeveelheden mest en enkele milieuprestaties in relatie tot de intensiteit van een melkveebedrijf en het al dan niet toepassen van mestscheiding.

Melkoeien per ha		1,75		2,18		1,75		2,18	
		Kg N per ha				Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per ha			
Mestscheiden		Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Mestproductie		255	255	318	318	93	93	116	116
Aandeel te verwerken mest			0,42		1,00		0,42		1,00
Mestgift, melkveehouderij	Drijfmest	222	148	222	0	81	54	81	0
	Dunne fractie		87		257		27		81
	Subtotaal	222	234	222	257	81	81	81	81
Af te voeren mest		33	21	96	61	12	12	35	35
	TOTAAL	255	255	318	318	93	93	116	116
Toegepaste kunstmest		120	84	120	14	0	0	0	0
Geschatte* milieukenmerken	Mineralen-overschot, kg/ha					1	4	1	14
	NH <sub>3</sub> -verlies, kg/ha	18	20	18	22				
	NO <sub>3</sub> -N in grondwater, mg/l	12,5	10,4	12,5	7,7				

\* Volgens WOD2-model (Schröder *et al.*, 2009).

## 4.2 Akker- en tuinbouw

Nederlandse akker- en tuinbouwbedrijven zijn belangrijke afnemers van dierlijke mest uit gebieden met een mestoverschot. Het betreft vaak drijfmest die vanuit veedichte zandregio's naar veearme kleiregio's getransporteerd wordt. Overwegingen voor het afnemen van mest vormen de soms verstrekte vergoedingen maar ook de bijdrage die mest levert aan de voorziening van de bodem met organische stof, micro- en macro-elementen. Wat betreft de macro-elementen N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, worden ook akker- en tuinbouwbedrijven geconfronteerd met aanscherpende gebruiksnormen. Bij berekening van het hen toegestane kunstmestgebruik, hoeven bedrijven alleen het zogenaamd werkzame deel van de mest op de totale gebruiksnorm in mindering te brengen. Dit werkzame deel is vastgelegd in relatief ambitieuze wettelijk verplichte werkingscoëfficiënten. Om die werkingen in de praktijk te realiseren is veel aandacht en vakmanschap nodig (Schröder *et al.*, 2008). Nu gebruiksnormen aangescherpt worden of zijn, denken akkerbouwers- en tuinders daarom kritischer na over het gebruik van dierlijke mest. In verband met het voorgaande gaat de voorkeur uit naar dierlijke mesten met goed werkzame fosfaat (en de daaraan gekoppelde organische stof) maar weinig N per kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Op die manier handhaven ze de mogelijkheid om kunstmest-N te kunnen gebruiken zo veel mogelijk. Het gebruik van dikke fracties in plaats van ongescheiden drijfmest kan hier aan bijdragen.

Mestscheiding leidt tot een dunne fractie met meer N per kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en een dikke fractie met minder N per kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Gebruikers van dunne fractie kunnen daarom besparen op kunstmest-N binnen de toegestane fosfaatgebruiksnorm, terwijl gebruikers van dikke fractie in beginsel meer kunstmest-N moeten geven als zij hun gewassen eenzelfde hoeveelheid N willen aanbieden. Afhankelijk van de toegestane N-gebruiksnorm zal dit in meer of mindere mate gebeuren. Als N-gebruiksnormen niet bepalend zijn voor het feitelijke gebruik van kunstmest-N (d.w.z. het geam-bieerde gebruik van kunstmest-N ligt lager dan de gebruiksnorm voor werkzame N), zal de keuze voor dikke fracties

in plaats van ongescheiden drijfmest geen invloed hebben op de feitelijke kunstmest-N gift. Afnemers van mest bevinden zich namelijk voor een belangrijk deel in kleiregio's. Daar worden dikke fracties, net als drijfmest, in de nazomer op stoppels uitgereden. Dat betekent dat de kunstmest-N gift die aan de volgteelt in het volgende voorjaar wordt toegediend, niet of nauwelijks bepaald wordt door het organische mestgebruik: of er nu veel of weinig N per kg  $P_2O_5$  in de mest zit, de kunstmest-N gift blijft min of meer dezelfde. Als N-gebruiksnormen wel bepalend zijn voor het feitelijke gebruik van kunstmest-N, leidt vervanging van drijfmest door dikke fractie inderdaad tot een verruimd gebruik van kunstmest-N. In dat geval staat tegenover de besparing bij de gebruikers van de dunne fractie, een kunstmest-N *ontsparring* bij de gebruikers van dikke fractie; mestscheiding leidt dan per saldo dus niet tot een besparing op kunstmest-N. Wel zal het nuttig gebruik van de aangeboden N groter zijn omdat bij gebruik van de dikke fractie minder N al in de nazomer wordt aangeboden en deels verloren gaat als nitraat, lachgas of elementaire N. Dit komt omdat per kg toegediende  $P_2O_5$  niet alleen minder N maar ook minder minerale N wordt gegeven.

Het voorgaande wordt geïllustreerd in de volgende scenarioberekeningen (Tabel 16). Daaruit blijkt dat de verhouding tussen de geambieerde kunstmest-N gift en de toegestane gebruiksnorm voor werkzame N bepaalt of de vervanging van ongescheiden drijfmest door dikke fractie daadwerkelijk tot een ruimer gebruik van kunstmest-N leidt.

*Tabel 16. Toelaatbare en feitelijke mest- en kunstmestgiften op akker- en tuinbouwbedrijven in relatie tot de discrepantie tussen geambieerde kunstmestgiften en wettelijke N-gebruiksnormen, en het al dan vervangen van drijfmest door de dikke fractie uit mestscheiding (uitgaande van varkensdrijfmest met een verondersteld scheidingsrendement van 70% voor  $P_2O_5$  en 40% voor N).*

Geambieerde kunstmestgift	Kg N per ha	150	150	150	150	250	250
Werkzame N-gebruiksnorm	Kg N per ha	250	250	150	150	150	150
P gebruiksnorm	Kg $P_2O_5$ per ha	60	60	60	60	60	60
Mestscheiden		Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Scheidingsrendement	$P_2O_5$ , %		70		70		70
	N, %		40		40		40
N/ $P_2O_5$ verhouding in mest	Kg/kg	1.70	0.97	1.70	0.97	1.70	0.97
N-gehalte in mest	Kg N/ton	6.7	11.5	6.7	11.5	6.7	11.5
Wettelijke N werking	%	60	55	60	55	60	55
Toelaatbare mestgift	Kg $P_2O_5$ per ha	60	60	60	60	60	60
	Kg N per ha	102	58	102	58	102	58
	Ton per ha	15.2	5.1	15.2	5.1	15.2	5.1
Toelaatbare kunstmestgift	Kg N per ha	189	218	89	118	89	118
	Kg $P_2O_5$ per ha	0	0	0	0	0	0
Daadwerkelijke kunstmestgift	Kg N per ha	150	150	89	118	89	118



## 5. Conclusies en aanbevelingen

Mest kan ontleed worden in zijn samenstellende delen: water, organische stof en afzonderlijke mineralen. Hiervoor zijn verfijnde chemische en fysische technieken beschikbaar, zoals ultrafiltratie (UF), omgekeerde osmose (RO), dissolved air flotation (DAF) en indampen. In beginsel geldt hierbij: hoe hoger de gewenste zuiverheid van de componenten, des te groter de technische, energetische en financiële offers. Ook een minder perfecte scheiding kan echter landbouwkundige en milieukundige voordelen bieden. Over deze 'low-tech' benadering handelt dit verslag.

Bij vergelijking van prestaties van verschillende installaties bij verwerking van eenzelfde partij mest, laat het scheidingsresultaat zich in technische zin karakteriseren door het scheidingsrendement (het procentuele aandeel van een stof die bij scheiding in de dikke fractie terecht komt, ten opzichte van de ingaande hoeveelheid van die stof; paragraaf 2.4) en door de concentratiefactor (de verhouding van de concentraties van een stof in de dikke fractie en de ingaande mest). Een hoge concentratiefactor kan maar hoeft niet samen te gaan met een hoog scheidingsrendement. In het scheidingsrendement speelt, behalve de concentratie van een stof in de dikke fractie, ook de geproduceerde hoeveelheid dikke fractie een rol ('concentratie maal hoeveelheid'). Omdat de teller van het scheidingsrendement het product is van een concentratie en een hoeveelheid kan een hoog scheidingsrendement tot stand komen door een relatief lage concentratie in een groot volume dikke fractie. Omdat afvoerkosten hoger zijn naarmate het volume groter is, zijn naast het scheidingsrendement aanvullende indicatoren nodig zoals de concentratiefactor. Zo garandeert een hoog scheidingsrendement voor, bijvoorbeeld, fosfaat dat relatief weinig ruwe mest verwerkt hoeft te worden om een gewenste hoeveelheid fosfaat in de vorm van dikke fractie af te kunnen voeren. Een hoge concentratiefactor betekent dat de gewenste hoeveelheid af te voeren fosfaat in relatief weinig water opgelost is. Het scheidingsrendement is negatief gekoppeld aan de kosten van de verwerking, de concentratiefactor is negatief gekoppeld aan de kosten van de afvoer van dikke fractie. Tabel 17 illustreert dat beide karakteristieken van belang zijn.

*Tabel 17. Via scheiding te verwerken hoeveelheid drijfmest en het gewicht van de dikke fractie, beide uitgedrukt per kg af te voeren fosfaat, in relatie tot het scheidingsrendement (SR, %) en de concentratiefactor (CF) voor fosfaat op basis van aangenomen concentraties in de dunne en dikke fracties.*

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> concentratie (kg/ton) in:			kg dik/m <sup>3</sup> drijfmest	SR	CF	Te verwerken (m <sup>3</sup> /kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Af te voeren (ton/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Ingaande mest	Dunne fractie	Dikke fractie					
1,6	1,40	3,70	86	20	2,3	3,13	0,27
1,6	1,29	3,70	129	30	2,3	2,08	0,27
1,6	1,36	5,60	57	20	3,5	3,13	0,18
1,6	1,23	5,60	86	30	3,5	2,08	0,18

Als op bedrijfsniveau kleinere hoeveelheden mest dan 1000-2000 ton (dat wil zeggen circa 1500-8500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) per jaar gescheiden hoeven te worden om aan een fosfaatgebruiksnorm te kunnen voldoen, kan het beste gekozen worden voor de huur van een mobiele mestscheider (vijzelpers of centrifuge) of voor een grootschalige regionale mestscheider (zeefbandpers of centrifuge). Bij gebruik van zeefbandpersen zijn bij sommige mestsoorten toevoegmiddelen nodig zoals coagulanten (met name Fe- en Al-zouten) en/of flocculanten (polymeren met en zonder metaalcomponent). Deze toevoegmiddelen zijn duur. Verder hebben ze mogelijk een negatief effect op de beschikbaarheid van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de dikke fractie. Naar dit aspect vindt op dit moment onderzoek plaats omdat het de afzetkansen voor dikke fractie negatief beïnvloedt.

Berekeningen geven aan dat de energie die gemoeid is met 'low-tech' scheidingstechnieken, over het algemeen meer dan goedgemaakt wordt door de energie die bespaard wordt op het vermeden transport van water. Bij mestscheiding hoeft immers alleen de dikke fractie over grotere afstand naar akker- en tuinbouwgebieden vervoerd te worden. In combinatie met mestvergisting is de energiewinst nog groter, maar dat is geen unieke verdienste van mestscheiding; de energie die vrijkomt bij vergisting kan immers aan andere zaken dan scheiding worden besteed.

Mestscheiding leidt tot een dunne fractie met meer N per kg  $P_2O_5$  en een dikke fractie met minder N per kg  $P_2O_5$ . Gebruikers van dunne fractie kunnen daarom besparen op kunstmest-N binnen de toegestane fosfaatgebruiksnorm, terwijl gebruikers van dikke fractie in beginsel meer kunstmest-N moeten geven als zij hun gewassen eenzelfde hoeveelheid N willen aanbieden. Afhankelijk van de toegestane N-gebruiksnorm zal dit in meer of mindere mate gebeuren. Overigens leidt de vervanging van ongescheiden drijfmest door dikke fracties wel tot een betere benutting van N omdat minder N verloren gaat.

Mestscheiding leidt niet tot een geringer gebruik van  $P_2O_5$ -kunstmest, of het moet zijn omdat mestscheiding de aanscherping van fosfaatgebruiksnormen in veedichte regio's faciliteert waarmee het resterende  $P_2O_5$  kunstmestgebruik in veearme regio's door  $P_2O_5$  in de vorm van dierlijke mest kan worden vervangen. Als in de nabije toekomst zou blijken dat het gebruik van toevoegmiddelen de beschikbaarheid van  $P_2O_5$  in de dikke fracties verlaagt, zou het gebruik van  $P_2O_5$ -kunstmest echter ook kunnen stijgen voor zover fosfaatgebruiksnormen dat toelaten.

Omdat de dunne fractie per kg  $P_2O_5$  meer N bevat, kan de N-behoefte van een melkveebedrijf bij gebruik van dunne fractie in sterkere mate met eigen mest gedekt worden, zonder dat dit tot fosfaatophoping in de bodem leidt. Hiermee kan de noodzaak om via extensiveren aan Europese richtlijnen, waaronder de Nitraatrichtlijn, te voldoen, worden beperkt. Overigens zij opgemerkt dat aan de keuze om te extensiveren, ruwe mest af te voeren dan wel te scheiden en alleen dikke fractie af te voeren, vanzelfsprekend een analyse vooraf dient te gaan of de fosfaatexcretie van de veestapel niet allereerst beperkt kan worden met eenvoudige veevoedingsmaatregelen. Nog altijd lijkt immers ruimte aanwezig om de aanvankelijk noodzakelijk geachte fosforconcentraties in veevoerders verder te verlagen. De effecten van beide opties, veevoedingsmaatregelen en mestscheiding, op de verdedigbaarheid van derogatieverzoeken in het kader van de Nitraatrichtlijn zijn inmiddels onderzocht (Schröder *et al.*, 2009).

In de voorgaande paragrafen staat een aantal conclusies in hoofdlijnen beschreven. Tegelijkertijd is er relatief nog weinig ervaring met mestscheiding en bestaan er dientengevolge onzekerheden. Deze onzekerheden hebben betrekking op scheidingsrendementen, de afschrijving en onderhoudskosten, het energieverbruik van transportmiddelen, de economisch optimale combinatie van enerzijds transportafstanden en anderzijds de verwerkingscapaciteit per installatie, en de afzetkansen van de dikke fractie. Aanbevolen wordt om deze onzekerheden via aanvullend onderzoek nader in te perken.

Samenvattend:

- 'Low-tech' mestscheiding draagt met behoud van gewasproductie bij aan de vermindering van energieverbruik en N-verlies naar de omgeving.
- Mestscheiding leidt op landelijk niveau, binnen gegeven gebruiksnormen, niet zonder meer tot een verminderd gebruik van kunstmest.
- Mestscheiding is vooralsnog omgeven met een aantal onzekerheden van, onder meer, financiële aard. Die onzekerheid doet veel betrokkenen wellicht vasthouden aan gangbare manieren om aan fosfaatgebruiksnormen te voldoen (d.w.z. afvoer van ongescheiden mest naar akker- en tuinbouwgebieden).
- Deze onzekerheden zijn in kaart gebracht waardoor gericht aanvullend onderzoek mogelijk is.

## 6. Referenties

- Aarnink, A. J. A. *et al.*, 2001.  
De Herculesstal voor vleesvarkens uitgetest onder semi-praktijkomstandigheden, Nota V 2001-61, IMAG, Wageningen.
- Bokhorst, J. *et al.*, 2001.  
Mest & compost, behandelen, beoordelen & toepassen, Louis Bolkinstituut, Driebergen.
- Buissonjé, F.E. de & M. Smolders, 2002.  
Mest vergisten verlaagt scheidingsrendement, Praktijkkompas Varkens, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Frost P. & S. Gilkinson, 2007.  
Evaluation of mechanical separation of pig and cattle slurries by a decanting centrifuge and a brushed screen separator, AFBI-Hillsborough.
- Hügler T., 1994.  
Gülle separieren und kompostieren, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg.
- Lemmens, B. *et al.*, 2007. Best beschikbare technieken (BBT) voor mestverwerking, derde editie, Vlaams Kenniscentrum voor BBT, VITO.
- Møller, H.B. *et al.*, 2000.  
Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and costs, Bioresource Technology 74, 223-229.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, G.L. Velthof, J.W. Reijs & B. Fraters. 2009,  
Nitrates Directive requires limited inputs of manure and mineral fertilizer in dairy farming systems. Report 222. Plant Research International, Wageningen, The Netherlands, 37 pp.
- Schröder, J.J., J.C. van Middelkoop, W. van Dijk & G.L. Velthof, 2008.  
Quick Scan aangaande de Stikstofwerking van Dierlijke Mest -actualisering van kennis en de mogelijke gevolgen van aangepaste forfaits, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 85, 55 pp.
- Timmermans, M. *et al.*, 2005.  
Scheiding van varkensmest d.m.v. TowerFilter en WEDA-vijzelpers, Praktijkrapport 41, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Verloop, K. *et al.*, 2008.  
Aangescherpte gebruiksnormen; mestscheiding als oplossing? Analyse van de mogelijkheid om afvoer van mest op melkveebedrijven te beperken (conceptrapport, sept. 2008).

