



PraktijkRapport Rundvee 29

## Vier jaar primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf



Mei 2003





## Colofon

### Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij  
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad  
Telefoon 0320 - 293 211  
Fax 0320 - 241 584  
E-mail [info@pv.agro.nl](mailto:info@pv.agro.nl)  
Internet <http://www.pv.wur.nl>

### Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

### © Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

### Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

### Bestellen

ISSN 1570-8616  
Eerste druk 2003/oplage 200  
Prijs € 17,50  
Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

## Abstract

The low-cost farm was set up in 1997. It is an experimental dairy farm of 32 ha on clay soil, with a milk quota of 400,000 kg. Its main goal is to achieve a cost price of € 0.34 per kg of milk. One clear research topic within the farm's management is the separation of manure and slurry. This report describes an evaluation of the primary separation of manure solids used on the low-cost farm and assesses its prospects for Dutch dairy farms.

On the basis of four years' experience, the separation of manure and slurry can be described as very successful. The method does have drawbacks, however: high costs and poor walking conditions on the concrete floor. Furthermore, nitrogen utilisation was less than in a complete slurry system, so there were no savings on fertiliser costs. The savings on phosphate fertiliser were very small. It is concluded that primary separation of manure solids only has prospects for dairy farms that have high stocking rates and must remove slurry to avoid having to pay a levy.

Key words: low-cost farm, cost price, MINAS, manure removal, walkability, profitability of separating manure, nitrogen utilisation, volume reduction, mass reduction.

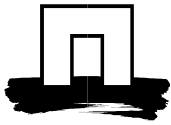
## Referaat

ISSN 1570-8616

De Haan, M.H.A., A.G. Evers, G. Holshof en K. Blanken (Praktijkonderzoek Veehouderij)  
Vier jaar primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf  
PraktijkRapport Rundvee 29  
63 pagina's, 4 figuren, 54 tabellen

In 1997 is het lagekostenbedrijf gesticht. Het is een zuiver melkveebedrijf met 400.000 kg melkquotum en 32 hectare kleigrond. Het hoofddoel is om een kostprijs te realiseren van € 0,34 per kg melk. Toepassen van primaire mestscheiding was een duidelijk onderzoeksaspect binnen de bedrijfsvoering van het lagekostenbedrijf. Het doel van dit rapport is evalueren van de toegepaste vorm van mestscheiding op het lagekostenbedrijf en beoordelen perspectief van deze primaire mestscheiding voor Nederlandse melkveehouderij. Gebleken is dat primaire mestscheiding goed lukt, maar de hoge kosten en de slechte beloopbaarheid van de stalvloer zijn duidelijk negatieve aspecten. Verder is de stikstofbenutting lager dan in een drijfmestsysteem, zodat geen besparing op kunstmeststikstof mogelijk is. De besparing op fosfaatkunstmest is erg klein. Primaire mestscheiding lijkt slechts mogelijk perspectief te bieden voor intensieve bedrijven, die mest moeten afvoeren om heffingen te voorkomen. In andere gevallen niet.

Trefwoorden: Lagekostenbedrijf, kostprijs, mestscheiding, MINAS, mestafvoer, beloopbaarheid, scheidingsrendement, stikstofbenutting, volumereductie, massareductie.



PRAKTIJKONDERZOEK  
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport Rundvee 29

# Vier jaar primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf

## Four years primary manure solids separation on the low cost farm

M.H.A. de Haan  
A.G. Evers  
G. Holshof  
K. Blanken

Mei 2003

## Voorwoord

Kostprijnsbeheersing is voortdurend een belangrijk thema voor melkveebedrijven. Het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) is in opdracht van het Productschap Zuivel in september 1997 gestart met onderzoek naar kostprijnsverlaging op melkveebedrijven. Dit onderzoek wordt onder andere uitgevoerd op het lagekostenbedrijf van de Waiboerhoeve te Lelystad. Doelstelling van dit bedrijf is om met een omvang van 400.000 kg melk een kostprijs te realiseren van € 0,34 per kg melk. Het onderzoek op het lagekostenbedrijf wordt uitgevoerd in opdracht van en is gefinancierd door het Productschap Zuivel.

Bij de start van het bedrijf is gekozen voor een dichte hellende vloer met giergoot, waardoor op de stalvloer primaire scheiding van mest gerealiseerd kan worden. Motivatie hiervoor waren lagere bouwkosten enerzijds en verwachte mogelijkheden om de eigen mest beter te benutten anderzijds. Scheiding maakt het immers mogelijk de urine en de vaste mest op de meest optimale tijdstippen in het seizoen toe te dienen.

Er is nu vier jaar ervaring opgedaan met primaire scheiding van mest op een hellende dichte vloer. Een geschikt moment derhalve om terug te kijken wat de ervaringen met dit systeem zijn geweest. Waar gingen dingen zoals verwacht en waar zijn we toch tegen knelpunten aangelopen? Dit verslag brengt deze punten in beeld. Ik hoop dat u als melkveehouder uw voordeel kunt doen met resultaten van dit onderzoek.

Rondom een project als het lagekostenbedrijf zijn veel mensen actief. Met name wil ik hier noemen de medewerkers van het proefbedrijf. Zij hebben naast de dagelijkse bedrijfsvoering veel aandacht besteed aan het uitvoeren van de detailproeven rond mestscheiding en bemesting met vaste mest.

F. Mandersloot  
Hoofd Rundvee, Schapen, Paarden en Geiten

## Samenvatting

In 1997 is het lagekostenbedrijf op de Waiboerhoeve gesticht. Het is een zuiver melkveebedrijf met 400.000 kg melkquotum en 32 hectare kleigrond. Het belangrijkste doel van dit onderzoeksbedrijf is een kostprijs te realiseren van maximaal 34 eurocent per kg melk. Vanaf het begin is primaire mestscheiding als extra onderzoeksaspect aangebracht in het bedrijf. Via een dichte hellende vloer en veel stro in de boxen, wordt vanaf 1997 de vaste mest van de gier gescheiden en apart opgeslagen. De dikke fractie bevat vooral fosfaat, organische stof en organisch gebonden stikstof. De dunne fractie bevat vooral minerale stikstof. Door de nutriënten gescheiden op te slaan, zijn deze ook op de gewenste tijdstippen en gewenste percelen, afzonderlijk van elkaar, toe te dienen. Uiteindelijk moet hierdoor de mineralenbenutting hoger zijn dan bij een drijfmeststelsel, zodat makkelijker aan de MINAS-eindnormen is te voldoen die in 1997 in het vooruitzicht waren gesteld. Verder bleek uit een vooronderzoek, naast een betere mineralenbenutting, mogelijk ook een economisch perspectief.

Het **doel** van dit rapport is evalueren van de toegepaste vorm van mestscheiding op het lagekostenbedrijf en beoordelen van het perspectief van deze vorm van mestscheiding voor de Nederlandse melkveehouderijsector. Dit betekent concreet dat we in dit rapport uitgebreid verslag doen van de resultaten van mestscheiding in bedrijfsverband met een systeemvergelijking tussen verschillende situaties met drijfmest en gescheiden mest.

Gebleken is dat met de geschetste methode van primaire mestscheiding fosfaat en snel werkzame stikstof goed van elkaar te scheiden zijn. Met een rendement van 77 % (de hoeveelheid van de droge stof die in de vaste mest terecht komt), is dit zelfs beter dan van mechanische scheidingsmiddelen die op de markt zijn.

Compostering, volumereductie en massareductie van de vaste mest zijn nauwelijks bereikt bij primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf. Dit in tegenstelling tot de verwachting aan het begin van het project, waarbij door compostering een forse massareductie werd verwacht en hierdoor een besparing op kosten van uitrijden van organische mest. De besparing op uitrijdkosten van organische mest is dus niet gerealiseerd. Verder blijken ook andere kostenposten als vloer, mestopslagen en uitmestinstallaties hoger uit te vallen dan een systeem met drijfmest. Zodat in totaal de kosten voor mestscheiding hoger zijn dan voor systemen met drijfmest. Voor een bedrijf als het lagekostenbedrijf is het systeem met mestscheiding jaarlijks ruim € 6.000,- duurder dan een systeem met drijfmest in een kelder onder de stal. Verder is het mestscheidingsstelsel jaarlijks bijna € 5.000,- duurder dan drijfmest buiten de stal voor een bedrijf met de omvang van het lagekostenbedrijf. Maar in bedrijfssituaties waarbij drijfmest wordt afgevoerd, kan vaste mest maken en deze afvoeren een flink deel van de extra kosten ongedaan maken.

De hellende vloer die nodig is voor mestscheiding, kan leiden tot een slechte beloopbaarheid van de vloer. Met name in de zomerperiode, als de koeien rond het melken binnen komen, heeft dit tot glijpartijen geleid. Gemiddeld zijn hierdoor twee koeien per jaar afgevoerd. Veel aandacht is daarom gewenst voor een goede beloopbaarheid van de vloer.

Bij het uitgevoerde systeem van primaire mestscheiding is het ligcomfort van de koe met veel stro in de boxen gewaarborgd. Dikke hakken komen daardoor nagenoeg niet voor op het lagekostenbedrijf. De grote hoeveelheid stro in de boxen leidt echter wel tot een verhoogd risico op problemen met uiergezondheid. De reden hiervoor is dat stro organisch materiaal is en, bij matige hygiëne, een voedingsbodem kan zijn voor bacteriën.

De uitvoering van de stal met een dichte hellende vloer is een erkend emissiearm systeem. De stikstofemissie in de stal is dus lager dan bij een drijfmeststelsel zonder een hellende vloer. Maar de verliezen bij de opslag van vaste mest en gier zijn samen zo hoog, dat de stikstofemissie tot het moment van uitrijden bij het uitgevoerde systeem van primaire mestscheiding per saldo 2,6 % hoger is dan bij een drijfmeststelsel. Daar komt nog bij dat de N-werking van met name de vaste fractie lager is dan drijfmest.

Het grootste deel van de stikstof in de vaste mest is organisch en werkt daardoor langzaam. Door de grote hoeveelheid aanwezige stikstof in de vaste mest, is de hoeveelheid benutbare stikstof in een systeem met gescheiden mestsoorten zeker niet hoger gebleken dan in een systeem met drijfmest. De totale N-benutting bedraagt daardoor bij gescheiden mestbewaring 47 % tegenover ongeveer 56 % bij de drijfmeststelsels. Het lijkt dus niet mogelijk om met het op het lagekostenbedrijf gehanteerde systeem van primaire mestscheiding kunstmeststikstof te besparen. In totaal is zelfs 12 kg kunstmeststikstof per ha meer nodig bij een systeem met primaire mestscheiding dan bij een drijfmeststelsel. Maar toediening van fosfaatrijke vaste mest in plaats van drijfmest lijkt wel fosfaatkunstmest te besparen. De besparing is met circa 2 kg fosfaatkunstmest per ha wel vrij klein.

## Summary

The low-cost farm was set up in 1997 on the Waiboerhoeve experimental farm. It is a dairy farm of 32 ha on clay soil, with a milk quota of 400,000 kg. Its main aim is to achieve a cost price of no more than € 0.34 per kg of milk. From the outset, primary separation of manure has been an extra research topic on the farm. Since 1997, solid manure separated from slurry by means of a gently sloping solid floor and generous hay bedding in the cubicles has been stored separately. The solid fraction is largely composed of phosphate, organic matter, and nitrogen in organic compounds. The liquid fraction largely comprises mineral nitrogen. Because the nutrients are stored separately, they can be applied separately and at the required time to the desired fields. This is intended to ensure that the mineral utilisation is better than under a slurry system, thus making it easier to meet the MINAS standards for farm nitrogen and phosphate anticipated in 1997. Furthermore, a pilot study suggested that in addition to improved mineral utilisation, there would be economic benefits too. This report presents an evaluation of the primary separation of manure solids used on the low-cost farm and assesses the prospects of this form of manure separation for the Dutch dairy farming sector. It presents the results of manure separation on the farm and compares systems in various situations with slurry and separated manure.

It is concluded that the method of primary manure separation described above is well able to separate phosphate from rapid-acting nitrogen. The 77% efficiency (the percentage of dry matter that ends up in the solid manure) is superior to that of commercially available mechanical separators.

Neither composting, nor volume reduction, nor mass reduction of the manure were achieved to any significant extent on the low-cost farm during the primary manure separation. This is contrary to expectations at the beginning of the project: it was assumed that composting would bring about a great reduction in mass and would thus bring savings in the costs of applying the manure to the fields. These savings were not achieved. Furthermore, items such as the floor, manure storage and cleaning equipment, turned out to have higher costs than in a slurry system, with the result that the total costs of manure separation were higher than for systems with slurry. For a farm such as the low-cost farm, the system with manure separation is over € 6000 more expensive per year than a system with a slurry pit under the barn floor. Furthermore, for a farm the size of the low-cost farm, per year the manure separation system is almost € 5000 more expensive than having slurry outside the barn. But on farms that incur extra costs because they have to remove slurry from the farm to comply with MINAS, making and transporting solid manure can bring large cost savings.

The sloping floor needed for manure separation can be difficult to walk on. In summer, cows reporting for milking were especially likely to slip and fall. On average, two cows per year had to be culled as a result of such falls. For this reason, much attention should be paid to good floor walkability. The system of primary manure separation used, which entails a generous bedding of straw in the cubicles, ensures that the cows lie comfortably. And there have been very few cases of swollen heels on the low-cost farm. However, the generous straw bedding does increase the risk of problems with udder health, because straw is an organic material and, if hygiene is inadequate, can be a breeding ground for bacteria.

Equipping a barn with a sloping floor is a recognised way of reducing emissions. As expected, the nitrogen emission in the barn was lower than from a slurry system without a sloping floor. The combined losses from the stored manure and slurry were so high, however, that per balance the nitrogen emission from the primary manure separation system up to the moment that the manure is taken to the fields was 2.6% higher than from a slurry system. Furthermore, the N action of the solid fraction was less than from slurry.

Most of the nitrogen in the solid manure is organic and is therefore released slowly. Thanks to the large amount of nitrogen in the solid manure fraction, the amount of utilisable nitrogen in a system with different manure fractions was found to be no higher than in a system with slurry. As a result, storing the manure fractions separately gave a total N utilisation of 47%, compared with about 56% for the slurry system.

It is therefore concluded that with the system of primary manure separation used on the low-cost farm it is impossible to save on nitrogen fertiliser. This system requires in total 12 kg nitrogen fertiliser per ha more compared with a slurry system. However, applying phosphate-rich solid manure instead of slurry does seem to save on phosphate fertiliser, but the saving is small: approximately 2 kg phosphate fertiliser per ha.

# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Achtergronden mestscheiding lagekostenbedrijf</b> .....	<b>2</b>
2.1	Verschillende mestscheidingstechnieken.....	2
2.2	Uitgangspunten mestscheiding lagekostenbedrijf.....	3
2.2.1	Verwachtingen mestscheidingstechniek .....	3
2.2.2	Verwachtingen mestproductie en bemesting.....	5
2.2.3	Begroting economie.....	7
<b>3</b>	<b>Resultaat mestscheiding lagekostenbedrijf</b> .....	<b>9</b>
3.1	Techniek en scheidingsresultaat .....	9
3.1.1	Mestbalans.....	9
3.1.2	Lang of kort stro.....	13
3.1.3	Rendement van mestscheiding .....	14
3.1.4	Compostering.....	15
3.2	Bemesting dunne en dikke fractie .....	17
3.2.1	Meststoffen en kwaliteit.....	17
3.2.2	Bemesting op het lagekostenbedrijf .....	18
3.3	Dieraspecten.....	20
3.3.1	Begaanbaarheid vloer.....	20
3.3.2	Gezondheid .....	20
3.3.3	Welzijn .....	22
<b>4</b>	<b>Evaluatie systeem mestscheiding</b> .....	<b>23</b>
4.1	Beoordeling resultaat.....	23
4.1.1	Waar techniek afwijkt van verwachting .....	23
4.1.2	Vergelijking verwachte en gerealiseerde mestproductie en bemesting .....	24
4.1.3	Waar economie afwijkt van verwachting .....	26
4.2	Systeemvergelijking.....	27
4.3	Mest en milieu bij de drie systemen.....	29
4.4	Economie van de drie systemen .....	30
<b>5</b>	<b>Toepassing voor de praktijk</b> .....	<b>33</b>
5.1	Mogelijkheden voor sector .....	33
5.2	Mogelijkheden tot kostenbesparing .....	34
<b>6</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>37</b>

## 1 Inleiding

In de loop van de jaren negentig zijn de inkomens in de melkveehouderij flink onder druk komen te staan. Voor een gemiddeld Nederlands melkveebedrijf is het gezinsinkomen van 1989 tot 1997 gestaag gedaald. De gezinsbestedingen zijn in die tijd licht gestegen en waren in boekjaar 1996/1997 gemiddeld zelfs hoger dan het gezinsinkomen uit het bedrijf. De ongunstige inkomensontwikkeling en de dalende opbrengsten waren een belangrijke aanleiding voor de opzet van het lagekostenbedrijf op de Waiboerhoeve. In september 1997 is dit bedrijf van start gegaan. Het is een zuiver melkveebedrijf met 400.000 kg melkquotum en 32 hectare kleigrond. De doelen van dit onderzoeksbedrijf zijn:

- een manier ontwikkelen om een kostprijs te realiseren van maximaal 34 eurocent per kg melk
- gemiddelde werkweken van maximaal 50 uur.
- maximale krachtvoergift van 16 kg per 100 kg meetmelk.
- MINAS-overschotten halen die lager zijn dan 164 kg stikstof en 30 kg fosfaat (inclusief kunstmest).

Sinds de stichting van het bedrijf in 1997, is de MINAS-wetgeving overigens wel gewijzigd. In de beginjaren van het lagekostenbedrijf voorzagen men nog een traject met aanscherping tot de eindnormen tot en met 2008. Bovendien was toen voorzien dat vanaf 2000 kunstmestfosfaat deel zou uitmaken van MINAS. In de loop van 1999 is deze wetgeving aangepast: de eindnormen gaan gelden vanaf 2003 en kunstmestfosfaat maakt voorlopig geen deel uit van MINAS.

Na een vooronderzoek (Van Lent en van Dooren, 2000), is bij de start van het lagekostenbedrijf in 1997 primaire mestscheiding als extra onderzoeksaspect aangebracht in het bedrijf. Het idee hierachter is om via de mestscheidingstechniek (zie hoofdstuk 2.2) de dikke en de dunne fractie apart op te slaan. De dikke fractie bevat vooral fosfaat, organische stof en organisch gebonden stikstof. De dunne fractie bevat vooral minerale stikstof. Door de nutriënten gescheiden op te slaan, zijn deze ook op de gewenste tijdstippen en gewenste percelen, afzonderlijk van elkaar, toe te dienen. Uiteindelijk moet hierdoor de mineralenbenutting hoger zijn dan bij een drijfmeststelsel, zodat makkelijker aan de MINAS-eindnormen is te voldoen die in 1997 in het vooruitzicht waren gesteld. Het resultaat van het genoemde vooronderzoek gaf aan dat, naast een betere mineralenbenutting, mogelijk ook een economisch perspectief aanwezig was. Veel volumereductie van de vaste mest, daling loonwerkkosten voor uitrijden mest en besparing op kosten voor mestkelders moesten bijdragen aan dit economisch perspectief.

Maar bij de start van het lagekostenbedrijf waren nog veel onduidelijkheden en onzekerheden aanwezig rondom de toegepaste vorm van mestscheiding. Nu is in de praktijk bijna vijf jaar ervaring opgedaan met primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf. In dit rapport doen we uitgebreid verslag van de resultaten van mestscheiding in bedrijfsverband en wordt een systeemvergelijking gemaakt tussen verschillende situaties met drijfmest en gescheiden mest.

Het **doel** van de rapportage is: evalueren van de toegepaste vorm van mestscheiding op het lagekostenbedrijf en beoordelen van het perspectief van deze vorm van mestscheiding voor de Nederlandse melkveehouderijsector. Dit betekent concreet dat:

- zowel technische als economische aspecten van primaire mestscheiding worden beschreven
- technische en economische resultaten worden vergeleken met verwachtingen en met het drijfmeststelsel
- aangegeven wordt of deze vorm van mestscheiding tot kostprijsverlaging heeft geleid
- het resultaat dat behaald is op het lagekostenbedrijf wordt vertaald naar toepassingen voor de sector

In hoofdstuk 2 beschrijven we de kenmerken van primaire mestscheiding en de manier waarop het op het lagekostenbedrijf is toegepast. De techniek, het scheidingsresultaat en de bemesting van de dunne en de dikke fractie komen in hoofdstuk 3 aan bod. Hoofdstuk 4 gaat over de evaluatie van het mestscheidingssysteem zoals dat op het lagekostenbedrijf is toegepast. Hierbij worden systemen met drijfmest vergeleken met de vorm van primaire mestscheiding zoals toegepast op het lagekostenbedrijf en beoordeeld op gevolgen voor bemesting, milieu en economie. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van het lagekostenbedrijf doorvertaald naar perspectieven voor de sector. De conclusies volgen in hoofdstuk 6.



## 2 Achtergronden mestscheiding lagekostenbedrijf

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk is weergegeven waarom primaire mestscheiding gekozen is als mestscheidingstechniek op het lagekostenbedrijf. Vervolgens beschrijven we in de volgende paragrafen de verwachtingen van toepassen van primaire mestscheiding bij de start van het project in 1997.

### 2.1 Verschillende mestscheidingstechnieken

Over de kosten en de resultaten van mestverwerking is vrij veel bekend, maar dit betreft voornamelijk onderzoek naar de verwerking van varkensmest. Het beperkt aantal onderzoeken met rundmest laten resultaten zien die vergelijkbaar zijn met vleesvarkensmest. Dus zijn resultaten van vleesvarkensmest ook in deze studie bruikbaar. In deze paragraaf komen een aantal technieken en hun scheidingsrendement aan de orde. Onder scheidingsrendement wordt verstaan: Het percentage van een bepaald onderdeel in de ingaande mest dat in de dikke fractie terecht komt. (Verdoes et al, 1992).

Er kunnen vier scheidingstechnieken worden onderscheiden: primaire scheiding, eenvoudige scheidingstechnieken (strofilter), industriële mestscheiding en mechanische mestscheiding.

#### 1. *primaire scheiding in de stal*

In rundveestallen worden (ter reductie van de ammoniakemissie) sinds enkele jaren zogenaamde dichte hellende vloeren gebruikt in plaats van roostervloeren. De urine vloeit door een giergoot af naar een gesloten mestopslag. De vaste mest (feaces) blijft op de vloer achter en moet periodiek verwijderd worden met een mestschuif. De mestschuif stort de mest aan het eind in een kelder of verzamelgoot. Door de vaste mest apart te houden van de urine ontstaan twee aparte meststromen. Aan de vaste mest wordt stro toegevoegd als strooisel in de ligbox om de vaste mest stapelbaar te maken. Dit principe wordt hierna "primaire scheiding" genoemd.

Op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen is mestscheiding onder de roosters onderzocht. Onder de roosters is een hellende vloer met een mestschuif aangebracht. Het gebruik van stro in de hokken kan daarbij een hulpmiddel zijn om de vaste mest stapelbaar te maken. Met deze vorm van primaire scheiding werden goede scheidingsresultaten bereikt. Het droge-stofgehalte van de dikke fractie was bijna 27 %. Verder zat 87 % van alle droge stof in de dikke fractie. Overigens is dit inclusief stro in de dikke fractie. (Voermans en van Asseldonk, 1991). Een voordeel van deze methode van primaire scheiding is de mogelijkheid om ter bevordering van het welzijn van de dieren stro te kunnen verstrekken zonder dat dit problemen geeft bij de latere mestverwerking

#### 2. *eenvoudig mestscheidingssysteem*

- A. In een opslagsysteem kan met een laag stro de mest gescheiden worden. De mest wordt op het sto gepompt en het stro fungeert als zeef, waarbij de dunne fractie onder het stro afgevoerd wordt. De mest wordt diverse keren in een dunne laag op het stro gepompt. Met varkensmest is dit principe reeds met succes toegepast. Als tweede stap wordt het stro en de achtergebleven mest op een hoop gezet en volgt een composterings- en drogingproces. Een voorbeeld is het strofilter overkapt door een foliekas. Aan de binnenkant van het folie wordt condens gevormd dat wordt opgevangen als een aparte reststroom. De lucht in de foliekas wordt afgezogen en in een chemische luchtwasser behandeld om ammoniakemissie te voorkomen. De volumereductie van de mest door verdamping is zeer laag. De ammoniakemissie uit het systeem (exclusief opslag mestproducten) bedraagt circa 3 % van de veronderstelde emissie van het gehele varkensbedrijf. De samenstelling van de vloeibare en vaste fractie zijn vergelijkbaar met een mechanische mestscheider met een vlokmiddel. Het scheidingsrendement voor ds is 69 % (Melse et al., 2002). Een vergelijkbaar resultaat werd in de periode van 1997-1998 op de Waiboerhoeve behaald, waarbij een scheidingssysteem met een scheidingsvloer in bakken is beproefd (Kant en Blanken, 1998). Belgisch onderzoek diende hier als voorbeeld (Stevens, 1998).
- B. Indien in de stal gehakkeld stro wordt gebruikt als strooisel in de boxen, kan tijdens de opslag getracht worden de mest te laten uitlekken via gleuven in de wanden van de opslag. De dunne fractie wordt via goten afgevoerd. Na verloop van tijd treedt in de storijske mest compostering en indroging op. Dit systeem is in het verleden op de Waiboerhoeve (Kroodsma en Poelma, 1976; Geneijgen en Poelma, 1985; Buitink en Poelma, 1975) en in het buitenland reeds op beperkte schaal toegepast. Het scheidingsrendement was matig en de compostering verliep slecht door het natte eindproduct met weinig stro. Een gevolg hiervan is dat de stapelbaarheid matig is. Hierdoor is een grote opslag voor

vaste mest nodig. Van grote volumereductie is geen sprake. De bewerkingskosten zullen veel hoger zijn dan bij primaire mestscheiding.

### 3. *industriële scheiding*

In de industrie zijn grote installaties beschikbaar voor het ontwateren van vervuild slib. Deze installaties kunnen ook geschikt gemaakt worden voor het scheiden van mest. Het scheiden van varkensmest met mobiele scheiders heeft de laatste jaren sterk aan interesse gewonnen. Dergelijke installaties zijn mobiel en kunnen in korte tijd een grote hoeveelheid mest scheiden (capaciteit van 300-400 m<sup>3</sup>/dag). Het grote voordeel is dat geen mestscheider hoeft te worden aangeschaft en dat geen speciale voorzieningen nodig zijn om de dikke fractie op te slaan. Deze kan namelijk direct met containers afgevoerd worden. Een separate opslag voor de dunne fractie is wel nodig. In de dunne fractie is na mechanische scheiding nog veel stikstof aanwezig. Met behulp van mestontwatering is het permanent over langere periodes en op meer momenten op het land te brengen dan (dunne) mest, wat bij geringe opslagcapaciteiten interessant kan zijn. (Verdoes en Starmans, 2002)

### 4. *mechanische scheiding*

In veel gevallen is het gebruikelijk mest te scheiden met behulp van mechanische mestscheiders. Deze apparaten verbruiken elektriciteit voor het uitvoeren van de scheiding. Dit kan plaats vinden via trillen, persen of centrifugeren. De mechanische scheiders kunnen worden gebruikt bij mestbewerking op bedrijfsniveau. Op basis van de drogestof varieert het scheidingsrendement bij vleesvarkensmest tussen 22,5 en 54,8 % en bij zeugenmest tussen 8,8 en 47,0 % (Verdoes et al., 1992).

## 2.2 **Uitgangspunten mestscheiding lagekostenbedrijf**

Bij de start van het lagekostenbedrijf is gezocht naar een systeem van mestopslag dat goedkoop is en de mineralenverliezen beperkt. Daarom is in 1997 gekozen voor optie 1 uit de vorige paragraaf: primaire scheiding in de stal. Een belangrijke reden hiervoor is dat de kosten bij primaire scheiding lager ingeschat zijn dan bij industriële en mechanische scheiding. Verder is het verwachte rendement minimaal zo groot als bij industriële en mechanische mestscheiders. Bovendien waren in 1997 eenvoudige mestscheidingssystemen nog onvoldoende ontwikkeld om op melkveebedrijven toe te passen. Verder was binnen het ministerie van LNV in 1997 de AMvB Huisvesting nog niet ingevuld. De mogelijkheid bestond destijds dat voor bepaalde categorieën bedrijven roostervloeren niet meer zouden worden toegelaten. Voor een dergelijke groep bedrijven zou primaire mestscheiding een mogelijkheid zijn om aan de eisen van de AMvB te voldoen, zonder hoge kosten. Inmiddels (mei 2001) zijn de eisen in de AMvB huisvesting overigens niet zodanig geformuleerd dat roostervloeren op bepaalde bedrijven niet meer toegepast mogen worden.

Verder maken de eindnormen voor MINAS beperking van de mineralenverliezen noodzakelijk. Mineralenverliezen beperken kan door de beschikbare mineralen op het juiste moment in te zetten. Scheiding van mest in een fosfaatrijke dikke fractie en een stikstofrijke dunne fractie biedt extra mogelijkheden om de mineralen op het juiste tijdstip toe te dienen, was de gedachte bij de start. Voorwaarde hierbij is dat de scheiding in een dunne en dikke fractie wel goed lukt. De dikke fractie kan vroeg in het voorjaar, of in de winter, breedwerpig worden toegediend met een stalmeststrooier. Door de vroege toediening is mogelijk meer fosfaat werkzaam dan bij drijfmest. De dunne stikstofrijke fractie kan goed in het groeiseizoen gebruikt worden.

In de volgende paragrafen wordt aangegeven wat bij de start van het lagekostenbedrijf de verwachtingen waren van mestscheiding op het lagekostenbedrijf. Het betreft verwachtingen op het gebied van de techniek, mestproductie en bemesting en economie.

### 2.2.1 *Verwachtingen mestscheidingstechniek*

Bij primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf worden de vaste mest en urine zoveel mogelijk gescheiden gehouden. Op een dichte hellende vloer vloeit de urine af door de giergoot. De urine gaat via een pompput (met dompelpomp) naar een afgesloten mestopslag, in dit geval een foliebassin. De vaste mest blijft op de vloer achter en moet periodiek verwijderd worden met een mestschuif. Om de mest stapelbaar te krijgen wordt stro toegevoegd. Hiertoe wordt royaal stro in de ligboxen gestrooid. Het stroverbruik was geschat op ongeveer 2 kg per koe (inclusief jongvee) per dag. Bij het schoonmaken van de boxen moet genoeg stro op de vloer gebracht worden. Een extra voordelige bijkomstigheid is dat de dieren het stro naar de mestgang trappen, waar het zich mengt met de mest. De schuif stort de mest aan het eind van de stal in een afstort. Een mestketting

transporteert de mest naar de mestplaat. Op deze manier ontstaan twee aparte meststromen. Onder de mestschuif zijn rubbers gemonteerd om de vloer zo schoon mogelijk te maken.

De vaste mest die op de mestplaat terecht komt, wordt niet afgedekt en ook niet periodiek omgezet. Wanneer de stortkegel zo hoog is dat deze de transportband bijna raakt, wordt de stortkegel met de trekker en voorlader verplaatst. Vanaf februari wordt de vaste mest op grasland uitgereden. De mest die tussen februari en april wordt geproduceerd, gaat naar het maïsland. De mest die in de rest van het jaar wordt geproduceerd, gaat in februari weer naar het grasland. Het lagekostenbedrijf moet voldoende opslagcapaciteit hebben voor vaste mest voor 9 tot 10 maanden.

De dunne mest komt in het foliebassin. Omdat het louter dunne mest betreft, is hier geen mixvoorziening aangebracht. Deze mest wordt vanaf februari tot september uitgereden met een zodenbemester of sleufkouter.

Bij de vaste mest werd een volumereductie van 50 % verwacht (van Lent en van Dooren, 2000; Boxberger en Popp, 1991). Verder is bij de start uitgegaan van een scheidingsrendement van 80 tot 90 % in de droge stof (inclusief stro).

### Lagekostenbedrijf wijkt af van gangbare praktijk

In Tabel 1 is globaal aangegeven wat het verschil is tussen het mestbehandelingssysteem op het lagekostenbedrijf en de meer gangbare praktijk. Op het lagekostenbedrijf is de mestgang uitgevoerd met een dichte hellende vloer (helling 3 %). Bovendien zijn een giergoot en een pompput aanwezig. In de praktijk is vaak een roostervloer aanwezig met putten daaronder. Op deze manier ontstaat drijfmest (één mestsoort). Als geen roostervloer aanwezig is, dan is de vloer veelal dicht zonder helling, waarbij de mest naar het eind van de stal wordt geschoven en weer drijfmest ontstaat in een centrale opslag.

Voor een stapelbare dikke fractie wordt stro als strooisel in de ligboxen gebruikt. Verondersteld is dat de dikke fractie tot 2 meter hoog is op te stapelen. In de gangbare praktijk zijn veelal matten of koematrassen als boxbedekking aanwezig. Ook diepstrooisel in de boxen komt nogal eens voor (0,7 – 1 kg per dier per dag). In alle gevallen is minder strooisel nodig dan bij het systeem van mestscheiding. Verder wordt de mest als drijfmest opgeslagen, zodat een mestmixer nodig is voor homogene mest en om alle mest goed te kunnen uitrijden.

**Tabel 1** Verschillen tussen systeem van lagekostenbedrijf en gangbare praktijk

	Lagekostenbedrijf	Praktijk met roostervloer	Praktijk zonder roosters
Looppaden	Dicht en hellend	Roosters	Vlak
Mestopslag	Buiten stal (plaat en bassin)	Onder stal (kelder)	Buiten stal (silo)
Meststroom	2: vaste mest, gier	1: drijfmest	1: drijfmest
Boxbedekking	Veel stro	Matten/strooisel	Matten/strooisel
Mechanisatie	Voorlader nodig	Mestmixer nodig	Mestmixer nodig
Installaties	Mestschuif en opvoerband	Evt. roosterschuif	Mestschuif, pomp en slangen
Overige	Stro-opslag nodig	Beperkte strooiselopslag	Beperkte strooiselopslag

De grote hoeveelheid stro die op het lagekostenbedrijf nodig is, ligt op een puinverharding en is afgedekt met zeilen. Een nadeel hiervan is dat deze bij veel wind nogal eens los gaan zitten. Bij de meer gangbare praktijk is geen of maar een kleine opslag voor strooisel nodig.

Grote balen stro zijn goedkoper dan kleine balen, maar deze zijn weer minder goed hanteerbaar. Een voorlader is nodig voor verplaatsen van de grote balen. Ook het omzetten van de stortkegel met vaste mest op de mestplaat is een bezigheid die op een traditioneel bedrijf niet voorkomt. Een extra argument waarom de trekker op het lagekostenbedrijf een voorlader heeft. De genoemde bezigheden voor de voorlader komen in de gangbare praktijk nauwelijks voor.

### 2.2.2 Verwachtingen mestproductie en bemesting

In deze paragraaf wordt een beeld geschetst van de verwachtingen over mestproductie, verliezen en mestkwaliteit. De gegevens zijn allen uitkomsten van modelberekeningen met het bedrijfsbegrotingsprogramma BBPR (Van Alem en van Scheppingen, 1993; Mandersloot et al. 1991; Schreuder et al. 1995) aangevuld met gegevens over N en P verliezen uit de literatuur. De berekeningen vormen de hypothese waarop het lagekostenbedrijf is opgezet (Van Lent en van Dooren, 2000), wat betreft de bemesting. De hier geschetste gegevens zijn derhalve geen resultaten. De werkelijk behaalde resultaten zullen in hoofdstuk 3 worden weergegeven en worden vergeleken met deze verwachtingen.

Om de hoeveelheid werkzame stikstof en fosfaat in de vaste en vloeibare fractie te bepalen, zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd bij de opzet van het lagekostenbedrijf.

Om de mestproductie en daarmee de stikstof en fosfaatproductie te bepalen, is een oriënterende modelberekening uitgevoerd, die vervolgens verder bewerkt is voor de gescheiden fracties.

Bij deze berekening is uitgegaan van een volledig grasbedrijf met 30.7 hectare gras, een N-jaargift van 353 kg N/ha, 55 melkkoeien (7225 kg melk), 12 pinken en 15 kalveren.

Met deze uitgangspunten is modelmatig de mestproductie op stal berekend (zie Tabel 2).

**Tabel 2** Berekende mestproductie op stal voor aftrek verliezen (Schreuder et al. 1995)

Aantal dieren	Mest kg	Kg totaal	Kg N/dier	Kg N tot	Kg N / ton mest	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /dier	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ton mest	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / ton mest
55 mk	12.363	679.987	80,8	4.444	6,5	24,0	1.320	1,9
12 pi	5.356	64.276	40,8	490	7,6	10,4	125	1,9
15 ka	3.191	47.862	30,4	456	9,5	6,3	95	2,0
Totaal		792.125		5.390	6,8		1.539	1,9

In de berekening wordt onderscheid gemaakt in een urinefractie en een vaste (feces) fractie die op stal geproduceerd wordt (Tabel 3).

**Tabel 3** Op stal geproduceerde urine en vaste fractie (modelberekeningen, Van Lent en van Dooren, 2000)

Aantal dieren	Kg vast/dier	Kg vast tot	Gier/dier	Gier tot	Kg N/dier vast	Kg N/dier gier	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /dier vast	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gier/dier
55 mk	9.499	522.445	2.864	157.542	62,1	18,7	18,4	5,6
12 pi	3.876	46.511	1.480	17.765	29,5	11,3	7,5	2,9
15 ka	2.158	32.369	1.033	15.494	20,6	9,8	4,3	2,0
Totaal		601.324		190.800				

Naast deze mestproductie wordt in de boxen een hoeveelheid stro gebruikt, die onderdeel uitmaakt van de vaste fractie. Er is bij de start van het bedrijf uitgegaan van een stroverbruik van gemiddeld 2 kg stro per koe per dag (inclusief jongvee) als gemiddeld verbruik gedurende het gehele jaar (zomer en winter samen).

Het totale stroverbruik en de daarmee aangevoerde hoeveelheid stikstof en fosfaat wordt weergegeven in

**Tabel 4** Aanvoer stro (kg product, stikstof en fosfaat)

Kg stro/koe/dag (incl. jongvee)	Kg stro totaal	N gehalte (kg/ton)	Kg N totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gehalte (kg/ton)	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> totaal
730	40.150	3,5	141	0,92	37

Het stroverbruik is afhankelijk van het scheidingspercentage dat bereikt wordt en de consistentie van de mest. Meer urine in de dikke fractie zorgt voor minder stapelbare vaste mest. Door meer stro te gebruiken blijft de vaste mest stapelbaar. Aangenomen is dat per aandeel van 10 % van de urine in de dikke fractie het stroverbruik toeneemt mest 0,5 kg per koe (inclusief jongvee) per dag (Van Lent en van Dooren, 2000).

Naast stro worden ook de voerresten in de opslag van de vaste fractie opgenomen. Uitgegaan is van in totaal 9386 kg ds voerresten met een ds gehalte van 49 %. Dit is dus 19.155 kg product. Met deze voerresten zou volgens de modelberekening in totaal 293 kg N en 89 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aan de vaste fractie worden toegevoegd.

De urine wordt gescheiden opgevangen in een mestvijver (foliebassin). Ook het spoelwater komt in deze opslag terecht. Bij de eerste opzet is uitgegaan van 1 m<sup>3</sup> spoelwater per dag, dus 365 m<sup>3</sup> spoelwater per jaar.

Door van Lent en van Dooren (2000) worden N-verliezen genoemd die tijdens de opslag optreden. Zij gaan er van uit, dat bij de opslag van de dunne fractie (urine + spoelwater) geen N-verliezen optreden. Wel treden er verliezen op vanaf de stalvloer. In het rapport worden de verliezen uitgedrukt in kg N per ha. Teruggerekend naar een totaal N verlies zijn de genoemde verliezen vermenigvuldigd met 30,7. Er worden geen fosfaatverliezen tijdens opslag ingerekend.

De totale netto N productie bestaat uit de directe mestproductie vermenigvuldigd met het N gehalte. Van deze bruto productie moeten de verliezen (stalvloer en opslag) worden afgetrokken en vindt een bijtelling plaats voor de extra N-aanvoer met stro en voerresten. De totale hoeveelheid stikstof in de mestopslag zijn weergegeven in Tabel 5.

**Tabel 5** N productie (kg N totale bedrijf) en verliezen tot uitrijden

Fractie	N productie	N verlies stalvloer	N verlies opslag	N aanvoer stro	N aanvoer voerresten	N totaal beschikbaar
Vast	4.079	112	184	141	293	4.217
Vloeibaar	1.311	112	0	0	0	1.199

In zowel de vaste fractie als de vloeibare fractie komt de stikstof in twee vormen voor: minerale N en organische N. Bij zowel de N aanvoer via stro en voerresten als bij de berekening van de verliezen, is nog geen onderscheid gemaakt in de stikstofvorm.

De verliezen en de N-aanvoer worden dan ook als N totaal berekend.

De hoeveelheid in de laatste kolom (N totaal beschikbaar) is de hoeveelheid N na aftrek van de verliezen en na bijtelling van de aanvoer met stro en voerresten. Er wordt geen N-aanvoer met spoelwater berekend)

Verder is er door Schreuder (1995) ingeschat dat urine voor 80 % uit N-mineraal bestaat en dat in de dikke fractie na scheiding slechts 2 % minerale N aanwezig zou zijn.

In de Tabel 6 staat de hoeveelheid beschikbare stikstof voor beide fracties en per N-vorm weergegeven.

**Tabel 6** Hoeveelheid N-organisch en N-mineraal in de vaste en vloeibare fractie vóór uitrijden

Fractie	N-organisch	N-mineraal
Vast	4.133	84
Vloeibaar	240	959

De vaste fractie zou tijdens de opslag een 50 % volumereductie ondergaan door verdamping van water en omzetting van organische stof. Hierdoor wordt het N-percentages per kg of per m<sup>3</sup> vaste mest verdubbeld. De reductie heeft in deze berekening geen invloed op de totale hoeveelheid beschikbare stikstof (de verliezen zijn al ingerekend).

Bij uitrijden treden ook verliezen op, die per fractie en per N-vorm echter niet gelijk zijn. Naast verliezen bij uitrijden, is ook de N-werking van belang.

In Tabel 7 is per fractie weergegeven hoeveel stikstof daadwerkelijk effectief wordt ingezet. De verliezen en werkingscoëfficiënten komen uit "Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen" (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998).

**Tabel 7** Beschikbare en werkzame N

Fractie	N deel	Verlies %	N verlies (kg)	Ngift netto	Nwerking %	N effectief	N effectief/ha
Vaste mest	Norg <sup>1</sup>	0	0	4.133	20	826	27
	Nmin <sup>2</sup>	46	39	45	100	45	1
Gier	Norg	0	0	240	24	58	2
	Nmin	10	96	863	100	863	28
Totaal				5.280		1.792	58

<sup>1</sup>Norg is het organisch gebonden stikstof, ook wel N-organisch of kortweg Norg genoemd

<sup>2</sup>Nmin is de minerale (snelwerkzame) stikstof, ook wel N-mineraal of kortweg Nmin genoemd

Naast stikstof wordt ook een hoeveelheid fosfaat geproduceerd. Van fosfaat bestaat maar één vorm. De totale fosfaatproductie is weergegeven in Tabel 8.

**Tabel 8** Fosfaatproductie tot moment van uitrijden

Fractie	Kg fosfaat	Aanvoer met stro	Aanvoer met voerresten	Kg fosfaat beschikbaar
Vast	1.167	37	89	1.293
Vloeibaar	373	0	0	373

De totale hoeveelheid beschikbaar fosfaat bedraagt 1666 kg (er wordt geen aanvoer van fosfaat met spoelwater berekend).

Tijdens de opslag en het uitrijden vinden geen fosfaatverliezen plaats.

Bij de uitgangssituatie wordt een 100 % werking van fosfaat verondersteld. Zeker bij bovengronds uitrijden van de vaste fractie, komt deze fosfaat bijna volledig beschikbaar voor de eerste snede.

Per ha is uit vaste mest 42 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en uit de vloeibare fractie 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> beschikbaar.

### 2.2.3 Begroting economie

In verkennende berekeningen (Van Lent en Van Dooren, 2000) is gekeken of primaire mestscheiding voor het lagekostenbedrijf goedkoper is dan mest opslaan in de vorm van drijfmest. Uitgangspunt van deze berekeningen zijn een veestapel van 55 koeien en een melkproductie van 7225 kg melk per koe. Tabel 9 laat de resultaten van de berekeningen zien waarbij de jaarkosten voor mestopslag en mestverwerking van een systeem met primaire mestscheiding zijn vergeleken met een systeem waarbij drijfmest in een overdekte mestilo buiten de stal is opgeslagen. Er is gerekend met 7 % rente.

Tabel 9 laat zien dat de investeringskosten voor mestopslag en mestinstallaties bij drijfmest opslaan ruim € 30.000 hoger zijn dan bij het toepassen van een systeem met primaire mestscheiding. Belangrijke uitgangspunten van de berekeningen waren een volumereductie van de vaste mest van 50 % en een stapelhoogte van 2 meter. Hierdoor wordt veel geld bespaard door een lage benodigde opslagcapaciteit van de vaste mest. Deze is ongeveer 150 m<sup>2</sup> (bouwprijs van € 45,38/m<sup>2</sup> en 6,5 % afschrijving en onderhoud per jaar). Door de volumereductie dalen ook de kosten voor mest uitrijden.

De opslagcapaciteit van de gier bij primaire mestscheiding is in deze berekeningen vastgesteld op ongeveer 200 m<sup>3</sup> (bouwprijs van € 22,69/m<sup>3</sup>) en 13,5 % afschrijving en onderhoud per jaar), terwijl de drijfmestsilo een capaciteit heeft van ongeveer 800 m<sup>3</sup> (bouwprijs van € 38,57/m<sup>3</sup> en 7,5 % afschrijving en onderhoud per jaar). Bij mestscheiding is wel een dure uitmestinstallatie nodig, echter de investeringskosten voor mestmixers en mestpompen zijn bij drijfmest opslaan buiten de stal hoger ingeschat dan de investeringskosten van de uitmestinstallatie. In de verkennende berekening is geen mestschuif ingerekend bij het drijfmest opslaan buiten de stal.

De totale jaarkosten voor mestopslag en mestverwerking zijn bij primaire mestscheiding bijna € 2000 lager dan bij drijfmest opslaan in een mestsilo buiten de stal. Wel zijn de kosten voor strooisel bijna € 1500 hoger bij primaire mestscheiding. De benodigde hoeveelheid strooisel is bij primaire mestscheiding dan ook ongeveer 40 ton (€ 57/ton) ten opzichte van 15 ton bij het toepassen van drijfmest. Met name vanwege de volumereductie van vaste mest zijn de kosten voor mestuitrijden bij primaire mestscheiding ongeveer € 600 lager dan bij het uitrijden van drijfmest. In de verkennende berekeningen is uitgegaan van een besparing van de stikstofgift uit kunstmest van 43 kg N op bedrijfsniveau bij toepassen van primaire mestscheiding ten opzichte van een systeem met drijfmest. Dit levert een kleine besparing van de kunstmestkosten op van bijna € 30.

**Tabel 9** Vergelijking jaarkosten voor mestopslag en mestverwerking tussen primaire mestscheiding en mest opslaan in mestsilo buiten de stal (Van Lent en Van Dooren, 2000)

	Vervangingswaarde (Euro)		Jaarkosten (Euro)	
	Mestscheiding	Drijfmest	Mestscheiding	Drijfmest
<b>Bouwwerken:</b>				
Mestplaat	6.738		674	
Foliebassin	4.340		738	
Mestsilo		39.628		4.359
<b>Installaties:</b>				
Uitmeststelsysteem	9.448		1.748	
Mestmixers		7.215		1.010
Mestpomp		4.311		604
Strooisel:				
Extra kunstmest			2.277	809
<b>Toedienen:</b>				
<b>Dunne mest</b>			521	2.315
Vaste mest			1.213	
<b>Totaal</b>	<b>20.526</b>	<b>51.154</b>	<b>7.171</b>	<b>9.126</b>

Bij zowel het systeem van primaire mestscheiding als bij het toepassen van drijfmest is uitgegaan van een stal met een dichte hellende vloer en mestopslag buiten de stal. Wanneer het systeem met primaire mestscheiding wordt vergeleken met een systeem van roosters en drijfmestopslag onder de stal, is het voordeel van primaire mestscheiding in de verkennende studie kleiner ingeschat. Ten opzichte van drijfmestopslag onder de stal en roosters is volgens de verkennende berekening primaire mestscheiding nog maar ongeveer € 1000 goedkoper.

### 3 Resultaat mestscheiding lagekostenbedrijf

In dit hoofdstuk behandelen we de resultaten op technisch gebied van mestscheiding en bijbehorende aspecten zoals het gebruik van de vloer en meststoffen. Een toetsing van de resultaten aan de verwachtingen en hypothesen komt in dit hoofdstuk niet aan de orde. Dat gebeurt pas later in paragraaf 4.1.

#### 3.1 Techniek en scheidingsresultaat

De mestgangen van het Lagekostenbedrijf zijn uitgevoerd met een vouwschuif met een rondgaande ketting. Onder de schuif loopt een klepeltje door de giergoot. De schuif is een nieuw concept en wordt ook wel doosklepschuif genoemd. De schuif is geschikt voor dunne en vaste mest (stro langer dan 4 cm). De schuif kan, indien voorzien van een stabilisator, eenzijdig belast worden, zoals ook in hellingstallen voorkomt. Oorspronkelijk zijn de schuiven met hard rubber uitgevoerd. Zomers ontstaat op de vloer een korst/koek die wanneer er mest en vocht op komt zeer glad wordt. Om de vloer beter schoon te schuiven is begin 1999 een deel vervangen door zachte rubbers. In de loop van 1999 is alles vervangen door zacht rubber, want met zacht rubber werd de vloer wel schoner. Nadeel is dat de zachte rubbers vaker vervangen moeten worden. Verder is de schuif in juni van 1999 met lood aan de zijkanten verzwaaard, zodat aankoeken van de mest aan de vloer verminderd werd. Hierdoor wordt de vloer ook weer schoner. Maar de situatie is nog steeds niet ideaal. Door de lage veebezetting in de zomer bestaat nog steeds de kans dat de vloer glad wordt en koeien uitglijden.

Gedurende de eerste jaren haperde het systeem regelmatig. De giergoot (dwarsafvoer) was regelmatig verstopt met stro. De afvoer bestond uit een pvc-pijp van 160 mm doorsnede. De gierafvoer is naderhand in het jaar 2000 ruimer gemaakt, zodat er geen verstoppingen meer ontstonden.

Om de techniek en resultaat van mestscheiding te beoordelen, moeten alle in- en uitgaande stromen en hun gehalten bekend zijn. Dit noemen we ook wel de mestbalans. De vermelde technische resultaten zijn berekend met de massabalansmethode. Een nadeel van deze methode is dat het minder nauwkeurig is dan werkelijke metingen. In 3.1.1 behandelen we de mestbalans met de verschillende onderdelen. In 3.1.2 komt het gebruik van kort of lang stro uitgebreid aan bod. Het rendement van de mestscheiding, de hoeveelheid droge stof (en elk van de mineralen) die in de vaste mest terecht komt, wordt in 3.1.3 besproken. Compostering van de vaste mest komt in paragraaf 3.1.4 aan bod.

##### 3.1.1 Mestbalans

#### Mesthoeveelheden

Om een mestbalans samen te stellen zijn de hoeveelheden mest en gier gemeten en is de samenstelling hiervan bepaald. De gegevens van mesthoeveelheden en samenstelling en temperaturen zijn van vijf jaren (1 oktober 1997 tot 31 september 2002) verzameld. In dit rapport worden de gegevens van de eerste vier jaren behandeld. In Tabel 10 staan de geproduceerde hoeveelheden mest en gier.



**Tabel 10** Gemeten en gemiddelde hoeveelheden vaste mest en gier (x 1000 kg)

	Jaar	Beginvoorraad	Eindvoorraad	Uitgereden	Geproduceerd
Vaste mest	97/98	0	100	516	616
	98/99	100	38	407	345
	99/00	38	80	429	471
	00/01	80	125	539	584
Gem vaste mest		55	86	473	504
Gier	97/98	30	150	970	1090
	98/99	150	150	1272	1272
	99/00	150	134	1007	992
	00/01	134	423	807	1096
Gem gier		116	214	1014	1112
<b>Totaal gem gier en gem vaste mest</b>		<b>171</b>	<b>300</b>	<b>1487</b>	<b>1616</b>

Voor berekening van mestproducties en stroverbruik per diersoort is de samenstelling van de veestapel nodig. In Tabel 11 staat de gemiddelde samenstelling van de veestapel per jaar en gemiddeld over de vier jaar. Maandelijks krijgt het lagekostenbedrijf van het NRS een overzicht van de aantallen vee dat op het bedrijf aanwezig is en de mutaties.

**Tabel 11** Gemiddelde samenstelling veestapel (NRS-Minas diertelkaart)

Periode	Melkkoeien	Pinken	Kalveren
97/98 stal	54.2	12.7	16.2
weide	53.8	14.3	12.0
98/99 stal	44.7	16.7	9.8
weide	44.0	17.3	9.3
99/00 stal	50.3	12.6	11.6
weide	48.7	13.3	9.5
00/01 stal	47.3	12.4	13.1
weide	47.3	15.7	12.0
Gem stal	49.1	13.6	12.7
weide	48.5	15.2	10.7

### Vaste mest en stro

Gemiddeld werd 504 ton dikke fractie geproduceerd, die bestaat uit mest en stro (Tabel 10). Hiervan kwam gemiddeld 52 ton uit de potstal voor jongvee en de klaveriglo's. Dat is omgerekend een productie van 12 kg per dag per dier jonger dan een jaar. In Tabel 12 staan de geproduceerde hoeveelheden vaste mest in de jongveestal. In 98/99 is de mestproductie van het jongvee lager dan de volgende jaren omdat de veebezetting in de jongveestal laag is. In 97/98 zijn geen waarnemingen op het gebied van stromest gedaan bij het jongvee.

**Tabel 12** Geproduceerde vaste mest in de jongveestal (x 1000 kg)

Jaar	Vaste mest
97/98	-
98/99	35
99/00	62
00/01	58
Gem	52

Op de mestplaat moet de mest stapelbaar zijn. De stapelbaarheid is afhankelijk van de hoeveelheid stro die wordt gebruikt. Gemiddeld over 4 jaar is een stroverbruik van 52 ton gerstestro gemeten (zie ook Tabel 15). In Tabel 13 staat het stroverbruik van de verschillende diergroepen in de verschillende "stallen". Het stroverbruik is inclusief nat stro dat ongebruikt naar de mestvaalt werd afgevoerd.

**Tabel 13** Stroverbruik melkveestal per box per dag in de stal- en weideperiode. Voor de jongveestal per dier per dag en de voor de afkalfstal en iglo's per dier

Jaar	Melkveestal		Jongveestal		Afkalfstal	Iglo's
	Stalperiode	Weideperiode	Stal	Weide		
97/98	2.1	0.6	3.2	3.2	-	-
98/99	2.6	0.6	6.0	38.3	25.3	15.7
99/00	2.2	0.7	4.0	13.1	21.2	22.0
Gem	2.3	0.7	4.2	22.6	27.1	17.6

In de melkveestal lopen melkkoeien, droogstaande koeien en jongvee ouder dan 1 jaar. Tevens is er een lichte onderbezetting van de stal. De melkveestal heeft 67 ligplaatsen en in Tabel 11 is de veebezetting vermeld. Het strooiselverbruik is hierdoor niet per koe maar per ligbox weergegeven. Het stroverbruik in de melkveestal was in de stalperiode 2,3 kg per ligbox per dag en in de weideperiode 0,7 kg per ligbox per dag. Uit Tabel 13 blijkt ook dat er tijdens de weideperiode in 00/01 0,3 kg per box per dag meer stro verbruikt is. Mogelijk komt dit door een groter aantal aanwezige dieren in die periode (net na MKZ in Nederland).

Het jongvee wordt eerst gehuisvest in iglo's, die gemaakt zijn van lijmcontainers. Het rooster dat om het vat zat wordt hierbij als begrenzing van de uitloop gebruikt. Tot een leeftijd van 1 jaar verblijven de kalveren in twee tot drie groepen in een tent die voorzien is van een pot. De pot is 70 cm diep uitgegraven en de bodem bestaat uit een verdichte kleilaag. In het hok liggen voor het voerhek betonplaten op het niveau van het maaiveld. Voor de kalveren lag het verbruik in de stalperiode op 4,2 kg stro per dier per dag en in de weideperiode op 22,6 kg per dier per dag. Het stroverbruik in de jongveestal is in de weideperiode erg hoog (Tabel 13). De jongveestal is niet voorzien van hemelwaterafvoer, hierdoor kan veel water onder de zijwanden door in de pot lopen. Ook is de veebezetting erg laag. Een hogere stromestproductie en een hoger stroverbruik per dier zijn het resultaat. Rond de tent zijn eind 2001 grondwallen aangebracht om te voorkomen dat het regenwater in de pot loopt. In de afkalfstal werd gemiddeld per keer 27 kg stro verbruikt. Per iglo werd gemiddeld 18 kg stro gebruikt. Dit was voor kalveren die vrijwel direct afgevoerd worden en de kalveren die aangehouden worden. In 2001 zijn de kalveren langer in de iglo's gebleven door de MKZ-periode. Na gemiddeld 19 dagen wordt een iglo uitgemest en moet er gemiddeld 35 kg mest naar de mestvaalt gebracht worden.

Het stapelbaar houden van de mest is niet eenvoudig. Met name in het eerste jaar was dit een probleem. De mest onder de afstort was te dun en dreigde de mestvaalt uit te lopen. Als noodmaatregel werden een aantal stobalen onmiddellijk door de mest op de mestvaalt gemengd. In Tabel 14 worden de hoeveelheden vermeld die te nat waren om te gebruiken of die ongebruikt op de mestvaalt belanden.

**Tabel 14** Hoeveelheden stro direct naar de mestvaalt (x 1000 kg)

Jaar	Nat	Droog
97/98	2.6	1.9
98/99	2.4	-
99/00	3.4	-
00/01	0.7	-
Gem	2.3	

Op het lagekostenbedrijf wordt het stro in de open lucht in een klamp opgeslagen. Het stro staat op autobanden en wordt afgedekt met een zeil. Het zeil wordt met sjorbanden aan de stobalen bevestigd, zodat de wind er geen vat op kan krijgen. De klamp stond de eerste jaren op een laag gedeelte van het erf. De kwaliteit van het stro aan de zij en onderkant hing hierdoor af van de weersgesteldheid. De vochtige delen van de balen worden op de mestgang gelegd en komen rechtstreeks op de mestvaalt terecht. Het laatste jaar is de plaats van de stroklamp opgehoogd met puin. Er is dan ook weinig stro nat geworden. Gemiddeld komt er 2,3 ton nat stro per jaar op de mestvaalt terecht. Dit is 4,4 % van de gemiddelde hoeveelheid stro die per jaar wordt aangevoerd.

### Urine, spoelwater en neerslag

De 1112 ton geproduceerde gier uit Tabel 10 is inclusief spoelwater uit de melkstal en neerslag die op de mestplaat terecht komt. Gemiddeld wordt per jaar 425 ton spoelwater naar het foliebassin gepompt (zie ook Tabel 15). In het eerste jaar was het spoelwaterverbruik 492 ton per jaar. Na het eerste jaar is begonnen met het opstellen van een besparingsplan. In het tweede jaar werd met deze maatregelen 82 ton water bespaard.

Voor de opslag van gier wordt gebruik gemaakt van een foliebassin met de afmetingen 18,18 m \* 18,18 m en een inhoud van 700 m<sup>3</sup>. In het foliebassin is vanwege de lagere kosten geen mixvoorziening aanwezig. Door de strodelen, die met de gier in het foliebassin terechtkomen, is een drijfslag ontstaan. Deze drijfslag is jaarlijks steeds groter geworden. De grootte van de drijfslag wordt na vijf jaar op 120 m<sup>3</sup> geschat. Met een mobiele mixer of pomp kan de drijfslag gebroken worden. Echter dan moet wel het dekzijl van het foliebassin verwijderd worden.

De vaste mest wordt opgeslagen op een mestplaat van 12x25 (oppervlak 300 m<sup>2</sup>) met zijwanden van 1,25 m hoog en is niet afgedekt, waardoor regenwater op de vaste mest of mestplaat kan komen. De mestplaat is niet het gehele jaar volledig bedekt met vaste mest. Ook kan het regenwater van de opvoerband en een klein gedeelte van het erf (100 m<sup>2</sup>) achter de stal naar de mestvaalt afgevoerd worden. Het lekvocht vloeit samen met het regenwater af via een tweetal kolken naar de pompput en wordt naar het foliebassin gepompt. Door het lekvocht en regenwater op de mestplaat tegen te houden met zandslurven, kan er meer vocht verdampen. Om een inzicht te krijgen in de hoeveelheid water die op deze manier in het foliebassin terechtkomt, is de mestproductie van de dieren berekend (Tabel 15) en vergeleken met de werkelijk geproduceerde hoeveelheden uit Tabel 10. In Tabel 15 worden naast de hoeveelheden stro en water die bij de mest komen, ook de andere posten weergegeven die de totale mesthoeveelheid bepalen. Het betreft bijvoorbeeld ook de hoeveelheden geproduceerd spoelwater en voerresten. De berekende mestproductie van de veestapel is gebaseerd op de volgende mestproducties. Melkkoeien produceren 62 liter drijfmest per dag in de stalperiode en in de weideperiode 10,5 liter per koe per dag, pinken produceren 25 liter per dier per dag en kalveren produceren 12 liter drijfmest per dier per dag (Snoek et. al., 2000). Het soortelijk gewicht van drijfmest is 1,005. De mestproductie is in twee fracties te verdelen in een verhouding van 4 : 5,5 als urine : faeces (Pelsler, 1988). Met gegevens over aantallen dieren (Tabel 11) is dan de totale mestproductie te berekenen. De veestapel bestond in de stal periode gemiddeld uit 49,1 melkkoeien, 13,6 pinken en 12,7 kalveren. De totaal berekende mestproductie bedraagt gemiddeld 742 ton. Hierbij komt 52 ton stro, 425 ton spoelwater en 2,4 ton voerresten. Door de langere stalperiode werd in het jaar 00/01 ruim 10 ton meer stro verbruikt, dan voorgaande jaren. In het natte najaar van 2000 zijn de koeien eerder opgestald en tijdens de MKZ periode (2001) zijn de koeien op stal gebleven, waardoor er meer stro is verbruikt.

**Tabel 15** Berekende mestproductie en regenwater en de gemeten hoeveelheden stro, voerresten, spoelwater dat in de mest terechtkomt x 1000 kg

Jaar	Urine	Faeces	Stro	Voorresten	Spoelwater	Regenwater	Verdamping
97/98	345	477	41	2.5	492	371	21
98/99	287	396	57	2.5	410	385	-80
99/00	274	379	49	2.3	381	383	5
00/01	340	469	61	2.3	418	422	33
Gem	311	430	52	2.4	425	390	-5

De aanvoer van regenwater is berekend uit gegevens van het KNMI (weerstation Swifterbant). De neerslag bedroeg gemiddeld 390 ton op de mestplaat en op de omliggende erfverharding.

De totale berekende hoeveelheid vaste mest en gier komt daarmee op 1611 ton. Dit komt redelijk overeen met de werkelijk geproduceerde hoeveelheden. Er is per saldo -5 ton water (netto watertoevoeging) vanuit de mesthoop verdampt.

Dit negatieve getal wordt voornamelijk veroorzaakt door de lage verdamping (netto watertoevoeging) van -80 ton in 98/99. Vermoedelijk is de grote afwijking door het lek in de afdekking van het foliebassin veroorzaakt.

Het droge-stofgehalte en de mineralengehalten zijn iets lager dan in de laatste jaren (Tabel 22). Dit wijst op meer water in de vorm van neerslag in de gier.

### 3.1.2 Lang of kort stro

Op het lagekostenbedrijf worden de ligboxen van de koeien ingestrooid met stro. In de stalperiode 1997/1998 is hiervoor gewoon (lang) stro gebruikt. In de stalperiode 1998/1999 is er kort (gesneden) stro gebruikt. Dit stro is tijdens het persen gesneden. Bij het gebruik van deze twee strosoorten is een aantal verschillen geconstateerd. De bedrijfsboer had het idee dat kort stro meer arbeid vroeg, maar de onderzoekers hadden het idee dat het korte stro beter stapelbaar zou zijn omdat het mogelijk meer vocht opneemt. Tenslotte verwachtten de onderzoekers dat de strosoort de mestscheiding zou beïnvloeden. Omdat het twee verschillende jaren zijn, en dus de omstandigheden behoorlijk verschillen, is het moeilijk om een vergelijking te maken. Ook verschilt de manier van arbeidsregistratie in de twee jaren. Daarom is van 1 oktober 1999 tot 28 januari 2000 een proef uitgevoerd, waarbij kort stro en lang stro met elkaar zijn vergeleken in één stalperiode. Bij deze proef is vooral gelet op efficiëntie van mestscheiding, stapelbaarheid van de mest, arbeid en stroverbruik. Het korte stro is gebruikt van 1 oktober tot 17 december. Dit stro is bij het persen gesneden op een lengte van ongeveer 8 cm. Hiervan is ongeveer 25 ton aangekocht. De koeien werden tot 16 november beperkt geweid, hierna werden ze volledig opgestald. Op 18 december is begonnen met het lange stro. 28 januari is de proef afgesloten.

#### Efficiëntie van de mestscheiding

In tabel 16 is de samenstelling van de mestmonsters weergegeven. Alle gehalten zijn in kilogrammen per ton product.

**Tabel 16** Verschillen bij de gehalten aan mineralen in de stortkegel op de mestplaat

Strosoort	Monsterdat.	DS	Ras	Org stof	N amm	N org	Ntot	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub>	MgO
Kort stro	14-dec-99	151	26	125	0,7	3,6	4,4	2	3,4	0,2	0,4
Lang stro	25-jan-00	152	22	130	0,5	3,3	3,8	2	2,9	0,5	0,4

De mest met kort stro bevat iets meer stikstof en kali dan de mest met het lange stro. Mogelijk komt dit doordat er meer gier is opgenomen door het korte stro. Want gier bevat doorgaans veel stikstof en kali. Door de opname van gier komen deze mineralen dus ook in de vaste mest. Aan het droge-stofgehalte is dit echter niet te zien, want beide mestsoorten hebben haast hetzelfde droge stofgehalte. Bij de andere mineralen zijn minder grote verschillen te zien.

#### Stapelbaarheid mest

Bij gebruik van het korte stro is in het begin de mest slecht stapelbaar bevonden door de bedrijfsboer. Een mogelijke oorzaak hiervan was dat de koeien dun op de mest waren. De stapelbaarheid werd daarna beter. De bevindingen bij het lange stro waren goed. De stapelbaarheid werd door de bedrijfsboer als constant goed beschouwd, waarbij de stapelbaarheid van het korte stro net iets slechter is beoordeeld dan van het lange stro.

#### Arbeid

Verwacht werd dat er voor het instrooien van kort stro meer tijd nodig was dan bij lang stro. Dit komt omdat kort stro sneller uit elkaar valt zodat geen grote plakken tegelijk in te strooien zijn. De tijd die nodig is om in te strooien is iedere keer genoteerd. In Tabel 17 staat de tijd per strosoort in de stalperiode met daarbij de tijd per week en per dag.

**Tabel 17** Benodigde arbeid instrooien kort en lang stro in de stalperiode

Strosoort	Aantal uren	Aantal dagen	Aantal weken	Instrooitijd / week
Kort stro	13,3	32	4,6	2 uur, 55 minuten
Lang stro	16,7	42	6,0	2 uur, 47 minuten

Tabel 17 laat zien dat de verwachting uitkomt. Instrooien van kort stro in de stalperiode kost 8 minuten per week meer dan instrooien van lang stro.

### Stroverbruik

Naast de uren-registratie is ook geregistreerd hoeveel kilogram stro er per keer is ingestrooid. In tabel 18 staan de verbruikte kilogrammen stro, en het aantal kilogram stro per ligbox (er zijn 67 ligboxen).

**Tabel 18** Stroverbruik in de verschillende (proef)perioden bij toepassen van kort en lang stro

Periode	Soort stro	Kg stro	Kg stro /box / week	Kg stro / box / dag
01-10-99 t/m 17-12-99	Kort	10.034	13,44	1,92
15-11-99 t/m 17-12-99	Kort	6.065	19,74	2,82
18-12-99 t/m 28-01-00	Lang	6.186	15,40	2,20

In Tabel 18 zien we dat er meer kort stro verbruikt wordt per dag dan lang stro. Dit zou kunnen verklaren dat er meer tijd besteed wordt aan het instrooien. Een vergelijking waarin we meerdere gegevens tegelijk meenemen is de instrooitijd per week per ton stro. In tabel 19 staat dit getal voor de stalperiodes met kort en met lang stro. Hieruit blijkt dat met lang stro net iets minder tijd nodig is dan voor gebruik van kort stro.

**Tabel 19** Tijd per week per ton stro

Periode	Soort stro	Strooitijd (uren)	Weken	Tonnen stro	Tijd /week /ton stro
15-11-99 t/m 17-12-99	Kort	13,3	4,6	6,07	29 minuten
17-12-99 t/m 28-01-00	Lang	16,7	6,0	6,19	27 minuten

Gebleken is dat de benodigde hoeveelheid lang stro en de benodigde hoeveelheid arbeid bij verwerken van lang stro minder waren dan bij kort stro. Omdat de arbeidsbelasting ook nog eens minder is bij gebruik van lang stro, is besloten om in het vervolg van het onderzoek lang stro te gebruiken als boxvulling.

#### 3.1.3 Rendement van mestscheiding

Uit de hoeveelheden en samenstelling van de gier en vaste mest kan de mate van mestscheiding beoordeeld worden. Een maat voor de scheiding is de hoeveelheid urine die in de vaste mest terecht komt, dit is onder andere afhankelijk van de hoeveelheid stro die gebruikt is. In Tabel 10 wordt weergegeven dat gemiddeld per jaar 504 ton vaste mest wordt geproduceerd. In Tabel 15 wordt volgens een berekening weergegeven dat er 430 ton faeces werd geproduceerd, dit samen met de 52 ton aangevoerd stro en 2,4 ton voerresten geeft 484 ton geproduceerde vaste mest. Het verschil van 20 ton geeft de hoeveelheid urine die in de vaste mest terecht is gekomen bij 0 kg verdamping en compostering. Van de 311 ton urine (Tabel 15) die gemiddeld geproduceerd wordt is 20 ton urine in de vaste mest terechtgekomen, dit is maar 6 %. Niet duidelijk is hoeveel vaste mest in de gier terecht is gekomen. Er is namelijk wel een drijfslag ontstaan, die uit stro en vaste delen bestaat. Een andere maat voor de mate van scheiding is het scheidingsrendement, dit is de verdeling van de mineralen over de vaste en vloeibare fractie. In Tabel 20 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de droge stof en mineralen over vaste mest en gier. Deze verdeling wordt ook wel rendement genoemd. Scheidingsrendement in het algemeen wordt uitgedrukt in de hoeveelheid van de droge stof die in de vaste fractie zit. Het rendement van de scheiding was gemiddeld 77 % en liep van 65 % tot maar liefst 85 %.

**Tabel 20** Procentuele verdeling mineralen en droge stof in de vaste mest (% van totaal)

Jaar	N-mineraal %		N-organisch %		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %		K <sub>2</sub> O %		DS %	
	vast	gier	vast	gier	vast	gier	vast	gier	vast	gier
97/98	30	70	76	24	84	16	34	66	84	16
98/99	14	86	69	31	71	29	19	81	64	36
99/00	15	85	82	18	79	21	24	76	77	23
00/01	23	77	88	12	82	18	32	68	84	16
gem	21	79	79	21	79	21	27	73	77	23

De vaste mest bevat gemiddeld bijna 80 % van N-organisch, fosfaat en droge stof. En de gier bevat bijna 80 % van de N-mineraal en 73 % van de K<sub>2</sub>O. De scheiding tussen vaste mest en gier lijkt het eerste en laatste jaar beter dan de andere jaren. Meer dan 80 % van de droge stof, fosfaat en organische stikstof zat in de vaste mest. Deze hogere gehalten worden veroorzaakt door het hogere stroverbruik en de betere scheiding. In de gier zat in het eerste en het laatste jaar iets minder minerale stikstof en iets minder kali dan andere jaren.

### 3.1.4 Compostering

Het optreden van volume- en massareductie is belangrijk om kosten voor opslag en uitrijden van de vaste mest zo klein mogelijk te houden. Want veel volumereductie leidt tot een kleinere hoeveelheid mest die opgeslagen en uitgereden moet worden. Dit kan een kostenbesparing opleveren. Onder invloed van het composteringsproces kan volume- en massareductie plaatsvinden.

#### Principe compostering

Compostering is als volgt gedefinieerd (Haug, 1993): *Compostering is de biologische omzetting en stabilisatie van organische stof onder aërobe omstandigheden die het mogelijk maken dat door biologische activiteit de temperatuur oploopt tot in het thermofiele gebied en waarbij uiteindelijk een product ontstaat dat vrij is van ziektekiemen en onkruidzaden en dat een positieve werking heeft op gewasgroei.*

Het proces is ook wel als volgt te omschrijven. Composteren is het omzetten van organische stof door bacteriën in water en koolzuurgas. Daarbij komt warmte vrij. Deze omzetting gaat beter naarmate de omstandigheden voor de bacteriën gunstiger zijn. Zo hebben de bacteriën zuurstof nodig, dat zich tussen de mestdeeltjes bevindt. Het is dus belangrijk dat de mest voldoende luchtig gestapeld is. Dat kan door voldoende structuurhoudend materiaal toe te voegen of door de mest af en toe om te zetten. Het is belangrijk dat de mest niet te nat is. Te droog is echter ook niet goed omdat de bacteriën in vochtige omstandigheden moeten leven. Het structuurhoudend materiaal is ook van belang voor de C:N – verhouding van het mengsel. Een overmaat aan N kan zorgen voor emissies in de vorm van NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> of N<sub>2</sub>O. Bij een tekort aan N zal de omzetting van organische stof langzamer verlopen. Andere factoren waarmee rekening gehouden moet worden zijn temperatuur, pH en porositeit (luchtdoorlatendheid). Veel van de genoemde factoren beïnvloeden elkaar. Dat maakt composteren vaak een moeilijk te sturen proces.

#### Neerslag en temperatuur

Uit de mestbalans (Tabel 15) bleek dat uit de hoop van vaste mest jaarlijks gemiddeld geen water verdween, maar dat juist 5 ton, in de vorm van water, werd toegevoegd. In het tweede jaar was er geen sprake van verdamping, maar wel in het eerste en de laatste twee jaar. Per saldo was er gemiddeld een hele lage verdamping. Deze lage waterverdamping is een teken dat er weinig compostering op de mestplaat plaats heeft gevonden.

Vanaf 98/99 is elke drie weken de temperatuur van de mest op de mestvaalt op diverse plaatsen gemeten. De resultaten van deze metingen staan in Tabel 21. De temperatuur van de vaste mest was gemiddeld 19 tot 23 °C. De mestvaalt is opgedeeld in links en rechts gezien vanaf de ingang. Op het linker gedeelte komt laat in het seizoen mest te liggen van de stalperiode. Rechts ligt mest die al eens verplaatst is en dus wat ouder is. De temperatuur rechts is gemiddeld 20 tot 25 °C met maxima van 37 tot 48 °C. Links blijft de temperatuur laag van 15 tot 17 °C met maxima van 26 tot 28 °C. In de stortkegel is de temperatuur gemiddeld 17 tot 24 °C met maxima van 30 tot 39 °C.

**Tabel 21** Temperatuur mest in opslag in °C

Jaar	Gem Mestvaalt	Rechts	Max Rechts	Links	Max Links	Stortkegel	Max Stortkegel
98/99	19	20	37	17	28	20	35
99/00	23	25	47	15	26	17	30
00/01	21	23	48	16	28	24	39
gem	21	22		16		20	

**Gehalten in mest**

Uit Tabel 22 blijkt dat het droge-stofgehalte van de vaste mest ongeveer 18 % was. In het laatst weergegeven jaar was het droge-stofgehalte hoger dan in de voorgaande jaren. Dit wijst op een iets betere compostering in het laatste jaar. De meest waarschijnlijke oorzaak is het hogere stroverbruik.

**Tabel 22** Gemiddelde samenstelling uitgereden vaste mest en gier (in kg per ton)

	N-Mineraal	N-organisch	P205	K20	Droge stof
Vaste mest (97/98)	1.2	3.5	2.2	4.8	171.3
Vaste mest (98/99)	1.2	4.3	3.6	4.9	176.9
Vaste mest (99/00)	0.7	3.9	2.7	4.1	162.6
Vaste mest (00/01)	0.9	4.3	3.0	4.8	192.4
Gier (97/98)	1.5	0.3	0.2	5.4	18.8
Gier (98/99)	2.0	0.4	0.3	6.2	23.6
Gier (99/00)	1.9	0.5	0.4	5.8	27.4
Gier (00/01)	1.6	0.3	0.4	5.5	19.6
gem vast	1.2	3.9	2.9	4.9	174.1
gem gier	1.8	0.4	0.3	5.8	23.3

In Tabel 23 zijn de C/N verhoudingen van de vaste mest en gier weergegeven. Op het lagekostenbedrijf lag de gemiddelde C/N-verhouding op 14 (Tabel 23). Dit wordt als vrij laag beschouwd. Waarschijnlijk is het stroverbruik te laag voor een hogere C/N-verhouding en heeft het (te) lage stroverbruik een negatieve invloed op de compostering.

**Tabel 23** C/N verhouding eindproducten gier en vaste mest

Jaar	C/N gier	C/N mest
97/98	2.5	14.1
98/99	3.0	11.4
99/00	2.2	14.0
00/01	2.3	14.5
gem	2.5	13.5

Naast de C/N-verhouding is de porositeit en de structuur van de mesthoop belangrijk, zodat er voldoende zuurstoftoevoer is. Na het opzetten van de hoop zal de porositeit afnemen door de druk van het bovenliggende materiaal, maar ook door omzetting van organisch materiaal gaat de structuur verloren. Door de mesthoop om te zetten is de structuur weer terug te brengen en neemt de porositeit weer toe. Maar afgezien van het verplaatsten van de vaste mest, gebeurt het omzetten op het lagekostenbedrijf niet. De reden hiervoor is dat dit extra arbeid en een grotere plaat voor opslag van de mest vraagt. Deze aspecten brengen weer extra kosten met zich mee en zijn daarom niet aan de orde.

### Proces op de mestplaat in schaalmodel

De volume- en mineralenstroom van het hele systeem met gescheiden mest is in dit hoofdstuk redelijk in beeld gebracht. Maar over de volumereductie van de vaste mest, het verlies van vocht in de vorm van damp en lekvocht en eventueel verlies van mineralen met het lekvocht en in de vorm van gassen is weinig bekend. Omdat het lastig is volumereductie en mineralenverlies over de hele mestplaat te bepalen, is een proef uitgevoerd met een tweetal bakken en zakken in een kleine mestvaalt waarmee de opslag wordt nagebootst. Het grote voordeel van deze kleine opslag is dat het proces voortdurend te monitoren is en de stromen van gassen, vocht en mineralen in beeld te brengen zijn. Een uitgebreid verslag van dit proces op de mestplaat in schaalmodel staat beschreven in bijlage 3 (Blanken en van Dooren, 2001).

De voornaamste conclusies zijn dat compostering in de bakken nauwelijks aan de orde was. De temperatuur was met een gemiddelde van rond de 20 graden vrij laag. De hoop van vrij vochtige vaste mest in de bakken was bovendien weinig poreus, zodat aërobe omzettingen moeilijk plaatsvonden. Beide aspecten hebben ertoe geleid dat de compostering matig was, met daarbij een matige volume- en massareductie. Het volume van de mest in de bakken liep in 6 maanden (april tot en met oktober) terug van 1268 liter tot 945 liter. De massareductie en volumereductie in die 6 maanden bedroeg voor de bakken resp. 16 % en 26 %. Als we dan de resultaten van de proef op schaalmodel vertalen naar de situatie op het lagekostenbedrijf, mogen we aannemen dat de massa- en volumereductie gemiddeld lager is dan in de bakkenproef waargenomen. Dit komt doordat de vaste mest gemiddeld korter dan 6 maanden op de plaat ligt en dan ook nog niet in de zomermaanden. Verondersteld is dat de massareductie op de mestplaat van het lagekostenbedrijf dan circa 8 % is en geen 16 %. De volumereductie blijft vrij hoog en wordt dan 20 %.

### 3.2 Bemesting dunne en dikke fractie

In deze paragraaf komt de bemesting van het land van het lagekostenbedrijf aan de orde zoals dat gebeurd is in de jaren 1998 – 2001. De gebruikte organische meststoffen en de bemestingsstrategie komen daarbij aan de orde.

#### 3.2.1 Meststoffen en kwaliteit

##### Gerealiseerde mestproductie en kwaliteit

In de vorige paragraaf is de mestproductie en kwaliteit weergegeven. Met deze getallen is het mogelijk om de bemestende waarde voor stikstof en fosfaat te bepalen. In Tabel 24 staat de werkelijk beschikbare hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali in kg per jaar, als gemiddelde over de jaren 1997 t/m 2001.

**Tabel 24** Beschikbare hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali (kg per jaar) uit dierlijke mest op het lagekostenbedrijf (gemiddeld over de periode 1997-2001)

Fractie	N-mineraal	N-organisch	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Vast	504	2.016	2.520	1.462	6.366
Vloeibaar	1.946	417	2.363	361	2.344
Totaal	2.450	2.433	4.883	1.823	8.710
Per hectare	77	76	153	57	272

Uit Tabel 24 blijkt dat door mestscheiding inderdaad een duidelijk verschil ontstaat tussen de vaste- en de vloeibare fractie. De vaste fractie bevat de meeste fosfaat (80 % van de totale geproduceerde hoeveelheid fosfaat) en de vloeibare fractie bevat het grootste deel snel werkzame stikstof (79 % van de totale N-mineraal). Echter de totale hoeveelheid stikstof is redelijk over de twee fracties verdeeld. Dat betekent dat met de vaste mest toch nog een grote hoeveelheid langzaam werkende stikstof aanwezig is en wordt toegediend.

##### Werking van de vaste mest

Bij de berekening van de bemestende waarde en de werking van vaste mest is gebruik gemaakt van de werkingscoëfficiënten, zoals ze door Kolenbrander et. al. (1967) zijn beschreven. Omdat deze werkingscoëfficiënten bepaald zijn onder omstandigheden van de jaren vijftig en zestig, is op het lagekostenbedrijf een aantal detailproeven uitgevoerd, om de werking van met name de vaste fractie op het lagekostenbedrijf zelf te bepalen. Deze proeven zijn beschreven in bijlage 1. De proeven zijn uitgevoerd in 1999, 2000 en 2001 (In 2001 in een aangepaste vorm t.o.v. 1999 en 2000).



Uit de resultaten van de eerste twee proefjaren kon geen goed beeld van de werkingscoëfficiënt worden bepaald. Dit had met name te maken met de kleine hoeveelheid toegediende werkzame N (9-18 kg/ha) in vergelijking met een hoge N-niveau op de vergelijkende kunstmestobjecten.

Uit de proefresultaten van 2001 zijn wel voorzichtige conclusies te trekken. De behandeling met de lage dosering gaf een N werking op ds-basis van 10 % en op basis van N-opbrengst 15 %. De behandeling met de hoge dosering liet een N-werking op ds-basis van 22 % zien en op basis van N-opbrengst 25 %. De laatste resultaten lijken echter minder betrouwbaar, daar de N-recovery op de vergelijkende kunstmestobjecten 129 % bedraagt. De iets lagere werking in deze proef ten opzichte van de werkingscoëfficiënten die in de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen worden genoemd, kan mogelijk duiden op een negatief effect van bedekking met mest op de groei, of door rijnschade die niet direct visueel waarneembaar is geweest.

Voor een nauwkeurige bepaling van de N-werking is aanvullend onderzoek nodig (detailproef), waarbij de verdeling van de mest extra aandacht moet krijgen, maar waar ook gekeken zou moeten worden naar de (na)werking in latere sneden.

De werking van de toegediende vloeibare fractie (gier) is niet in onderzoek geweest.

### **Ervaringen met stalmest**

Naast de bemestende waarde van stalmest is het ook belangrijk dat het gras geen nadelige effecten ondervindt van het bovengronds verspreiden van relatief veel massa. De moderne mestverspreider die ook is ingezet op het lagekostenbedrijf is voorzien van twee horizontaal geplaatste walsen en een draaischijf waardoor de mest wordt verkleind. Een zo fijn mogelijke verdeling is noodzakelijk uit het oogpunt van bemesting maar ook om schadelijke effecten op de zode (open plekken door methopen) te voorkomen. In het algemeen was de verdeling van de mest goed. Na het uitrijden oogde het gras op de zwaarst bemeste percelen "zwart" van de mest maar na een paar weken was er door verwerking en inspoeling door regen weinig meer van te zien.

Uit analysesresultaten van versgras monsters bleek de kwaliteit van gras bemest met vaste mest niet structureel af te wijken van de met kunstmest bemeste objecten. Er was soms sprake van een licht verhoogd ruwcelstofgehalte, hetgeen zich vertaalde in een lager VEM-gehalte. De verschillen waren echter niet significant.

Onderzoek naar mestresten in gemaaid gras, lieten weinig zichtbare verontreiniging zien.

Om de mestverdeling mogelijk te verbeteren is een vergelijkende proef uitgevoerd, waarbij een deel van de uitgereden mest met een weidesleep verder is verspreid. De verwachting was, dat slepen zou leiden tot het verder verkleinen van de mestdeeltjes, waardoor minder verontreiniging optreedt. De percelen werden vervolgens gemaaid voor voederwinning.

Er bleek bij analyse van het geoogste product geen verschil tussen al dan niet gesleepte objecten (geen opbrengst- of kwaliteitsverschil). Mogelijk was de mest door de gebruikte machine al behoorlijk fijn verdeeld. Bij een ongelijke verdeling, waarbij bijvoorbeeld echt sprake zou zijn van een grote bedekking door hoopjes mest, zou het effect mogelijk groter kunnen zijn. Om deze effecten te kunnen bepalen zou extra onderzoek nodig zijn.

### *3.2.2 Bemesting op het lagekostenbedrijf*

In deze paragraaf zal nader worden ingegaan op de gerealiseerde bemesting op het lagekostenbedrijf, waarbij de inzet van de gefractioneerde dierlijke mest extra aandacht zal krijgen.

De bemesting op het lagekostenbedrijf is in de periode 1998-2001 behoorlijk dynamisch geweest. Dit is door verschillende redenen veroorzaakt. Om aan de verscherpte MINAS-norm voor stikstof te voldoen, is er een verschuiving opgetreden van puur graspercelen richting gras-klover percelen. Hierdoor is dus veel grasland opnieuw ingezaaid. Deze verschuiving heeft de volgende effecten:

- een lager N-advies voor gras-klover, dus een lagere gemiddelde N-gift per hectare grasland (incl. klover)
- een verlaging van de P-AI op de percelen waarop herinzaai heeft plaatsgevonden, dus op het gehele bedrijf een verschuiving over de verschillende fosfaattoestanden

Naast deze aspecten zijn twee van de vier jaren bijzonder geweest. In 1999 en in 2000 was sprake van een erg nat voorjaar. De koeien hebben hierdoor in 1999 lang op stal gestaan, in combinatie met rantsoenbeweiding. Ook was het niet goed mogelijk om de vaste mest in februari uit te rijden. In 2001 konden de koeien in het voorjaar pas laat naar buiten in verband met de MKZ-crisis. Hierdoor was het maaipercentage van de eerste sneden in deze twee jaren erg hoog (80-90 %). Dit hoge maaipercentage is van invloed op de fosfaatbehoefte van het gewas.

### **Stikstofbemesting**

Voor de gras/klover percelen geldt een ander N-advies dan voor de puur graspercelen. De gras/klover percelen krijgen met name in het voorjaar en in sommige gevallen voor de tweede snede een N-gift. De N-gift voor de eerste snede bedraagt maximaal 100 kg N/ha. De graspercelen zijn ingedeeld in 4 NLV klassen (NLV 100, 110, 120 en 130). De N-gift is gebaseerd op de N-adviesbasis, behorende bij de betreffende NLV. Als randvoorwaarde

is echter de MINAS eindnorm (180 kg N overschot per ha) gesteld. Daar de verschillen in jaargift behorende bij het toegepaste N-advies klein zijn (jaargiften van 370 aflopend tot 355 kg N dus een maximaal verschil van 15 kg N) wordt in de verdere berekening uitgegaan van een advies jaargift van 365 kg N op de graspercelen. De gemiddelde werkzame N uit mest voor alle graspercelen, dus inclusief gras/klover en de verdeling over dierlijke mest en kunstmest is weergegeven in Tabel 25. Van de vaste mest wordt de werking als volgt berekend: 33 % van de N-totaal komt tot werking. Bij gier is de werking verdeeld over twee N-vormen. Van de N-mineraal werkt 76 % en van de N-organisch 56 %. De maïs op het lagekostenbedrijf is verbouwd op gescheurd grasland. Vijf hectare is reeds in het najaar van 1997 en deels in het voorjaar van 1998 gescheurd. De overige 1,55 hectare is in het najaar van 1998 gescheurd. De N-bemesting wordt conform het bemestingadvies uitgevoerd, rekening houdende met de mineralisatie van de gescheurde grasmat. De basis is een behoefte van 180 kg N/ha. Per jaar wordt een schatting gemaakt van de N-levering uit de oude grasmat en de bodem. Deze schatting wordt ondersteund met de N-min bepaling in grondmonsters. Alleen de vaste fractie van de dierlijke mest wordt op maïsland uitgereden. Er vindt aanvullend een rijenbemesting met maïsmap (stikstof en fosfaat) plaats. De hoeveelheid mest op maïsland is een "restpost". Dit is veelal de hoeveelheid die nog kan worden opgevangen tussen het moment van uitrijden op grasland en het moment waarop de koeien naar buiten gaan. Van de toegediende mest wordt een werking van 30 % van het N-totaal verondersteld. Van de gegeven N in de rij wordt een werking van 1.25 verondersteld (ten opzichte van breedwerpig). De werkzame hoeveelheid N op snijmaïs is weergegeven in Tabel 26.

### Fosfaatbemesting

Met name die percelen die in de eerste snede gemaaid moeten worden hebben een hoge fosfaatbehoefte. De basisbemesting met fosfaat wordt vooral met de vaste mestfractie gegeven. De maaipercelen krijgen meer vaste mest dan de weidepercelen. Ondanks dat in een aantal jaren deze relatief grote hoeveelheid (26 ton) vaste mest op de maaipercelen laat werd toegediend, kon op het oog geen schade door bedekking worden vastgesteld en werden slechts sporadisch mestresten teruggevonden.

Door het grote verschil in fosfaatbehoefte door de verschillen in fosfaattoestand, waren de giften met vaste mest sterk wisselend. Door het relatief hoge percentage herinzaai, is het aantal percelen met de fosfaattoestand "Laag" tot "Vrij Laag" gestegen. De werkzame fosfaat is eveneens weergegeven in Tabel 25.

**Tabel 25** Werkzame hoeveelheden N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O per hectare grasland in de jaren 1998 t/m 2001 met vaste mest, gier en kunstmest

Mest	Vaste mest			Gier			Kunstmest			Totaal		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1998	8	17	35	44	7	212	225	25	0	276	49	247
1999	21	28	40	60	7	222	182	32	0	263	67	262
2000	12	15	33	55	0	493	125	26	0	192	41	526
2001	20	35	74	30	3	135	136	23	0	186	61	209
Gem.	15	24	46	47	4	266	167	106	0	229	55	311

Het P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> advies voor snijmaïs is 135 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare (Pw = 23) indien alleen dierlijke mest wordt gegeven. Wanneer echter (zoals op het lagekostenbedrijf) ook een rijenbemesting wordt toegepast, is de behoefte: 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gegeven in de rij en 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> breedwerpig toegediend met dierlijke mest. Van de in de rij toegediende fosfaat wordt een twee keer zo hoge werking verondersteld als van een "vollevelds"bemesting.

De fosfaatwerking van de vaste mest op grasland is 80 % van de toegediende fosfaat.

De werkzame hoeveelheden N, P en K voor snijmaïs zijn weergegeven in Tabel 26. Tussen haakjes staat bij de kunstmest de hoeveelheid werkzame stikstof en fosfaat waarmee gerekend is, omdat bij rijenbemesting een hogere werking wordt verondersteld.

**Tabel 26** Werkzame N, P en K (kg/ha) op maïsland in de periode 1998-2001

Mest	Vaste mest			Kunstmest			Totaal		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1998	40	90		30 (40)	30 (60)	0	70 (80)	110 (150)	
1999	46	53	85	30 (38)	30 (60)	0	76 (84)	83 (113)	85
2000	39	32	91	40 (50)	40 (80)	0	79 (89)	72 (112)	91
2001	42	42		48 (60)	30 (60)	0	140 (152)	72 (102)	
2001 gier	50	0							
Gem.	54	52		37 (47)	33 (65)	0	91 (101)	84 (119)	

In 2001 is in tegenstelling tot alle andere jaren ook gier uitgereden op maïsland. Deze hoeveelheid is in een aparte regel opgenomen in de tabel. De toegevoegde hoeveelheid kali is niet in alle gevallen berekend, maar dekte ruim de behoefte.

Bij de werking van fosfaat is uitgegaan van een werking van 60 % van de toegediende fosfaat.

### 3.3 Dieraspecten

In deze paragraaf beschrijven we de mogelijke invloed van het mestscheidingssysteem op de dieraspecten.

#### 3.3.1 Begaanbaarheid vloer

Vanwege een goede primaire mestscheiding is de vloer op het lagekostenbedrijf dicht en hellend uitgevoerd. De helling van deze vloer is 3 %. Algemeen is bekend dat deze vloeren slecht begaanbaar zijn. Ook op het lagekostenbedrijf is de vloer nogal eens glad geworden en leidt dit tot problemen. Vooral in de zomer als de koeien overdag buiten lopen en 's avonds terugkomen voor het melken ontstaan glijpartijen. Dit komt doordat de bovenlaag van de met mest besmeurde vloer overdag is opgedroogd. Als de koeien dan urineren ontstaat een erg gladde laag op deze harde ondergrond. Glijincidenten doen zich dan ook veelvuldig voor waarbij ook al koeien gesneuveld zijn of voor noodslachting afgevoerd. Gemiddeld zijn jaarlijks twee dieren door uitglijden op de vloer voor noodslachting afgevoerd. Dit is te veel en wordt voor een groot deel veroorzaakt door de dichte hellende vloer. Om een oplossing voor dit probleem te zoeken is er onderzoek gedaan naar profilering van vloeren. Een beschrijving van dit onderzoek op het lagekostenbedrijf en het voermelkbedrijf staat in bijlage 4. Uit dit onderzoek komt naar voren dat koeien op dichte vloeren vooral bij plotselinge bewegingen en verandering van richting uitglijden. Het aantal slippartijen neemt af wanneer groeven in de vloer worden aangebracht. Daarbij heeft profilering in twee richtingen de voorkeur. De vloer wordt daardoor beter begaanbaar. Voordelen van een betere begaanbaarheid zijn verbeterd dierwelzijn, minder uitval door klauw- of beengebreeken en een betere tochtigheidsexpressie. Bovendien zullen daardoor minder koeien sneuvelen door de slechte vloer. De verwachting is wel dat de ammoniakemissie licht stijgt bij profilering van vloeren ten opzichte van vloeren zonder profilering. Overigens is de verbetering van de begaanbaarheid door groeven te frezen in de vloer tijdelijk, want de gefreesde groeven gaan ook weer dicht zitten met mest. Binnen afzienbare tijd (na enkele jaren) moet het frezen herhaald worden.

#### Conclusie begaanbaarheid en mestscheiding

Voor een goede primaire mestscheiding is een dichte hellende vloer in de stal haast noodzakelijk. Maar de afgelopen jaren was de begaanbaarheid van de vloer nogal eens zeer matig. Profilering leidt wel tot een verbetering van de begaanbaarheid, maar garandeert niet dat alle problemen daarmee opgelost zijn.

#### 3.3.2 Gezondheid

In dit gedeelte proberen we na te gaan of de toegepaste vorm van mestscheiding, met al zijn aanpassingen in de bedrijfsvoering, enige invloed heeft op de diergezondheid. Om dit goed te kunnen beoordelen is het nodig om de algemene situatie van het lagekostenbedrijf te kennen en de prestatie op het gebied van gezondheid in relatie tot de praktijk of andere proefbedrijven.

#### Algemeen

Het lagekostenbedrijf heeft een strategie om weinig jongvee op te fokken, zodat het vervangingspercentage van de koeien laag is. Op het bedrijf zijn in de afgelopen jaren circa 5,5 stuks jongvee per 10 melkkoeien aangehouden. Vergeleken met de praktijk en met andere proefbedrijven, die gemiddeld op circa 8,5 zitten, is dit bijzonder laag. Dit betekent dat het aandeel oudere koeien op het lagekostenbedrijf hoger is dan gemiddeld in de praktijk en op andere proefbedrijven. Door hun leeftijd, is de kans bij oudere koeien groter dat ze te maken krijgen met ziekte of gebreken. Het gevaar van een laag vervangingspercentage is dat niet genoeg eigen opfok aanwezig is om "versleten" oude koeien te vervangen. Dit betekent dat oude koeien met veel zorg en behandelingen toch op de been worden gehouden om het quotum vol te melken. Situaties met een laag vervangingspercentage kunnen daarom matiger gezondheidsprestaties laten zien dan op grond van andere bedrijfsomstandigheden verwacht mag worden.

### Gezondheidssituatie

De gezondheidssituatie van de koeien op het lagekostenbedrijf in de afgelopen vier jaren is gemiddeld te noemen. Een vergelijking met het gemiddelde van de proefbedrijven (Tabel 27) laat zien dat het lagekostenbedrijf op een aantal aspecten goede resultaten boekt en op andere weer mindere.

**Tabel 27** Gezondheid en vruchtbaarheidsstatus op het lagekostenbedrijf in vergelijking met het gemiddelde van de proefbedrijven (in %<sup>1</sup>)

	Lagekostenbedrijf (1998-2001)	Gem proefbedrijven (1992-1999)
Gem. bedrijfscegetal	244	152
% koeien > 250.000	19	15
Mastitis (%)	32	20
Speenbetrappen	-	2
Afvoer wegens uier	6	6
Nageboorte	5	9
Witvuilen	5	8
Onregelmatig tochtig	23	16
Overig vruchtbaarheid	2	1
Afvoer wegens vruchtbaarheid	9	7
Bevangenheid	2	7
<b>Stinkpoot</b>	31	6
Dikke hak/knie	2	4
Zoolzweer	25	16
Tussenklawontsteking	20	5
Overige	12	8
Afvoer wegens klauwen	3	2
Melkziekte	27	18
Slepde melkziekte	1	5
Lebmaagdraaiing	-	2

<sup>1</sup>De ziekten worden weergegeven als een percentage van het gemiddeld aantal aanwezige koeien. Aan de nageboorte blijven staan wordt weergegeven als percentage van het aantal afkalvingen, melkziekte als percentage van het aantal kalvende koeien exclusief vaarzen.

Aandachtspunten zijn uiergezondheid (mastitis, celgetal), klauwen (stinkpoot, zoolzweer, tussenklawontsteking) en vruchtbaarheid. Het lagekostenbedrijf scoort goed bij speenbetrappen, nageboorte, slepde melkziekte en dikke hakken.

In Tabel 28 is de gemiddelde klauwscore te zien op het lagekostenbedrijf in 2001. Ter vergelijking zijn ook de norm weergegeven en het resultaat van het high-techbedrijf. Te zien is dat te weinig dieren op het lagekostenbedrijf een "goede" klauwscore hebben.

**Tabel 28** Gemiddelde klauwscore op het lagekostenbedrijf in vergelijking met het high-techbedrijf (maandelijks gemeten) en de norm (%)

Score	Lagekostenbedrijf 2001	High-techbedrijf 2001	Norm
1 (goed)	45	70	60
2 (voldoende)	35	21	30
3 (matig)	20	9	10

### Relatie met mestscheiding

Specifiek voor de primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf zijn met name de dichte hellende vloer en een royale hoeveelheid stro in de boxen.

Uiergezondheid is een aandachtspunt op het lagekostenbedrijf (zie Tabel 27). Er kan een mogelijk verband bestaan tussen uiergezondheid en boxbedekking. Stro in de boxen is organisch materiaal, waarin bacteriën

makkelijker overleven dan op rubber of zand. Echter de kans op mastitis is wel te minimaliseren door de boxen goed schoon te houden, waarbij regelmatig het vuile strooisel wordt verwijderd. Ook bestaat mogelijk een verband tussen klauwproblemen (zie Tabel 27), de matige klauwscore (zie Tabel 28) en de uitvoering van de vloer. De vloer is dicht en hellend en lijkt daardoor makkelijker klauwproblemen en slecht lopen van dieren te veroorzaken. Bovendien bevordert de helling (zeker in de zomer) glijpartijen van koeien. Hierdoor hebben een aantal koeien noodgedwongen het bedrijf moeten verlaten. Een slecht beloopbare vloer heeft mogelijk ook gevolgen voor de vruchtbaarheidsresultaten van het bedrijf. Want hierdoor springen de dieren mogelijk slecht, waardoor de tocht moeilijk waarneembaar is. Profilering van de vloer kan verbetering van de situatie met zich meebrengen.

Een gunstig effect van mestscheiding is mogelijk dat nauwelijks dikke hakken en poten gezien worden. Dit heeft te maken met de dikke laag stro in de boxen, die zorgt voor een zacht en comfortabel ligbed.

Genoemde verbanden met mestscheiding zijn niet onomstotelijk door onderzoek op het lagekostenbedrijf aangetoond omdat het een situatie op zich is, zonder vergelijkend onderzoek bij de genoemde aspecten. Vanuit ander onderzoek (Ouweltjes et al., 2002 PV deskstudie over huisvesting: huisvesting van melkvee, knelpunten uit oogpunt van welzijn, in prep) is wel aangegeven dat bepaalde aspecten die op het lagekostenbedrijf aanwezig zijn tot een verhoogd gezondheidsrisico leiden (stro als boxbedekking, dichte hellende vloer).

### **Conclusie gezondheid en mestscheiding**

Samengevat zijn er aanwijzingen dat boxbedekking en vloeruitvoering invloed hebben op de gezondheid en uitval van dieren. Enerzijds wordt een negatief verband vermoed tussen mestscheiding en gezondheid door het verhoogde risico op mastitis bij stro in de boxen, verhoogde kans op klauwproblemen en uitval door de uitvoering van de vloer en moeilijke tochtdetectie. Anderzijds lijkt een positieve invloed aanwezig doordat een grote hoeveelheid stro in de boxen de kans op het voorkomen van dikke hakken bij de veestapel verkleint.

### *3.3.3 Welzijn*

In deze paragraaf proberen we na te gaan of de toegepaste vorm van mestscheiding, met al zijn aanpassingen in de bedrijfsvoering, enige invloed heeft op het welzijn van de dieren.

### **Relatie met mestscheiding**

Belangrijke welzijnsparementen zijn de "gangen" van dieren, het voorkomen van huidbeschadigingen, aantal klauwaandoeningen, speenpuntverechting en conditiescore. Onderzoek heeft opgeleverd (Smolders, 2003) dat "gangen" van dieren en de aanwezigheid van huidbeschadigingen samen grofweg 90 % een indicatie is voor het welzijn van koeien. Beide kenmerken zijn op het lagekostenbedrijf bekeken. Huidbeschadigingen komen niet voor. Dat is een positief punt voor het welzijn op het lagekostenbedrijf. Dit kan goed te maken hebben met een comfortabel strobed. Bovendien past het lagekostenbedrijf volop weidegang toe (april tot november), zodat de koeien hun natuurlijke gedrag goed kunnen uitoefenen en niet veel belemmerd worden door obstakels en te krappe ruimtes.

Weidegang zal ook een positieve invloed hebben op "gangen" van dieren. Dus een groot deel van het jaar is het welzijn goed gewaarborgd. Maar rond het melken in de weideperiode en wellicht op andere tijden in de stalperiode is de vloer slecht beloopbaar. De dichte hellende vloer heeft mogelijk een negatieve invloed op de "gangen" van de koeien. Dit duidt erop dat, ondanks veel weidegang, het welzijn van de dieren in de stalperiode veelal niet gewaarborgd is. Hoewel ook in stallen met roostervloeren de vloer in de weideperiode rond het melken glad kan zijn, is dit toch minder erg en minder vaak het geval dan bij dichte hellende vloeren. Over het algemeen leiden roostervloeren niet tot ernstige glij-incidenten en uitval van dieren, ook niet in de zomerperiode.

### **Conclusie welzijn en mestscheiding**

Samengevat heeft de boxbedekking (dikke laag stro) een positieve invloed op het welzijn van de dieren, terwijl de dichte hellende vloer eerder een negatieve invloed heeft op het welzijn van de koeien.

## 4 Evaluatie systeem mestscheiding

Na bijna vijf jaar, is op het lagekostenbedrijf veel ervaring opgedaan met primaire mestscheiding. Uiteraard is niet alles verlopen zoals verwacht en beschreven in paragraaf 2.2. In paragraaf 4.1 wordt aangegeven hoe de behaalde resultaten zich verhouden tot de verwachtingen en wat de verklaringen van de eventuele afwijkingen zijn.

Vervolgens komt in dit hoofdstuk een systeemvergelijking aan bod. Hierbij komt de vraag aan de orde of toepassen van primaire mestscheiding met de huidige inzichten nog steeds goedkoper is dan het toepassen van drijfmest. Via een systeemvergelijking en de huidige inzichten wordt nagegaan wat de actuele verschillen zijn op gebied van bemesting en benutting van mineralen (4.3) en op het gebied van economie (4.4).

### 4.1 Beoordeling resultaat

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe de behaalde resultaten zich verhouden tot de verwachtingen en wat de verklaringen van de eventuele afwijkingen zijn. Een eerste belangrijke constatering is dat in de verkennende berekeningen (Van Lent en Van Dooren, 2000) is uitgegaan van een veestapel van 55 koeien die per stuk 7225 kg melk geven. Gedurende het project is gebleken dat de koeien meer melk gaven. Het melkproductieniveau lag op ongeveer 8.300 kg melk per koe, hierdoor waren slechts 48 koeien nodig om het quotum van 400.000 kg melk vol te melken. Naast deze constatering, wijkt de werkelijke situatie op het lagekostenbedrijf op meer punten af van de verwachting.

#### 4.1.1 Waar techniek afwijkt van verwachting

##### **Stroverbruik**

Uitgegaan is van een gemiddeld stroverbruik van 2 kg stro per koe per dag (inclusief jongvee) gedurende het gehele jaar. Gemiddeld werd er totaal per jaar 52 ton stro verbruikt. Bij een gemiddelde veebezetting van 49 melkkoeien was het stroverbruik bijna 1,5 maal hoger met een verbruik van 2,9 kg per koe per dag inclusief jongvee. Ook dit is minder gunstig dan vooraf ingeschat. Hierdoor stijgen wel de kosten bij mestscheiding. Maar het gebruik van meer stro is wel ten goede gekomen aan de stapelbaarheid van de vaste mest.

##### **Voerresten**

Uitgegaan is van 9386 kg ds voerresten per jaar. Uit enkele periodieke metingen is naar voren gekomen dat de hoeveelheid voerresten gemiddeld 2400 kg zijn geweest. Dit is veel minder (bijna 75 %) dan vooraf ingeschat en geeft aan dat de voeding efficiënter was dan vooraf verondersteld. Dit resultaat is echter niet toe te schrijven aan het systeem van primaire mestscheiding, maar heeft meer te maken met de manier van bedrijfsvoering.

##### **Spoelwater**

Voor het spoelwater is uitgegaan van 1 m<sup>3</sup> spoelwater per dag. Uit metingen is gebleken dat het waterverbruik voor spoelwater 425 m<sup>3</sup> per jaar was, dit is ruim 16 % meer dan verwacht. Dit verschil is echter niet zozeer toe te schrijven aan het matige watermanagement op het bedrijf, maar eerder aan de optimistische inschatting vooraf. Want voor het lagekostenbedrijf is het watermanagement uitgebreid aan de orde geweest (Doornbos en de Haan, 1999).

##### **Regenwater en drijfslag in opslag**

Vooraf is ingeschat dat weinig tot geen regenwater in de opslag terechtkomt. Uit berekeningen is gebleken dat er gemiddeld 390 m<sup>3</sup> regenwater in het foliebassin terechtkomt. Van dit water verdampt er vrijwel niets. Hierdoor moet meer mest uitgereden worden en was de opslagcapaciteit van het foliebassin te klein. Dit heeft weer gevolgen voor de kosten. Verwacht werd dat er geen of geen grote drijfslag in het foliebassin zou ontstaan. Inmiddels neemt de drijfslag een ruimte van 120 m<sup>3</sup> in beslag en verlaagt de opslagcapaciteit.

##### **Compostering**

Uit gegevens van temperatuur, vochtigheid en samenstelling blijkt dat er weinig tot geen compostering plaats heeft gevonden. De optimale temperatuur ligt tussen de 50 en 65°C. Uit metingen bleek de gemiddelde temperatuur van de mest op de mestvaalt gemiddeld over de vier jaren 21 °C. Hierbij zaten uitschieters tot 48 °C. Wanneer het uitgangsmateriaal te vochtig is zal het composteringsproces slecht op gang komen. Het optimale vochtgehalte ligt tussen de 50 en 60 %. De vaste mest van het lagekostenbedrijf heeft echter een vochtgehalte van meer dan 80 %. Het vochtgehalte kan alleen verlaagd worden door (meer) stro toe te voegen.

De verhouding van alle aanwezige koolstof en stikstof, de  $C/N_{\text{tot}}$ -verhouding, is van invloed op de compostering en de mineralenverliezen. De optimale  $C/N_{\text{tot}}$ -verhouding ligt rond de 30. De gemiddelde  $C/N$  verhouding was gemiddeld 13,5 en daarmee te laag voor een goede compostering. De mate van composteren heeft gevolgen voor de massa- en volumereductie.

In het vooronderzoek is uitgegaan van een volumereductie van 50 % door compostering, maar uit een deelonderzoek naar de processen op de mestplaat (Bijlage 3) bleek de massareductie 16 % en de volumereductie 26 %. In de berekeningen verder in dit rapport is gerekend met de helft van 16 % massareductie omdat de mest gedurende het hele jaar geproduceerd wordt en lang niet alles een half jaar of langer op de mestplaat ligt. De volumereductie hierbij is ongeveer 20 % (bij een massareductie van 8 % en een eindproduct met een dichtheid van 900 kg/m<sup>3</sup>). Dit resultaat is een stuk minder gunstig dan verwacht. De voornaamste reden dat compostering niet lukte is het lage strogebruik. Door regelmatig omzetten blijft de mest voldoende luchtig en verloopt het composteerproces beter.

### Rendement scheiding

De urine en vaste mest is goed gescheiden en goed gescheiden opgeslagen. Aangenomen werd dat per aandeel van 10 % van de urine in de dikke fractie het stroverbruik toeneemt met 0,5 kg per koe inclusief jongvee. Er werd 0,9 kg meer stro per koe per dag verbruikt. Dit betekent dat grofweg 20 % van de urine in de vaste mest kan zitten. Van de 311 ton urine die gemiddeld geproduceerd werd, is 20 ton urine in de vaste mest terechtgekomen, dit is maar 6 %, en daarmee een goed resultaat.

Het rendement van de scheiding was gemiddeld 77 % en liep van 65 % tot maar liefst 85 %. Dit is bijzonder goed en komt daarmee goed overeen met de verwachting van ruim 80 %. Uit de grote verschillen tussen de jaren blijkt dat het proces moeilijk te sturen is. Er zijn veel zaken waar het resultaat van afhankelijk is. In vergelijking met mechanische scheidingsmiddelen heeft primaire scheiding een vergelijkbaar tot beter resultaat. Bij mechanische scheiding is een rendement van 60 % tot 74 % haalbaar. Een voordeel van primaire scheiding t.o.v. mechanische scheiding is dat geen extra energie nodig is, buiten het transport van de mest.

#### 4.1.2 Vergelijking verwachte en gerealiseerde mestproductie en bemesting

Ten opzichte van de aangenomen hoeveelheid geproduceerde stikstof en fosfaat, beschreven in 2.2.2, wijkt de hoeveelheid en de vorm waarin de stikstof beschikbaar is in een aantal gevallen sterk af van de hypothese. De werkelijk beschikbare hoeveelheden per hectare worden in Tabel 29 vergeleken met de verwachte hoeveelheden.

**Tabel 29** Beschikbare hoeveelheid stikstof en fosfaat per hectare bij uitrijden per fractie en totaal

Fractie	N-mineraal		N-organisch		N-totaal		Fosfaat	
	hypothese	werkelijk	hypothese	werkelijk	hypothese	werkelijk	hypothese	werkelijk
Vast	3	16	135	63	138	79	42	46
Vloeibaar	31	61	8	13	39	74	12	11
Totaal	34	77	143	76	177	153	54	58

De werkelijke hoeveelheid geproduceerde hoeveelheid fosfaat alsmede de verdeling over de fracties is vooraf redelijk nauwkeurig ingeschat. In werkelijkheid is fosfaat met spoelwater aangevoerd (P houdend reinigingsmiddel), maar deze hoeveelheid bedroeg totaal ongeveer 23 kg fosfaat (dus minder dan 1 kg fosfaat per hectare). Wanneer deze kilo wordt afgetrokken van de werkelijke hoeveelheid is de fosfaatproductie met het vloeibare deel 2 kg overschat. Dit verschil wordt echter ruimschoots goedgehaakt door de 4 kg hogere fosfaatproductie in de vaste fractie ten opzichte van de hypothese.

De hoeveelheid stikstof en vooral de hoeveelheid van de verschillende stikstofvormen over de fracties is veel minder goed ingeschat. De totaal beschikbare hoeveelheid is in werkelijkheid ruim 20 kg per hectare minder dan verwacht. Zes kg van dit verschil kan verklaard worden uit het feit dat bij de hypothese is gerekend met 30,7 hectare, terwijl het lagekostenbedrijf uiteindelijk 32 hectare grond heeft gekregen. Het grootste verschil zit in het gat tussen de verwachte hoeveelheid- en werkelijke hoeveelheid organische N in de vaste fractie. De werkelijke hoeveelheid organische N is ongeveer 50 % van de verwachte hoeveelheid. Dit is erg opvallend, omdat met name de organisch N minder gevoelig is voor uitspoelings- en vervluchtigingsverliezen. Mogelijk speelt de hoeveelheid (organische) N die door de dieren wordt uitgescheiden een rol. Door de lage krachtvoergiften bevat de vaste fractie slechts 5 kg N-totaal per 1000 kg mest, terwijl bij de hypothese is gerekend met 6,8 kg N.

Een voordeel is de hoeveelheid minerale N. Met name in het vloeibare deel is deze hoeveelheid veel hoger dan is ingeschat, ondanks de verdunning van dit deel met regenwater. Dit kan een aantal oorzaken hebben

- er zijn minder verliezen opgetreden tijdens de bewaring

- er is extra N toegevoegd met regenwater en mogelijk ander water, dat via het erf in het foliebassin is terechtgekomen

Toch is dit laatste aspect gunstig, daar de bemestingswaarde van de minerale N hoger is dan de bemestingswaarde van het organische N.

### N en P bemesting

Indien wordt uitgegaan van het feit dat op 1 februari alle tot op dat moment beschikbare vaste mest kan worden uitgereden en de mest die tussen half februari en half april (2 maanden) geproduceerd wordt, op het maïsland gegeven wordt, betekent dit dat ongeveer 75 % van alle geproduceerde vaste mest op grasland terecht komt. Deze 75 % bestaat uit 4/6 wintermaanden + de hoeveelheid die tijdens de zomer wordt opgevangen rond het melken.

De geproduceerde hoeveelheid gier wordt volledig op het grasland uitgereden.

Uitgaande van de verwachte mestproducties (paragraaf 2.2) kan de bemesting op maïs en gras worden berekend. De hypothetisch mogelijk toe te dienen hoeveelheid stikstof en fosfaat is weergegeven in Tabel 30.

**Tabel 30** Theoretisch toe te dienen hoeveelheden stikstof en fosfaat op het lagekostenbedrijf

Mest	Grasland		Snijmaïs	
	N totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vaste mest	59	35	20	11
Gier	74	11	0	0
Totaal	133	46	50	41

Op basis van een gemiddelde NLV op het lagekostenbedrijf van 110 bedraagt de geadviseerde N-jaargift 365 kg N/ha. Daar een deel van het lagekostenbedrijf uit klaver bestaat, waarvoor een lager advies geldt, gaat de gemiddelde jaargift omlaag. De oppervlakte gras/klaver op het lagekostenbedrijf is niet constant, maar neemt door herinzaai toe. In dit voorbeeld zal worden aangenomen dat 2/3 van de oppervlakte grasland uit gras/klaver bestaat. De geadviseerde N-jaargift voor gras/klaver is 125 kg N.

Op 2/3 x 25.5 = 17 hectare staat gras/klaver met een advies van 125 kg N/jaar.

Op 1/3 x 25 = 8.5 hectare staat gras met een advies van 365 kg N/jaar.

Het gemiddelde N-advies voor het grasland is dus 205 kg N/jaar.

De fosfaattoestand van de graspercelen was sterk wisselend. Door het hoge aandeel graslandvernieuwing nam het aantal percelen in de klassen Laag en Vrij Laag toe. Van de percelen die niet zijn omgezet steeg de fosfaattoestand echter. Gemiddeld over het gehele bedrijf kan grosso modo derhalve wel worden uitgegaan van een toestand Voldoende. Bij een maaipercantage van 65 % in de eerste snede en 220 % totaal (ongeveer haalbaar op lagekostenbedrijf). Dit betekent een maaipercantage van 155 % in de overige sneden waarvan 2/3 voor 1 juli wordt gemaaid wordt het gemiddelde fosfaatadvies:

$$0.65 \times 45 \text{ (snede 1)} + 0.67 \times 1.55 \times 25 \text{ (sneden voor 1 juli)} + 0.33 \times 1.55 \times 20 \text{ (sneden na 1 juli)} = 65 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha.}$$

Het N-advies voor snijmaïs is gebaseerd op behoefte en bedraagt 180 kg N per hectare per jaar. Een deel van deze stikstof kan door de bodem geleverd worden. Deze hoeveelheid wordt bepaald door het N-min gehalte van de bodemonsters in het voorjaar te analyseren. Indien maïs op gescheurd grasland wordt gezaaid, komt via mineralisatie van de oude zode extra N beschikbaar. Aangezien de snijmaïs van het lagekostenbedrijf op gescheurd grasland is geteeld, wordt uit de oude zode in combinatie met de N-min uit de bodem een levering van ongeveer 50 kg N toegekend. Dit betekent dat aanvullend nog 130 kg N nodig is.

Het fosfaatadvies voor snijmaïs op klei met een Pw getal rond 25 bedraagt 135 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Afhankelijk van de manier van toedienen (alleen dierlijke mest of deels dierlijke mest aangevuld met rijenbemesting) geldt een ander advies.

Bij toediening van mest treden echter ook verliezen op. De N werking van vaste mest op grasland bedraagt 30 % van de toegediende N-totaal. Bij gier ingebracht met een zodenbemester is de werking 76 % van de toegediende minerale N en 56 % van de organische N. De fosfaat uit de vaste mest werkt voor 80 % en uit gier voor 100 %. Op maïsland werkt van de vaste mest 75 % van de minerale N en 30 % van de organische N. De fosfaat uit de vaste fractie werkt voor 60 %.



Rekening houdend met bovenstaande werkingscoëfficiënten kan een bemestingsschema voor gras en maïs worden opgesteld. Dit schema is weergegeven in Tabel 31.

**Tabel 31** Theoretische bemesting lagekostenbedrijf

Mestsoort	Grasland			Snijmaïs		
	Stikstof		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Stikstof		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vaste mest	18		27	3 (N-min)	5 (N-org)	7
Gier	41 (N-min)	7 (N-org)	11	-	-	-
Totaal mest	66		38	8		7
Behoefte	205		65	130		135
Aanvulling KM	139		27	122		128

Uit Tabel 31 blijkt dat bij de gekozen uitgangssituatie nog ongeveer 140 kg N uit kunstmest op grasland moet worden aangekocht. Deze hoeveelheid is in werkelijkheid de laatste jaren lager, omdat de N-bemesting uit kunstmest op de klaverpercelen de laatste twee jaar ongeveer 80 kg N bedroeg.

De aanvulling met fosfaat bedraagt op basis van behoefte 27 kg. Vooral de vaste fractie levert veel fosfaat op grasland bij de ingestelde verdeling. De kleine hoeveelheid mest op maïsland draagt nauwelijks bij aan de behoefte. Beter is om of meer richting maïs te verschuiven, of de dierlijke mest volledig inzetten op gras. Een rijenbemesting met fosfaat op maïs is altijd gewenst. Voordeel van het inzetten van de vaste fractie op maïs is, dat de verdeling beschikbare N en P ongeveer 50:50 is en daarmee goed aansluit bij de behoefte.

Of mestscheiding op bemestingsgebied inderdaad leidt tot meerwaarde wordt in paragraaf 4.3 besproken.

#### 4.1.3 Waar economie afwijkt van verwachting

Behalve afwijkingen bij mestscheidingstechniek en mestproductie ten opzichte van de verkennende berekeningen, zijn er ook enkele economische aspecten die afwijken van de verkennende berekeningen. Het gaat dan vooral om prijseffecten. Met behulp van informatie van Bouwbedrijf De Jong uit Ursum (de heer Piet Bleker) zijn marktconforme prijzen voor bouwwerken vastgesteld. Tabel 32 laat zien dat in de verkennende berekeningen vooral de bouwkosten van de mestplaat en de aanschafkosten van de uitmestinstallatie te laag zijn ingeschat. Ook de bouwpreis van het foliebassin is hoger, evenals de aankooppreis van stro. De investeringskosten voor de dichte hellende vloer en een stro-opslag zijn in de verkennende berekening niet meegenomen. Omdat bij een dichte hellende vloer het investeringsbedrag niet gelijk is aan dat van andere vloersystemen is het wenselijk ook deze post in de berekeningen te betrekken. Dit geldt vooral wanneer we verschillende systemen van mestopslag en mestverwerking met elkaar gaan vergelijken. Hetzelfde argument geldt voor het opvoeren van de kosten voor stro-opslag.

**Tabel 32** Vergelijking economische uitgangspunten primaire mestscheiding tussen verkennende berekening en de werkelijke situatie op lagekostenbedrijf

	Verkennende berekening	Werkelijk lagekostenbedrijf
Bouwwerken:		
foliebassin (€/m <sup>3</sup> )	22,70	26,30
mestplaat (€/m <sup>2</sup> )	45,40	65,80
meerpreis vloer (€)	-	949
opslag stro (€)	-	4.553
Installaties:		
uimestinstallatie (€)	9.450	16.200
Mest toedienen:		
gier (€/m <sup>3</sup> )	2,70	2,70
vaste mest (€/ton)	4,10	4,10
Stro (€/ton)	57	60

De wijzigingen in techniek, mestproductie en economische uitgangspunten leveren een andere kostenvergelijking op dan het beeld wat in de verkennende berekeningen is geschetst. In Tabel 33 zijn de werkelijke kosten voor primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf vergeleken met uitkomsten van de verkennende berekeningen.

**Tabel 33** Vergelijking jaarkosten voor primaire mestscheiding tussen verkennende berekening en werkelijke situatie op het lagekostenbedrijf

	Vervangingswaarde (€)		Jaarkosten (€)	
	Verkenning	Werkelijk lagekostenbedrijf	Verkenning	Werkelijk lagekostenbedrijf
Mestplaat	6.738	18.424	674	1.778
Foliebassin	4.340	18.410	738	3.065
Meerkosten vloer	-	949	-	96
Stro-opslag	-	4.553	-	644
Uitmeststelsysteem	9.448	16.200	1.748	3.588
Strokosten			2.277	3.102
Extra kunstmest			0	230
Toedienen gier			521	3.002
vaste mest			1.213	2.066
<b>Totaal</b>	<b>20.526</b>	<b>58.536</b>	<b>7.171</b>	<b>17.572</b>

Tabel 33 laat zien dat in de verkennende berekeningen is uitgegaan van een extra investering voor mestopslag en mestverwerking van ruim € 20.500. In werkelijkheid is deze investering bijna driemaal zo hoog: € 58.500. Naast een 130 m<sup>2</sup> grotere en duurdere mestplaat (ongeveer 40 % minder volumereductie van de vaste mest dan waar in de verkennende berekening van is uitgegaan) zorgt het 500 m<sup>3</sup> grotere foliebassin voor een fors hogere investering. Een belangrijke oorzaak van het grotere foliebassin is dat binnen de verkennende berekening geen rekening is gehouden met de forse hoeveelheden spoelwater (425 m<sup>3</sup>) en regenwater (390 m<sup>3</sup>) op jaarbasis. Het uitmeststelsysteem is ook fors duurder (bijna € 7000) dan in de verkennende berekening begroot. De meerkosten van de dichte hellende vloer zijn in de oorspronkelijke berekening niet meegenomen, evenals de kosten stro-opslag. Later in dit hoofdstuk vergelijken we verschillende systemen met verschillende vloersoorten en benodigde stro hoeveelheden. Voor een zuivere economische vergelijking tussen mestopvangsystemen moeten we ook rekening houden met het vloertype en de omvang van de stro-opslag.

Als resultaat van de hogere investeringskosten voor mestopslag en mestverwerking zijn ook de jaarkosten voor mestscheiding in werkelijkheid fors hoger dan het resultaat van de verkennende berekening. Niet alleen de hogere kosten voor bouwwerken en installaties zijn hier debet aan, ook zijn de strokosten hoger. Dit komt omdat er geen 40 ton stro nodig is zoals Van Lent en Van Dooren beschreven, maar ruim 50 ton. In de verkennende berekening werd uitgegaan van een kleine besparing op kunstmestkosten bij primaire mestscheiding. In werkelijkheid zijn echter de kunstmestkosten hoger. Er is 48 kg fosfaatkunstmest minder nodig op bedrijfsniveau, echter de aanvoer van stikstof uit kunstmest op bedrijfsniveau is 376 kg N hoger dan bij het toepassen van drijfmest. Dit leidt tot € 230 hogere kunstmestkosten.

Verder zijn de kosten voor mest toedienen fors hoger omdat zowel de vaste mestproductie (lagere volumereductie) als de productie van gier (meer spoel- en regenwater) fors hoger zijn dan in eerste instantie berekend. De tarieven voor mest toedienen zijn niet hoger. Al met al zijn de werkelijke jaarkosten € 10.400 hoger dan in eerste instantie werd ingeschat.

## 4.2 Systeemvergelijking

In paragraaf 2.2 kwam naar voren dat in de verkennende berekeningen (Van Lent en Van Dooren, 2000) het systeem van primaire mestscheiding goedkoper werd ingeschat dan toepassen van drijfmestopslag buiten de stal. In paragraaf 4.1 kwam naar voren dat de praktijksituatie van het lagekostenbedrijf nogal afwijkt van de verkennende berekeningen. De werkelijke kosten blijken veel hoger te zijn dan de kosten van de verkennende berekeningen (paragraaf 4.1.3). Omdat de omvang van de mestopslag op het lagekostenbedrijf is gebaseerd op een bepaalde overcapaciteit boven de oorspronkelijk ingeschatte capaciteit, rijst de vraag of primaire mestscheiding nog steeds goedkoper is dan mest opslaan in de vorm van drijfmest. In deze paragraaf beschrijven we met de huidige kennis het systeem van primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf. Daarnaast kijken we hoe het lagekostenbedrijf er zou uitzien wanneer het bedrijf een systeem met drijfmestopslag toepast. We kijken naar twee mogelijke varianten (dichte vlakke vloer met externe mestopslag en roostervloer met mestopslag onder de stal) en vergelijken dit met het huidige systeem van primaire mestscheiding.

### Algemene uitgangspunten

Voor de drie systemen die we hierna beschrijven gelden een aantal algemene uitgangspunten. Deze uitgangspunten zijn afgeleid van de situatie van het lagekostenbedrijf in het jaar 2000.

De veestapel bestaat uit 48 stuks melkkoeien die per stuk ongeveer 8.300 kg melk geven. Er zijn verder 24 stuks jongvee aanwezig. De koeien worden in de zomer onbeperkt geweid. Het ruwvoerantsoen bestaat uit gras en maïs dat door middel van voorraadvoeding wordt verstrekt.

Het bouwplan van het bedrijf bestaat uit 25,45 hectare gras en 6,55 hectare maïsland. De stikstofjaargift van het grasland is ongeveer 255 kg N/ha.

Met deze uitgangspunten is de totale urineproductie die is opgevangen in de stal ongeveer 288 ton met daarin 2450 kg N. De opgevangen feces in de stal is ongeveer 432 ton met daarin 1520 kg N. De gewichtsverhouding feces/urine is ongeveer 3:2 (Handboek Melkveehouderij, 1993). Naast strooisel (hoeveelheid afhankelijk van het systeem) komen er ook nog voerresten (2,5 ton met 25 kg N) en spoelwater (425 ton) in de mest terecht. Voor de berekening van de benodigde opslagcapaciteit is ook de mestproductie van het jongvee meegenomen.

### Systeem 1: primaire mestscheiding

Het systeem dat momenteel op het lagekostenbedrijf wordt toegepast is het systeem van primaire mestscheiding. De koeien lopen in een stal met een dichte mestgang. Deze mestgang heeft een dichte hellende vloer die op de laagste punten uitmondt in een giergoot. De boxen van de stal worden gestrooid met stro, gemiddeld bijna 3 kg per koe per dag. De vaste mest die ontstaat door de menging van voornamelijk feces en stro, wordt afgevoerd met een mestschuif naar een opvanggedeelte. Uit dit opvanggedeelte wordt de vaste mest met een mestband naar de mestplaat getransporteerd. Door toevoegen van veel stro is het mogelijk de vaste mest op te stapelen tot een hoogte van 1,5 tot 2 meter. Het uitrijden van de vaste mest doet de loonwerker met een mestverspreider in het voorjaar. De dunne fractie (urine en spoelwater) die in de giergoot terecht komt stroomt naar een lager gelegen foliebassin. Ook het lekvocht van de mestplaat komt in het foliebassin terecht. Omdat de mestplaat niet overdekt is komt er ook zo'n 391 m<sup>3</sup> regenwater in het foliebassin terecht.

De dunne fractie uit het foliebassin wordt gedurende het groeiseizoen emissiearm aangewend. Ten opzichte van drijfmest toepassen is de aanvoer van kunstmest 376 kg N hoger bij primaire mestscheiding. De aanvoer van fosfaatkunstmest is wel 48 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lager.

De benodigde opslagcapaciteit van de mestplaat hangt af van de stapelhoogte van de mest en van de opslagduur. Met de uitgangspunten van het lagekostenbedrijf is deze minimaal 182 m<sup>2</sup> (bij een stapelhoogte van 2 m en een opslag van april t/m januari). Maximaal is de mestplaat 343 m<sup>2</sup> (bij een stapelhoogte van 1,5 m en een opslagduur van een jaar). Gerekend is met een massareductie van 8 % en een mestdichtheid van 900 m<sup>3</sup>/ton.

De benodigde opslagcapaciteit van het foliebassin is minimaal 452 m<sup>3</sup> bij een opslag van september t/m januari en maximaal 728 m<sup>3</sup> bij een opslagduur van augustus tot en met maart. Hierbij zit ook het regenwater.

Ondanks dat het jongste jongvee gedurende de opfok apart is gehuisvest, is de mestproductie van dit jongvee meegenomen in de berekening van de benodigde opslagcapaciteit.

### Systeem 2: drijfmest met onderkelderde roostervloer

Bij het systeem met drijfmestopslag onder de stal met een roostervloer wordt de feces en urine samen met het spoelwater en de voerresten opgeslagen in de gierkelder. Het strooisel in de boxen bestaat uit zaagsel. Per koe is hiervan ongeveer 0,9 kg per dag nodig, inclusief jongvee. Vanaf februari wordt gedurende het groeiseizoen de drijfmest met een zodenbemester uitgereden door de loonwerker. Met de uitgangspunten van het lagekostenbedrijf is er 527 m<sup>3</sup> opslagcapaciteit nodig bij een drijfmestopslag gedurende de periode waar een uitrijverbod geldt (september tot en met januari).

Wanneer de mest die in de stal wordt geproduceerd van augustus tot en met maart wordt opgeslagen is 862 m<sup>3</sup> mestopslag nodig. De mest in de put is een mengsel van feces, urine, strooisel, voerresten en spoelwater. De door het jongvee geproduceerde mest komt ook in de mestkelder terecht.

### Systeem 3: drijfmest met dichte vloer en externe mestopslag

Het systeem met een stal die is uitgerust met een dichte, vlakke vloer en waarbij drijfmest extern is opgeslagen in een overdekt foliebassin is een tussenvorm van de beide hiervoor beschreven systemen. Wanneer het lagekostenbedrijf zou overstappen naar een systeem met drijfmest, is deze oplossing makkelijker te realiseren dan het bouwen van een gierkelder in een bestaande stal.

Bij het systeem van drijfmest en een dichte vlakke vloer kan de stal nagenoeg hetzelfde blijven als bij primaire mestscheiding, wel moet de vloer worden aangepast. Bij het opvangen van de mest is het nodig dat zowel de urine als de faeces in een zelfde opvangput wordt geschoven met een mestschuif. Dit mengsel moet daarna regelmatig met een mestpomp in het foliebassin worden gepompt. Waarschijnlijk moet de feces en de urine eerst

gemixed worden voordat het goed weg te pompen is. Ook in het foliebassin is een mixer nodig om ontmenging te voorkomen.

De hoeveelheid strooisel is gelijk aan het systeem van drijfmest met een roostervloer; ongeveer 0,9 kg per koe. Omdat de opslagcapaciteit van het opvangputje zeer gering is, is de benodigde opslagcapaciteit van de overkapte mestsilos gelijk aan die van de mestkelder. Bij opslag van september tot en met januari is ongeveer 527 m<sup>3</sup> nodig en bij opslag van augustus tot en met maart is de benodigde mestopslagcapaciteit 862 m<sup>3</sup>. Ook de door het jongvee geproduceerde mest komt in de mestsilos terecht. De mest in de silo is een mengsel van feces, urine, strooisel, voerresten en spoelwater. Uitgangspunt is dat door de afdekking van het foliebassin er geen regenwater in de mestsilos terechtkomt. Wordt het foliebassin niet overkapt, dan is een grotere opslagcapaciteit nodig.

### 4.3 Mest en milieu bij de drie systemen

#### Ammoniakemissie

Om vanuit de geproduceerde hoeveelheid mest de hoeveelheid beschikbare N en P te bepalen moeten de verliezen worden afgetrokken. De N-verliezen bestaan voor het grootste deel uit ammoniakverliezen. De hoeveelheid N die extra wordt aangevoerd met stro en de verliezen uit stal, kelder en externe opslag worden weergegeven in Tabel 34.

**Tabel 34** N verliezen tijdens mestopslag en aanwending bij 3 bedrijfssystemen (berekend met uitgangspunten lagekostenbedrijf)

Post	Roostervloer	Vlakke vloer	Hellende vloer/mestscheiding
N productie (mest/voerrest)	4.875	4.875	4875 (1906 vast; 2969 urine)
Aanvoer N met stro(oisel)	37	37	184
Vloeremissie	233	388	272
Kelderemissie	326	0	0
Emissie uit externe opslag	0	163	432
Totale N verliezen opslag	559 (11,4 %)	551 (11,2 %)	704 (13,9 %)
N beschikbaar bij uitrijden	4.353	4.361	4.355
Werkzame N	2.793	2.798	2.439
Gem. N werking van de geproduceerde hoeveelheid	57 %	57 %	48 %
N per ha gras beschikbaar	76	76	88
N per ha mais beschikbaar	133	133	29

Bij een systeem met gescheiden mest is extra stro nodig om de mest stapelbaar te maken. Met een gemiddeld stroverbruik van 3 kg stro per koe per dag (gemiddeld over zomer en winter en inclusief jongvee) wordt 184 kg N aangevoerd.

Bij een roostervloer vindt een groot deel van de emissie vanuit de kelder plaats. Bij een vlakke vloer is alleen sprake van vloeremissie, die wanneer alleen naar de vloer gekeken wordt, hoger is dan bij een roostervloer. Echter de emissie uit de externe opslag is lager. Het verschil tussen de systemen is echter marginaal.

Bij de primaire mestscheiding (systeem 1) is sprake van een hellende vloer, waardoor de mest sneller kan worden afgevoerd. De vloeremissie is hierdoor lager dan bij de vlakke vloer. Bij dit systeem hebben we echter te maken met twee externe mestopslagen. De mestplaat met de vaste fractie en een foliebassin met gier. Vanuit de vaste fractie vindt ammoniakemissie plaats. Tijdens de bewaring zal op de mestplaat (vaste fractie) een deel van de organisch gebonden N overgaan in een vorm die gevoelig is voor vervluchtiging. De oplosbare N (N-min) spoelt uit, maar wordt opgevangen in het foliebassin. Het totale netto N-verlies vanuit de opslag met vaste mest bedraagt 230 kg N. Schreuder et. al (1997), geeft een N-verlies van 8 % van de N-totaal uit de vaste fractie. Blanken en van Dooren (1999) vonden in een bakkenproef met vaste gescheiden mest een verlies van 16 %. Bij deze laatste proef moet worden opgemerkt dat deze verliezen in de periode april-oktober zijn bepaald, terwijl de werkelijke opslag gedurende de periode oktober-februari plaatsvindt. Omdat de temperatuur gedurende die periode lager is, zullen de verliezen ook lager zijn. Gezien het grote verschil tussen Schreuder en Blanken, is hier uitgegaan van 11 % verlies. De totale N-verliezen van de vaste fractie bedragen derhalve  $0.11 \times (1906+184) = 230$  kg N. Vanuit het foliebassin vindt echter ook emissie plaats. Deze is gelijk aan de emissie uit een gesloten mestsilos. Uit IMAG onderzoek (Bode, 1990a en 1990b) blijkt een afdekking de emissie niet tot 0 te reduceren, maar met 84 % te verminderen. Er is echter geen onderzoek gedaan naar de verliezen uit een afgesloten foliebassin. De "open" oppervlakte is kleiner dan bij een mestsilos (alleen ontluchtingspijpen), maar de concentratie

ammoniak in urine is wel veel hoger dan in drijfmest. Daarom is uiteindelijk de 84 % reductie ook voor het foliebassin aangehouden.

Het foliebassin heeft een oppervlakte van  $22 \times 14 = 308 \text{ m}^2$ . Volgens Bode (1990a en 1990b) bedragen de N verliezen via ammoniakvervluchtiging in de winter  $0.00888 \text{ kg N/m}^2$  en in de zomer  $0.01282 \text{ kg N/m}^2$ . Doordat de vloeibare mest in een min of meer afgesloten foliezak zit, worden de verliezen in de winter met 84 % en in de zomer met 80 % gereduceerd. Uitgaande van 181 zomerdagen en 184 winterdagen (er is altijd een laagje mest in het bassin) bedraagt het verlies  $181 \times 0.01282 \times 308 \times 0.2 + 184 \times 0.00888 \times 308 \times 0.16 = 223 \text{ kg}$ . Echter vanuit de mestplaat spoelt netto nog 21 kg N terug in het foliebassin. De N-verliezen uit het foliebassin bedragen dus 202 kg N. De N-verliezen uit de opslag bij een hellende vloer en primaire mestscheiding zijn totaal ongeveer 150 kg hoger dan bij beide systemen met drijfmestopslag.

### Bemesting gewassen

In deze paragraaf zal een vergelijking tussen de drie systemen worden gemaakt, waarbij vooral wordt gekeken naar extra kunstmest aankoop. Met andere woorden: is er een verschil in dekking van de mineralenbehoefte? Als uitgangspunt is gekozen voor het lagekostenbedrijf. De mestproducties en de verliezen zijn reeds beschreven. De producties in de drie systemen zijn gelijk, evenals de kwaliteit (N en P gehalte). Het verschil zit in de ammoniakverliezen en de extra stro aanvoer.

Omdat bij zowel het systeem met een roostervloer als het systeem met een vlakke vloer de mest drijfmest is, zijn de verliezen bij toediening gelijk. Van de beschikbare hoeveelheid N bij uitrijden komt uiteindelijk 65 % tot effectieve werking (effect van de N-totaal).

Bij de mestaanwending is ervoor gekozen om de mest die geproduceerd wordt tussen half februari en half april aan te wenden op maïsland (zijnde 60/184 deel van de winterproductie) en de rest op grasland.

Bij deze mestverdeling is per hectare gras 76 kg werkzame N uit drijfmest beschikbaar en op maïsland 133 kg. Bij een behoefte van 205 kg N op grasland (zie Tabel 31; inclusief klaver) moet bij de drijfmestssystemen nog 129 kg N/ha op gras worden aangevuld. Voor maïs is de behoefte netto 150 kg N/ha. Hier moet dan nog 17 kg N worden aangevuld. Totale N aankoop op dit bedrijf: 3394 kg.

De verliezen bij uitrijden en de N-werking van met name de organische N van gier en vaste mest wijken af van de verliezen bij uitrijden en de werking bij drijfmest. Hierdoor is de uiteindelijke netto N werking van de twee fracties bij mestscheiding 8 % lager dan die bij drijfmest.

Ook hier is gekozen om de mest die vanaf half februari tot half april geproduceerd wordt, aan te wenden op maïsland. Het gaat hierbij alleen om de vaste fractie. Op snijmaïs wordt geen gier toegediend. Hierdoor is de verhouding beschikbare N op gras en maïs anders dan bij de drijfmestssystemen.

Per hectare gras is 88 kg werkzame N beschikbaar en per hectare maïs 29 kg. Bij een behoefte van 255 kg N op gras, moet per hectare 117 kg N worden aangevoerd en per hectare maïs, bij een netto behoefte van 150 kg N/ha 121 kg N. Op het totale bedrijf bedraagt de N-aankoop hier 3770 kg.

Bij mestscheiding is derhalve op dit bedrijf **376** kg N meer nodig uit kunstmest.

Bij fosfaat worden geen verliezen berekend tijdens de opslag. Bij het systeem met gescheiden mestbewaring vindt extra fosfaataanvoer plaats met stro. Deze hoeveelheid is op jaarbasis 48 kilo (46 kilo meer dan bij gebruik van strooisel in combinatie met het drijfmeststelsel).

Bij veelvuldig gebruik van dierlijke mest wordt de fosfaatwerking op 100 % gesteld. Ook in dit voorbeeld gaan we uit van 100 % fosfaatwerking bij de drie systemen. De "winst" zit dus in de extra aanvoer van 48 kg fosfaat.

## 4.4 Economie van de drie systemen

Met de technische uitgangspunten uit paragraaf 4.2 en de inzichten uit paragraaf 4.3 is een economische vergelijking te maken. In dit gedeelte kijken we welk systeem de minste jaarkosten heeft. We vergelijken:

- primaire mestscheiding in een stal met een dichte hellende vloer
- drijfmestopslag onder de stal met roostervloer
- drijfmestopslag buiten de stal in een foliebassin, stal met dichte vlakke vloer

Met de uitgangspunten uit bijlage 2 zijn berekeningen uitgevoerd.

In tabel 35 vergelijken we de jaarkosten voor mestopslag en mestverwerking van de drie systemen bij een minimale opslagcapaciteit uit paragraaf 4.2. Voor primaire mestscheiding is dit een opslagcapaciteit van vaste mest gebaseerd op een opslagduur van april tot en met januari en een stapelhoogte van 2 meter. De

opslagcapaciteit van de gier of drijfmest bij alle systemen is gebaseerd op een opslagduur van september tot en met januari, de periode waarbinnen een uitrijverbod van drijfmest geldt.

**Tabel 35** Economische systeemvergelijking mestopslag en -verwerking bij minimale opslagcapaciteit

Kostenpost	Primaire mestscheiding (€)	Drijfmest in onderkelderde roostervloer (€) <sup>1)</sup>	Drijfmestopslag in een foliebassin (€)
<b>Bouwwerken:</b>			
Mestplaat	1.156		
Foliebassin	1.979		2.308
Mestkelder		3.579	
Vloer	564	468	495
Stro-opslag	644	215	215
<b>Installaties :</b>			
Uitmestinstallatie	3.588		1.462
Mestmixer(s)		355	710
Mestpomp			956
<b>Grondstoffen:</b>			
Stro	3.102		
Zaagsel		2.122	2.122
Extra kunstmest	230		
<b>Loonwerk:</b>			
Uitrijden vaste mest	2.107		
Uitrijden gier/drijfmest	2.838	3.127	3.127
<b>Totaal jaarkosten</b>	<b>16.209</b>	<b>9.864</b>	<b>11.393</b>

<sup>1)</sup> Uitgangspunt is dat er geen roosterschuij aanwezig is

Tabel 35 laat zien dat bij een minimale opslagcapaciteit een systeem met drijfmestopslag in een mestkelder het goedkoopst is. De jaarkosten van een systeem met primaire mestscheiding zijn € 6300 hoger dan bij een systeem waarbij de mest wordt opgevangen in de put onder de stal. De kosten voor bouwwerken zijn bij primaire mestscheiding ongeveer gelijk aan drijfmest opslaan in een mestkelder, maar daar bovenop komen extra hoge kosten voor een uitmestinstallatie (ruim € 3500), hogere strokosten (ruim € 3100), extra kunstmestkosten (€ 230) en hogere kosten voor mest uitrijden (met name door veel regenwater in het foliebassin). Een systeem met drijfmest opslaan in een foliebassin buiten de stal is bij een minimale benodigde mestopslagcapaciteit ruim € 1500 duurder dan mest opslaan in een mestkelder. De overpompinstallatie, de mestschuij en een extra mixer leiden tot hoge kosten voor installaties bij het systeem met een foliebassin. De lagere bouwkosten van het foliebassin compenseren de hogere kosten voor installaties niet, zodat drijfmest opslaan in een mestkelder het goedkoopste is.

In tabel 36 vergelijken we de extra jaarkosten voor mestopslag en mestverwerking van de drie systemen bij een maximale opslagcapaciteit uit paragraaf 4.2. Het gaat bij primaire mestscheiding om een opslagcapaciteit van vaste mest die gebaseerd is op een opslagduur van 1 jaar. De stapelhoogte van de vaste mest is 1,5 meter. De opslagduur van gier in deze berekening is van augustus tot en met maart.

**Tabel 36** Economische systeemvergelijking mestopslag en -verwerking bij maximale opslagcapaciteit

Kostenpost	Primaire mestscheiding (€)	Drijfmest in onderkelderde roostervloer (€) <sup>1)</sup>	Drijfmestopslag in een foliebassin (€)
<b>Bouwwerken:</b>			
Mestplaat	2.178		
Foliebassin	3.188		3.775
Mestkelder		5.853	
Vloer	564	468	495
Stro-opslag	644	215	215
<b>Installaties:</b>			
Uitmestinstallatie	3.588		1.462
Mestmixer(s)		355	710
Mestpomp			956
<b>Grondstoffen:</b>			
Stro	3.102		
Zaagsel		2.122	2.122
Extra kunstmest	230		
<b>Loonwerk:</b>			
Uitrijden vaste mest	2.107		
Uitrijden gier/drijfmest	2.838	3.127	3.127
<b>Totaal jaarkosten</b>	<b>18.439</b>	<b>12.139</b>	<b>12.860</b>

<sup>1)</sup> Uitgangspunt is dat er geen roosterschuiф aanwezig is

Tabel 36 laat zien dat wanneer de mest langer wordt opgeslagen, een systeem met drijfmestopslag in een mestkelder nog steeds het goedkoopste is. Het systeem van primaire mestscheiding heeft ongeveer € 6300 hogere jaarkosten dan het toepassen van mestopslag in een mestkelder. Vooral de hogere strooiselkosten en de uitmestinstallatie maken het systeem fors duurder. Bij een drijfmestopslag buiten de stal zijn de jaarkosten ongeveer € 720 hoger dan bij mest opslaan in een mestkelder. Het verschil met drijfmest opslaan in de kelder is kleiner dan bij de minimale benodigde opslagcapaciteit. Het toepassen van een foliebassin wordt goedkoper naarmate er meer mestopslag nodig is. De lagere bouwkosten van een foliebassin kunnen de hogere kosten van installaties bij een hoge mestopslag uiteindelijk compenseren. Op het lagekostenbedrijf is dit punt ook bij de maximaal benodigde opslagcapaciteit niet bereikt zodat mest opslaan in de put de goedkoopste oplossing blijft.

### **Drijfmest opslaan onder de stal is goedkoopst**

De economische vergelijking tussen de drie hierboven beschreven systemen laat duidelijk zien dat drijfmest opslaan onder de stal voor het lagekostenbedrijf het voordeligst uitpakt. Dit geldt bij een bedrijfsomvang van minder dan 50 melkkoeien, bij een grote veestapel is drijfmest buiten de stal eerder aantrekkelijk. Drijfmest opslaan in een foliebassin is iets duurder door hogere kosten voor installaties. Primaire mestscheiding is in alle gevallen fors duurder dan beide systemen met drijfmestopslag. De verwachte economische voordelen die aan het begin van het project werden verwacht van primaire mestscheiding zijn niet uitgekomen. Vooral een veel lager volumereductiepercentage van de mest en de grote hoeveelheid regenwater en spoelwater zorgen voor extra opslag- en uitrijdkosten voor zowel vaste mest als gier. Daarnaast brengt de uitmestinstallatie (mestschuiф en opvoerband) nogal wat extra kosten met zich mee.

## 5 Toepassing voor de praktijk

### 5.1 Mogelijkheden voor sector

#### Primaire mestscheiding kan ook in de praktijk

Op het lagekostenbedrijf is het goed gelukt om twee soorten mest krijgen. Een dikke en een dunne fractie. Op dezelfde manier als het lagekostenbedrijf kan elk melkveebedrijf goed een dikke en dunne fractie mest produceren. Echter, evenals op het lagekostenbedrijf, komen daar wel extra kosten bij kijken. Bovendien moet rekening gehouden worden met een vloer die soms voor koeien slecht beloopbaar is. In de praktijk zou het probleem van een slecht beloopbare vloer opgelost kunnen worden door een ander vloertype en/of door minder helling in de vloer te hebben. Van beide mogelijkheden is het resultaat waarschijnlijk dat scheiding minder goed verloopt dan op het lagekostenbedrijf het geval is geweest. Het probleem van de kosten blijft waarschijnlijk, want een andere installatie vermindert mogelijk wel de onderhoudskosten, maar verhoogt de aanschafkosten. Gebleken is dat primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf meer kost dan een systeem met drijfmest. Dit betekent echter niet dat mestscheiding nooit interessant is. Want andere technieken, die in dit onderzoek niet onderzocht zijn (bijvoorbeeld buiten de stal mechanisch scheiden), bieden mogelijk meer perspectief.

#### Vaste mest op grasland

Het lagekostenbedrijf heeft de fosfaatrijke dikke fractie vooral gebruikt als fosfaatbemesting van het grasland. Dit komt de verdeling van fosfaat over de percelen ten goede. Maar met vaste mest kan maar een beperkte hoeveelheid fosfaat toegediend worden. Dit beperkt het nut van vaste mest als fosfaatleverancier. Maar andere eigenschappen van de vaste mest zijn dat deze fractie veel organische stof en veel organisch gebonden stikstof bevat. Dit betekent dat met vaste mest het organische stofgehalte van het grasland verhoogd kan worden. Voordelen hiervan zijn dat meer vocht vastgehouden kan worden ter overbrugging van droogteperiodes en dat de bodem meer stikstof kan leveren. Maar het proces van verhoging van de organische stof gaat vrij traag. Denk hierbij aan tienden van procenten in 10 jaar. Het perspectief voor grasland is daarom wel aanwezig, maar de jaarlijkse effecten zijn beperkt. Bovendien zorgt blijvend grasland al voor een hoog gehalte aan organische stof in de bodem. Mogelijk dat een forse gift van vaste mest bij herinzaai een extra impuls aan de bodemvruchtbaarheid kan geven. Met de gegevens van de afgelopen jaren op het lagekostenbedrijf zijn genoemde effecten niet te kwantificeren.

#### Vaste mest op bouwland

Blijvend grasland zorgt zelf voor een behoorlijk gehalte aan organische stof in de bodem. Maar op bouwland werkt het anders. Door continu afvoeren van gewas en jaarlijks omploegen van de bovenste laag, verdwijnt organische stof en humusrijk materiaal uit de bouwvoor. Regelmatig een behoorlijke hoeveelheid vaste mest toedienen op het bouwland, kan het gehalte aan organische stof en humusrijk materiaal enigszins in stand houden en eventueel het stikstofleverend vermogen verhogen. Op het lagekostenbedrijf is jaarlijks slechts een kleine hoeveelheid vaste mest naar het maïsland gegaan. Over deze korte beschikbare periode zijn geen resultaten bekend van het positieve effect van de vaste mest voor de bodemvruchtbaarheid. Voor de praktijk lijkt dit een geschikte toepassing van de vaste mest.

#### Mineralenbalans

Omdat het bij mestscheiding om meststromen met echt andere gehalten van snel werkzame stikstof en fosfaat gaat, is hier bij de bemesting rekening mee te houden. Maar net als bij drijfmest treden bij de opslag van de twee verschillende meststromen ook verliezen op. Hoewel deze verliezen bij vorming van twee meststromen iets hoger zijn, is het verschil zeker niet groot. De hoeveelheid benutbare stikstof is iets groter in een systeem met drijfmest dan bij mestscheiding. Per saldo is bij een systeem met mestscheiding 12 kg zuivere kunstmeststikstof per ha meer nodig.

Maar met name fosfaat is gericht toe te dienen dan in een drijfmestsituatie en is enige besparing op fosfaatkunstmest te halen. Maar die besparing is met maximaal 2 kg per ha ook vrij beperkt. Het uiteindelijke effect van mestscheiding op de mineralenbalans is daardoor ook vrij klein en voor stikstof zelfs negatief. Voor MINAS geldt al helemaal geen positief effect, omdat fosfaatkunstmest niet meetelt in de MINAS-systematiek.



### **Afvoer vaste mest**

Het lagekostenbedrijf had de afgelopen jaren geen moeite om aan de verliesnormen van MINAS te voldoen. Daarom is afvoer van mest nooit aan de orde geweest. Met name intensieve melkveebedrijven zullen moeite hebben om aan de eindnormen van MINAS (huidige stand van zaken: 2004) te voldoen. Mestafvoer is dan een effectieve maatregel om de overschotten van stikstof en fosfaat te verlagen en daarmee aan de verliesnorm te voldoen. Maar dit betekent wel dat ook veel werkzame (minerale) stikstof van het bedrijf verdwijnt en weer in de vorm van kunstmest aangevoerd wordt. Bovendien is het gehalte aan stikstof en fosfaat in mest vrij laag, zodat een behoorlijk volume drijfmest afgevoerd moet worden. Dit kost veel geld. In de vaste mest zit vooral fosfaat en organisch gebonden stikstof. Dit betekent dat met een vrij klein volume veel fosfaat afgevoerd kan worden en niet-werkzame stikstof en is daarom een stuk goedkoper dan afvoer van mineralen met drijfmest. Een voorbeeld. Als een veehouder via mestafvoer het stikstofoverschot met 100 kg op bedrijfsniveau wil laten dalen, dan is bij afvoer van vaste mest ruim 20 ton minder nodig dan bij afvoer van drijfmest. Dit is een kostenbesparing van ruim € 240,- voor de 100 kg op bedrijfsniveau. Uitgangspunt hierbij is een prijs voor mestafvoer van € 11,34 per ton (Kamp, A. van der (ed) 2002). Om het fosfaatoverschot op bedrijfsniveau 100 kg te laten dalen via mestafvoer, is bij afvoer van vaste mest ook ruim 20 ton minder nodig en weer ruim € 240,- minder kosten. Maar in de praktijk kan het voordeel bij afvoer van vaste mest nog wel groter zijn. Dit komt doordat vaste mest een behoorlijk hoog gehalte aan organische stof bevat en daardoor interessant is voor akkerbouwers. Die zullen in veel gevallen bereid zijn om minder geld te vragen voor mest, of zelfs bereid zijn om te betalen voor vaste mest.

### **Dunne mest**

De dunne fractie die als resultaat van de mestscheiding overblijft bevat veel werkzame stikstof. Dit betekent dat de veehouder bij zijn kunstmestgift hier wel degelijk rekening mee moet houden. Anders zou hij meer bemesten dan het advies.

Doordat de dunne fractie erg vloeibaar is, is deze gemakkelijk en snel te verwerken. De hanteerbaarheid is vergelijkbaar met goed gemixte mest. Voor veehouders die gebruik maken van loonwerkers met een uurtarief kan dit ook tot lagere kosten leiden. Bij loonwerkers die een kuubs-tarief hanteren, is de veehouder niet goedkoper uit.

## **5.2 Mogelijkheden tot kostenbesparing**

Uit de berekeningen in paragraaf 4.4 komt naar voren dat er een aantal factoren zijn die ervoor zorgen dat primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf veel duurder is dan systemen met drijfmest opslaan. Een belangrijke oorzaak van de hoge kosten is de grote hoeveelheid regenwater dat via de mestplaat in het foliebassin terechtkomt. Dit vergt extra opslagcapaciteit van het foliebassin en extra kosten voor mest uitrijden. Veel regenwater op de open mestplaat leidt ook tot afkoeling van de mest zodat de omzettingen en daardoor de volume- en massareductie van de mest onvoldoende naar voren komen.

### **Overkappen van de mestplaat: geen regenwater in de opslag en hogere massareductie**

Een oplossing voor de problemen zou overkapping van de mestplaat kunnen zijn. Het is de vraag of minder water in het foliebassin en een groter volumereductiepercentage financiële ruimte overlaat om de mestplaat te overkappen. Voor primaire mestscheiding is daarom een extra berekening gemaakt waarbij er geen regenwater in de mestopslag terechtkomt en het massareductiepercentage van de vaste mest 40 % is. In Tabel 37 worden de resultaten van deze berekening vergeleken met het systeem van primaire mestopslag zonder afdekking van de mestplaat en met het systeem van drijfmest opslaan in een mestkelder onder de stal. De kosten zijn weergegeven voor de minimale benodigde opslagcapaciteit.

**Tabel 37** Vergelijking minimale kosten voor mestopslag en mestverwerking tussen systeem van primaire mestscheiding, primaire mestscheiding met afdekking van de mestplaat en drijfmest in mestkelder opslaan

Kostenpost	Primaire mestscheiding (€)	Mestscheiding met overdekte mestopslag (€)	Drijfmest in onderkelderde roostervloer (€)
Bouwwerken:			
Mestplaat	1.156	756	
Foliebassin	1.979	1.283	
Mestkelder			3.579
Vloer	564	564	468
<b>Stro-opslag</b>	644	644	215
<b>Afdekking mestplaat <sup>1)</sup></b>		X <sup>1</sup>	
Installaties :			
Uitmestinstallatie	3.588	3.588	
Mestmixer(s)			355
Grondstoffen:			
Stro	3.102	3.102	
Zaagsel			2.122
Extra kunstmest	230	230	
Loonwerk:			
Uitrijden vaste mest	2.107	1.374	
Uitrijden gier/drijfmest	2.838	1.812	3.127
<b>Totaal jaarkosten</b>	<b>16.209</b>	<b>13.352</b>	<b>9.864</b>

<sup>1)</sup> Niet in berekening meegenomen

Tabel 37 laat zien dat de kosten voor mest uitrijden bij afdekking van de mestplaat met ruim € 1700 dalen. Bij de minimaal benodigde opslagcapaciteit mag de mestplaat 63 m<sup>2</sup> kleiner zijn en het foliebassin 159 m<sup>3</sup> kleiner. Hierdoor dalen de jaarkosten voor mestopslag met bijna € 1100. De totale jaarkosten voor mestopslag en verwerking (zonder kosten voor afdekking mestplaat!) komen bij 40 % massareductie van vaste mest en geen regenwater in de opslag uit op ruim € 13.300 bij de minimale benodigde opslagcapaciteit. Dit is nog steeds bijna € 3500 duurder dan mest opslaan in een mestkelder onder de stal.

Het is duidelijk dat zelfs met overkapping van de mestplaat en optimale technische resultaten (geen regenwater in de opslag, grote massareductie van de vaste mest) de drijfmestsituatie economisch gunstiger uitpakt dan de situatie met primaire mestscheiding. Mest opslaan in een mestkelder blijft de goedkoopste methode. Wanneer we uitgaan van de maximaal benodigde opslagcapaciteit geeft dit geen ander beeld als bij de minimaal benodigde opslagcapaciteit. Ook hier dalen de kosten voor mestopslag (exclusief afdekking van de mestplaat) en mestverwerking fors met ruim € 3600 ten opzichte van niet afdekken van de mestplaat. Mest opslaan in een mestkelder onder de stal blijft echter ongeveer € 2.700 goedkoper. De kosten voor afdekking zijn dan ook nog niet meegenomen.

#### **Overkappen van de mestplaat: geen regenwater in de opslag**

Wanneer een bedrijf als het lagekostenbedrijf al primaire mestscheiding toepast is het interessant om te weten wat een overkapping van de mestplaat mag kosten, oftewel hoe groot de besparing van kosten voor mestopslag en mestuitrijden is wanneer er geen regenwater in de opslag terechtkomt. Ook hiervoor is een aanvullende berekening gemaakt waarbij is uitgegaan van dezelfde massareductie (8 %) als in de uitgangssituatie. Geen regenwater in de mestopslag leidt tot een 159 m<sup>3</sup> kleiner foliebassin bij de minimale mestopslagcapaciteit en 380 m<sup>3</sup> minder gier uitrijden. De kostenbesparing is ruim € 1.700 op jaarbasis (€ 1.000 voor minder mest uitrijden en € 700 voor een kleiner foliebassin). Het overkappen mag dus maximaal € 1.700 op jaarbasis kosten wil het niet duurder zijn dan de uitgangssituatie van primaire mestscheiding.

### **Grotere massareductie door mengen vaste mest**

Door het stro regelmatig te mengen en te beluchten (bijvoorbeeld door het omkeren met een shovelbak) is het mogelijk de compostering te bevorderen. In een verkennende berekening is gekeken wat de extra loonwerkkosten voor mengen mogen zijn ten opzichte van de uitgangssituatie van primaire mestscheiding. Uitgangspunt hierbij is een massareductie van 40 % ten opzichte van de massareductie van 8 % waarmee in de uitgangssituatie is gerekend. Het resultaat van een groter massareductiepercentage van 40 % is dat de minimale opslagcapaciteit van de mestplaat met 63 m<sup>2</sup> afneemt en dat er 179 m<sup>3</sup> mest minder hoeft worden uitgereden. De kostenbesparing door mengen is € 600 (€ 400 voor opslag en € 200 voor uitrijden). Deze kosten mogen dus maximaal worden gemaakt wil primaire mestscheiding met mest mengen niet duurder zijn dan de uitgangssituatie zonder mest mengen. De kostenbesparing is niet groot omdat voor € 600 de loonwerker slechts 13 uur de mest kan mengen met de shovel tegen een tarief van ongeveer € 45/uur.

### **Lagere stroprijs**

Naast regenwater en volumereductie speelt ook de aanvoer van stro een belangrijke rol bij de hogere kosten van primaire mestscheiding ten opzichte van drijfmest opslaan. Als de prijs van € 60/ton stro met een kwart daalt naar € 45/ton stro daalt dit tot een besparing van bijna € 800 op de aankoopkosten van stro. Dit zou € 800 gunstiger uitpakken voor het systeem met primaire mestscheiding.

### **Kostenbesparing primaire mestscheiding door lagere loonwerkstarieven**

De kosten voor mest uitrijden zijn bij het systeem van primaire mestscheiding € 4945. Hiermee zijn deze kosten ruim € 1800 hoger dan bij het toepassen van een systeem met drijfmest. Dit laat Tabel 37 zien. Uitgangspunt bij deze berekeningen is dat de gier wordt uitgereden met een zodenbemester, evenals de drijfmest. In het rapport "Het lagekostenbedrijf in 1999 (de Haan et al, 2000)" is aangegeven dat er besparing van de loonwerkkosten mogelijk is bij het toepassen van primaire mestscheiding. Dit is eventueel mogelijk door de gier met een sleufkouter of sleepvoet toe te dienen. Ook is het mogelijk om op kosten voor vaste mest uitrijden te besparen door de loonwerker met meerdere mestverspreiders te laten werken. Het tarief voor gier uitrijden kan door toepassing van een sleepvoet dalen naar ongeveer € 1,80/m<sup>3</sup> (is in de berekening € 2,70/m<sup>3</sup>) en het tarief voor vaste mest uitrijden kan dalen van € 4,10/ton naar € 3,60/ton (De Haan et al, 2000).

Wanneer we de lage tarieven voor mesttoedienen toepassen op het systeem van primaire mestscheiding uit Tabel 37, dalen deze ten opzichte van de oorspronkelijke berekening met € 1200 naar ruim € 3700. Dit is overigens nog steeds ruim € 600 duurder dan het toepassen van een systeem met drijfmest waarbij dit wordt uitgereden met de zodenbemester.

De gevoeligheidsanalyses laten zien dat zelfs bij gunstige omstandigheden primaire mestscheiding toch economisch minder aantrekkelijk is dan het gangbare systeem van drijfmest in een mestkelder of foliebassin opslaan.

## 6 Conclusies

- Met primaire mestscheiding is fosfaat en snel werkzame stikstof goed te scheiden. Met een rendement van 77 % is dit zelfs beter dan van mechanische scheiders die op de markt zijn.
- Compostering en massareductie van de vaste mest is nauwelijks bereikt bij primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf. Dit in tegenstelling tot de verwachting aan het begin van het project. Gemiddeld is ongeveer 8 % massareductie gerealiseerd, terwijl ruim 50 % werd verwacht.
- De kosten van het systeem van primaire mestscheiding op het lagekostenbedrijf zijn fors hoger dan een systeem met drijfmest. Onderkelderen van de stal is bij de omvang van het lagekostenbedrijf het goedkoopst. Dit betekent echter niet dat mestscheiding nooit interessant is. Want als mestafvoer nodig is om MINAS-heffing te voorkomen kan mestscheiding economisch eerder interessant zijn. Verder bieden andere technieken, bijvoorbeeld buiten de stal mechanisch scheiden, mogelijk meer perspectief.
- De hellende vloer die nodig is voor mestscheiding, kan leiden tot een slechte beloopbaarheid van de vloer. Dit heeft in de afgelopen jaren met name in de weideperiode tot problemen geleid op het lagekostenbedrijf. Veel aandacht is nodig om de beloopbaarheid van de vloer te verbeteren.
- Bij het uitgevoerde systeem van primaire mestscheiding is het ligcomfort van de koe met veel stro in de boxen gewaarborgd, maar leidt een grote hoeveelheid stro in de boxen wel tot een verhoogd risico op problemen met uiergezondheid.
- De stikstofemissie in de stal is lager dan bij een drijfmestsysteem zonder een hellende vloer. Maar de verliezen bij de opslag van vaste mest en gier zijn samen zo hoog, dat de stikstofemissie tot het moment van uitrijden bij het uitgevoerde systeem van primaire mestscheiding per saldo 2,6 % hoger is dan bij een drijfmestsysteem.
- De hoeveelheid benutbare stikstof in een systeem met gescheiden mestsoorten is zeker niet hoger dan in een systeem met drijfmest. Voor het systeem op het lagekostenbedrijf is circa 12 kg zuivere kunstmeststikstof meer nodig voor een zelfde stikstofwerking als bij een drijfmestsysteem. Wel is het mogelijk om bij primaire mestscheiding gerichter te bemesten.
- Door toediening van fosfaatrijke vaste mest in plaats van drijfmest is fosfaatkunstmest te besparen. De besparing is vrij beperkt. Per saldo is maximaal 2 kg zuivere fosfaatkunstmest per ha te besparen met primaire mestscheiding in vergelijking met een systeem met drijfmest.

## Literatuur

Alem, van G.A.A. en A.T.J. van Scheppingen, 1993. The development of a farm budgeting program for dairy farm. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR v congress, pag. 326-331. PR Lelystad.

Blanken en van Dooren, 2001. Nauwelijks compostering vaste mest op het lagekostenbedrijf. Praktijkonderzoek Veehouderij - RSPG, Juni 2001, P. 5 – 7.

Bode, M.J.C. De, 1990a. Vermindering van ammoniakemissie door korstvorming op rundveemengmest. IMAG-DLO, Wageningen, rapport nr. 226

Bode, M.J.C. De, 1990b. Emissie van ammoniak en geur uit mestilo's en de vermindering van emissie door afdekking; deel 2 – rundermengmest. IMAG-DLO, Wageningen, nota nr. 465.

Boxberger, J en L. Popp, 1991. Intensievkompstieranlage für festmist. Landtechnik 6-91.

Buitink W.J. en H.R. Poelma, Waiboerhoeve 1974/1975, Verslag van de werkgroep "onderzoek in bedrijfsverband", Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, Publicatie nr. 4, December 1975

Centraal veevoederbureau, 2001. Tabellen veevoeding 2001.

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. PR Lelystad, Themaboek november 1998.

Doornbos, J.G. en M.H.A. de Haan, 1999. Analyse waterverbruik op het lagekostenbedrijf. PR, Lelystad, PR-rapport nr 180, pag. 36.

Geneijgen, J. van en H.R. Poelma, 25 jaar Waiboerhoeve 1960 – 1985, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) Lelystad, zomer 1985, pag. 118 – 119

Gottschall, R, 1991. Kompostieren-die technischen Aspekte der Kompostierung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr. 53, Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim

Haan, M.H.A. de, C.J. Jagtenberg, H.J.C. van Dooren, G.J. Rimmelink, W.Ouweltjes, A.P. Wouters, J.G.A. Hemmer en C.J. Hollander, 2000. Het lagekostenbedrijf in 1999. PR, Lelystad, Rapport nr. 192.

Haug, R.T., 1993, The practical handbook of compost engineering, Lewis Publishers, Boca Raton, USA.

Hol, J.M.G., 1992. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening. Vaste rundermest en gier. Meetploeg verslag 34506-4200. IMAG-DLO, Wageningen

IKC, 1993. Handboek voor de rundveehouderij. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij. Publicatie nr. 35.

Kamp, A. van der (ed.) (2002). Verkenning gevolgen van verliesnormen: Technisch, economisch en maatschappelijk. PV, PPO, LEI, Wageningen UR en CPB.

Kamp, van der A., P.P.H. Kant en A.J.H. van Lent, 1993. Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen emissie-arme bedrijfssystemen op melkveebedrijven. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Lelystad, Rapport nr. 149.

Kant, P.P.H., 1992. Mogelijkheden van emissie-arme stalsystemen voor de melkveehouderij, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Lelystad, Praktijkonderzoek, 5e jaargang nr.5 (oktober 1992), pag. 13-17.

Kant P.P.H. en K. Blanken, Mestscheiding met stro, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, 1998 blz. 20-22.

Kolenbrander, G.J. en L.C.N. de la Lande Cremer, 1967. Stalmest en gier. Waarde en mogelijkheden. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen.

- Kool, A., 1996. De modellering van mest- en urineproductie van melkvee. Verslag van een afstudeervak veevoeding grotendeels uitgevoerd bij IMAG-DLO. LUW, vakgroep Veevoeding
- Kroodsmas W. en H.R. Poelma, Waiboerhoeve 1976, Voor stapelbare mest veel stro nodig, Verslag van de werkgroep "Onderzoek in bedrijfsverband" Proefstation voor de rundveehouderij, Lelystad, Publicatie nr. 8 Mei 1977.
- Lent, A.J.H. van, en H.J.C. van Dooren, 2000. Oriënterend onderzoek naar de perspectieven van primaire mestscheiding. PR-Lelystad, Intern rapport nr. 403.
- Lent, J., 1990. Toepassen van dierstrooiselsystemen in de varkenshouderij. Vakgroep Agrotechniek en - fysica, LUW.
- Mandersloot, F., J.M.A. Nijssen en A.T.J. van Scheppingen, PR Lelystad 1991, Modellen Rundveehouderij: Overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven PR-publicatie nr. 72.
- Melse R.W., D.A.J. Starmans en N. Verdoes, 2002. Mestverwerking varkenshouderij; Strofilter in foliekas – De Swart te Alphen(NB), Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, praktijkboek nr 8, pag. 2 en 26.
- Ouweltjes et al., 2002. Huisvesting van melkvee, knelpunten uit oogpunt van welzijn, in prep.
- Pelser L., Handboek Rundveehouderij, Praktijkonderzoek Rundveehouderij Lelystad, juli 1988.
- Schreuder, R., J.C. van Middelkoop, J. Aalenhuis en F. Mandersloot, 1995. Mineralenstroom milieumodule in BBPR. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, PR-publicatie nr 99.
- Smolders, G. en G. Bruin, in voorbereiding. Conceptverslag monitoring van diergezondheid en dierwelzijn. PV-Lelystad, 2003.
- Snoek H., H. Hemmer, L. Kuunders, H. Ellen en I. Vermeij, Kwantitatieve informatie veehouderij 2000-2001, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, KWIN-V September 2000 p 49.
- Stevens R., Belgische varkensstal 2000: twee systemen onder één dak, Oogst landbouw, 9 januari 1998 pag. 36-37.
- Verdoes N. en D.A.J. Starmans, 2002. Mestverwerking varkenshouderij; Mobiele mestonwatering Mestec te Papendrecht, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, praktijkboek nr 11, pag 35.
- Verdoes N, G.M. den Brok en J.H.M. van Cuyck, 1992. Mechanische mestscheiders als een mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau, Proefstation voor de Varkenshouderij Varkensproefbedrijf" Zuid- en West-Nederland", Sterksel, Proefverslag nummer P 1.77, pag 4 en 5.
- Voermans J.A.M. en M.M.L. van Asseldonck, 1990. Mestscheiden onder de roosters, Proefstation voor de varkenshouderij, Proefverslag nummer P1.51.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Het uitrijden van vaste mest op het lagekostenbedrijf

#### Resultaten van proeven op het lagekostenbedrijf in de periode 1999-2001

##### Inleiding

Op het lagekostenbedrijf is vooral vanuit het oogpunt van onderzoek, gekozen voor primaire mest scheiding. Vanwege een mogelijk betere mineralen benutting bleek er ook in de praktijk belangstelling voor het gescheiden opvangen van vaste mest en gier op het bedrijf. De gier wordt via een giergoot afgevoerd naar een gesloten foliebassin. De vaste mest gemengd met stro afkomstig uit de ligboxen, komt met behulp van een mestschuif en uitmestinstallatie terecht op de mestplaat. De mestplaat is een betonnen plaat met wanden en is niet afgedekt. Mestwater dat uit de mestvaalt lekt, komt in het foliebassin met gier terecht. De mestopslag is beperkt van capaciteit. De tijdens het winterseizoen geproduceerde mest moet in het groeiseizoen dat daarop volgt, worden uitgereden. In de praktijk betekent dit dat er geen compostering van mest plaatsvindt.

Het scheiden van mest biedt de mogelijkheid om de mineralen in de mest gericht aan te wenden dan bij dunne mest. Eén van de eerste vragen die zich voordeed bij de start van het bedrijf is waar en wanneer moet de vaste mest worden uitgereden, gegeven de doelstellingen van het bedrijf. Het merendeel van de met mest geproduceerde fosfaat zit in de vaste mest fractie. Tevens is de concentratie veel hoger dan in de gierfractie. De fosfaatbehoefte stuurt het tijdstip van uitrijden en de hoeveelheid vaste mest die per perceel wordt gegeven. De verdeling van de vaste mest over het grasland en maïslaan is met name gericht op een zo goed mogelijke benutting van de fosfaat en daarnaast ook op een goede stikstofbenutting. Op het lagekostenbedrijf is de fosfaatbehoefte van het grasland en maïslaan (gebaseerd op grondonderzoek en het bemestingsadvies) groter dan de beschikbare hoeveelheid uit dierlijke mest. Uit het oogpunt van mineralenbenutting is het voordelig zo veel mogelijk de fosfaatbehoefte van de maïs te dekken met kunstmestfosfaat via rijenbemesting. De fosfaat gegeven in de rij werkt twee keer zo effectief als de breedwerpig verspreide fosfaat. Daarom is de verdeling van de vaste mest over het grasland en het maïslaan de laatste jaren eenvoudig en praktisch gehouden. In februari/maart wordt alle beschikbare vaste mest uitgereden op het grasland en de mest die daarna tot eind april wordt geproduceerd, komt op het maïslaan en wordt ingewerkt tijdens het maken van het zaaibed.

De bemestingsstrategie voor het grasland houdt in dat een groot deel van de vaste mest zo vroeg mogelijk aan het begin van het groeiseizoen wordt uitgereden. Dan is de fosfaatbehoefte van het grasland ook het grootst. Het uitrijden van de vaste mest op het grasland vindt plaats zo snel mogelijk na de wettelijk toegestane datum van 1 februari. Het vroeg uitrijden heeft als voordelen dat de mest bijdraagt aan de fosfaatvoorziening voor de eerste snede en dat de kans op eventuele nadelen van de bedekking van het gras met vaste mest geringer zijn dan later in het seizoen.

De vaste mest wordt uitgereden met moderne mestverspreiders met strooiwalsen die de mest en het stro verkleinen en met een draaischijf verdeelt. Om een indruk te krijgen van de stikstofwerking en eventuele nadelen van het uitrijden van vaste mest op grasland zijn in 1999 en 2000 oriënterende proeven met wel en niet bemeste stroken aangelegd om de effecten van de vaste mest op grasgroei en graskwaliteit van de eerste snede vast te stellen. In 2001 zijn uitgebreidere proeven met wel en niet bemeste stroken aangelegd. In de periode 1999-2000 is ook op een aantal percelen nagegaan in hoeverre het verder verkleinen van de mest na het uitrijden met behulp van een weidesleep van invloed is op de grasgroei en graskwaliteit.

Samengevat is het volgende onderzoek uitgevoerd in de periode 1999-2001:

1. Oriënterende proeven naar stikstofwerking vaste mest 1999-2000
2. Proef stikstofwerking vaste mest 2001
3. Effect van weidesleep van uitrijden van vaste mest op grasgroei en graskwaliteit

## Oriënterend onderzoek naar stikstofwerking van vaste mest 1999-2000

### Doel

Het doel van het onderzoek was: het vaststellen van de stikstofwerking van bovengronds uitgereden vaste mest en effect op de graskwaliteit.

### Opzet van het onderzoek

Op twee percelen van het lagekostenbedrijf (perceel 10 en perceel 19) zijn in 1999 en 2000 verspreid op elk perceel stroken aangelegd op 10 stroken aangelegd. Op 10 stroken is wel en op 10 stroken is geen vaste mest uitgereden. De stroken zijn paarsgewijs aangelegd. De stroken hadden een grootte van 10\*3 (bemeste strook) en 10\*4 (onbemeste strook). Tijdens het uitrijden van mest met de mestverspreider zijn de stroken waarop geen mest mocht komen, afgedekt met een stuk landbouw plastic dat na het uitrijden snel is weggehaald.

Op de twee percelen is een verschillende hoeveelheid mest uitgereden. Het plan was een gift van circa 10 ton vaste mest per ha op het ene perceel en ongeveer 20 ton vaste mest per ha op het andere perceel. De hoeveelheid mest die op dit perceel en de belendende percelen is uitgereden, is zo nauwkeurig mogelijk bepaald door het wegen van de vrachten mest op de weegbrug (vooraf/achteraf etc.). Van de totale hoeveelheid vaste mest die op de percelen wordt uitgereden, zijn na iedere vierde vracht mestmonsters genomen. Op de percelen is voor de eerste snede geen gier uitgereden.

De twee percelen inclusief alle stroken kregen een aanvullende stikstofbemesting met KAS-27 volgens het advies voor maaien. De hoeveelheid kunstmest stikstof is afgestemd op de hoeveelheid geschatte werkzame N uit de vaste mest op perceelsniveau. De aanvulling met kunstmest stikstof is gestrooid met de kunstmeststrooier en de stroken zijn mee bemest met de rest van het perceel. Alle stroken kregen daarnaast een overmaat fosfaat (70 kg fosfaat/ha) en kali (70 kg kali/ha) toegediend om mogelijke effecten van stikstof fosfaatkali interacties uit te sluiten. De aanvullende hoeveelheden fosfaat en kali zijn met de hand gestrooid.

De eerste snede van de percelen was bestemd voor voederwinning. Net voor het maaien voor voederwinning, is de opbrengst van iedere strook bepaald door het uitmaaien van een veldje van circa 7,5 \* 1,5 m met behulp van de Haldrup. Van iedere strook is een monster genomen voor droge-stofbepaling. Per behandeling is een verzamelmonster gemaakt van de gedroogde monsters van 5 stroken dat onderzocht is op: ds, zand, re, rc, ras en waarbij de VEM en DVE is berekend.

### Resultaten

#### Mestsamenstelling

In Tabel 38 is een overzicht gegeven van de gemiddelde samenstelling van de mest die is uitgereden op de verschillende percelen in 1999 en 2000. In beide proefjaren bleek het niet mogelijk om de mest al in februari op het grasland uit te rijden omdat de draagkracht onvoldoende was.

**Tabel 38** Gemiddelde samenstelling mest op de proef voor het bepalen van de N-werking en de proef voor het bepalen van het effect van weideslepen in 1999 en 2000

Jaar	Ds	RAS	Org. Stof	N-amm.	N-org.	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1999- 8/3	170	50	121	1,0	4,2	5,2	3,5	3,3
1999- 9/3	180	61	119	1,3	4,3	5,6	3,5	5,4
2000-17/3	193	38	155	0,9	4,4	5,3	3,1	4,6

De mest die in 1999 op de tweede dag is uitgereden was rijker aan stikstof en kali dan de mest van de eerste dag. Dit duidt op meer gier in de vaste mest, hoewel dat niet blijkt uit het droge-stofgehalte.



### Mest verdeling

Het verspreiden van mest gebeurt met een moderne mestverspreider voorzien van twee horizontaal geplaatste walsen en een draaischijf waardoor de mest sterk wordt verkleind. De verdeling is relatief goed. Een zo fijn mogelijke verdeling is noodzakelijk uit het oogpunt van bemesting maar ook om schadelijke effecten op de zode (open plekken door mesthopen) te voorkomen. In het algemeen was de verdeling van de mest goed. Na het uitrijden oogde het gras op de zwaarst bemest percelen "zwart" van de mest maar na een paar weken was er door afspoeling met de regen weinig meer van te zien. Op sommige percelen moest nog een aanvullende bemesting met kunstmestfosfaat worden gegeven. De mogelijke dekking van de fosfaatbehoefte door dierlijke mest is vooral afhankelijk van de fosfaattoestand van het grasland en de intensiteit (veebezetting) van het bedrijf en zal in de praktijk dus variëren.

### Mestgiften

In Tabel 39 is een overzicht gegeven van de hoeveelheden mest en nutriënten die per ha zijn uitgereden in 1999 en 2000.

**Tabel 39** Giften aan vaste mest en kunstmest stikstof per ha voor de 1<sup>e</sup> snede

Jaar	Perceel	Mestgift ton/ha	Totale hoeveelheid N uit vaste mest kg/ha	Geschatte werkzame N uit vaste mest kg/ha voor 1 <sup>e</sup> snede	N uit kunstmest 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	Totale werkzame N 1 <sup>e</sup> snede kg/ha
1999	10	0	0	0	104	104
	10	11,7	60,8	9	104	113
	19	0	0	0	111	111
	19	21,3	119,3	18	111	129
2000	10	0	0	0	99	99
	10	8,9	47	7	99	106
	19	0	0	0	104	104
	19	16,2	85,9	12	104	116

De hoeveelheid werkzame stikstof bleek erg weinig, zeker in vergelijking met de totale hoeveelheid stikstof die op het perceel is toegediend.

### Droge-stofopbrengsten en graskwaliteit

De eerste snede op de proefstroken is in 1999 gemaaid op 27 april en in 2000 op 2 mei.

In Tabel 40 is een overzicht gegeven van de gemiddelde droge-stofopbrengsten en de gemiddelde graskwaliteit van de eerste snede van de stroken die wel en niet zijn bemest met vaste mest.

**Tabel 40** Gemiddelde droge-stofopbrengsten en graskwaliteit

Jaar	Mestgift ton/ha	DS-Opbrengst 1 <sup>e</sup> snede kg ds/ha	N- Opbrengst 1 <sup>e</sup> snede kg N/ha	Graskwaliteit (gr/kg droge stof)					
				Ruw as	Zand	Ruw eiwit	Ruwe celstof	DVE	VEM
1999:									
	0	4050	132	120	13	204	235	96	946
	11,7	3899	132	129	12	211	245	94	924
P		P<0,055	-	-	-	-	-		
	0	3450	115	117	11	206	222	98	967
	21,3	3535	121	123	12	214	230	97	954
P		P>0,10	-	-	-	-	-		
2000:									
	0	4746	154	129	15	202	268	88	884
	8,9	4668	149	135	20	198	265	87	875
P		P>0,10	-	-	-	-	-		
	0	4685	146	121	15	194	261	90	896
	16,2	4807	152	139	32	198	260	86	862
P		P>0,10	-	-	-	-	-		

Er bleken geen betrouwbare verschillen te zijn wat betreft droge stofopbrengst tussen stroken met vaste mest en zonder vaste mest (Tabel 39). In 1999 was er zelfs een tendens tot een lagere opbrengst bij de stroken bemest met circa 12 ton mest per ha. Op de stroken die veel vaste mest kregen was er een tendens naar een iets hogere opbrengst aan droge stof en stikstof (de hoeveelheid stikstof die in het gemaaid gras aanwezig was). Ook in graskwaliteit konden geen betrouwbare verschillen worden vastgesteld. In 1999 was er een tendens naar een lager VEM gehalte van het gras bemest met vaste mest. In 2000 was er ook een tendens tot lagere VEM gehalten van het gras bemest met vaste mest.

### N-werking

De N-werking kan worden bepaald op droge-stofbasis en op basis van N-opname. De N-werking kan worden gedefinieerd als de mate waarin stikstof uit de mest hetzelfde effect geeft als stikstof uit kunstmest. De N-werking is een resultante van verschillende factoren, namelijk het directe effect van de stikstof uit de mest op de droge-stofopbrengst en de stikstofopname en de mogelijk negatieve effecten van bedekking en verbranding van gras door de mest en eventuele schade door het berijden. Alle stroken waren in gelijke mate bereiden waardoor schade door het berijden in dit geval geen invloed heeft gehad op de N-werking. Omdat er geen significante verschillen zijn in droge-stofopbrengst kan geen N-werking op basis van droge-stof worden vastgesteld. Zoals eerder vermeld was er een tendens naar een hogere N-opname met name bij de hoogste mestgiften. Dit wijst op mogelijke N-werking. De N-werking kan echter niet worden vastgesteld omdat bij deze proefopzet de effecten van alleen kunstmest stikstof niet goed konden worden vastgesteld.

### Discussie en conclusies

De vaste mest zoals die geproduceerd is op het lagekostenbedrijf en gebruikt wordt in de bemestingsproeven lijkt qua samenstelling redelijk overeen te komen met de samenstelling van vroegere grupstalmest zoals beschreven door Kolenbrander en De La Lande Cremer (1967). Het droge-stofgehalte is iets lager maar het grootste verschil zit in de ammoniak stikstoffractie.

Uit het onderzoek komt naar voren dat de droge-stofopbrengsten in de meeste gevallen niet significant verschillen. Bij grotere mestgiften was er een tendens naar een wat hogere droge-stofopbrengst en hogere N-opname. Dit zou er op wijzen dat de N-werking ook bij de late aanwending (begin tot half maart) positief is. Een schatting van de hoeveelheid werkzame N op basis van de werkingscoëfficiënten zoals weergegeven in de Adviesbasis (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998) geeft aan dat het om zeer kleine hoeveelheden werkzame N gaat (9-18 kg). De effecten van deze kleine hoeveelheden stikstof op de droge-stofopbrengst en stikstofopname door het gewas zijn dan ook moeilijk vast te stellen bij het hoge stikstofbemestingsniveau zoals dat in de proef is gehanteerd. In 2001 is de proefopzet aangepast om bij een laag N-bemestingsniveau de N-werking in de eerste snede nader te bepalen.

Uit de proeven kwam een tendens naar lagere VEM gehalten in het gras naar voren, zowel in 1999 als in 2000. In 1999 leek de oorzaak daarvan een hoger ruwe-celstofgehalte dat niet uit verschillen in groeistadium kon worden verklaard. In 2000 was de oorzaak een hoger zandgehalte resulterend in een hoger ruwasgehalte. Het is mogelijk dat in beide jaren, restanten van mestdeeltjes een hoger ruwe celstof gehalte en/of ruw-asgehalte hebben veroorzaakt met als resultaat een lager VEM gehalte.

## Onderzoek naar N-werking vaste mest in eerste snede in 2001

### Doel van het onderzoek

Het vaststellen van de N-werking van vaste mest uitgereden in maart op het lagekostenbedrijf en het bepalen van het effect op de graskwaliteit.

### Opzet van het onderzoek

Op 2 percelen (percelen 8 en 19) met geen tot zeer weinig klaver zijn 5 blokken met ieder 5 stroken aangelegd. De grootte per strook was 10\*3 m.

De behandelingen zijn binnen het blok over de 5 stroken geloot. De behandelingen per blok waren als volgt:

1. M1: Geen vaste mest- geen kunstmest
2. M2: Vaste mest (ca 15-20 ton/ha) – geen kunstmest
3. M3: Geen vaste mest- 20 kg N/ha uit kunstmest
4. M4: Geen vaste mest- kunstmest N volgens praktijkniveau (100 kg N/ha)
5. M5: Vaste mest (15-20 ton/ha)- kunstmest N volgens praktijkniveau (100 kg N/ha)

De vaste mest is op het perceel en de stroken uitgereden met de mestverspreider (gewoon praktijk). De hoeveelheid mest die op dit perceel en de belendende percelen is uitgereden, is nauwkeurig bepaald door de vrachten mest te wegen op de weegbrug (vooraf/achteraf etc.). Bij het uitrijden is 1 keer midden over de stroken gereden. Daarna is op een afstand van 10 m aan weerskanten van de stroken opnieuw mest uitgereden. De stroken waarop geen mest mocht komen, zijn kort voor het uitrijden afgedekt met landbouwplastic dat daarna snel is weggehaald. Op de proefpercelen is voor de eerste snede geen gier uitgereden.

Alle stroken kregen een overmaat fosfaat (70 kg fosfaat/ha) en kali (70 kg kali/ha) als mengmeststof toegediend om effecten van stikstof-fosfaat-kali interacties uit te sluiten. Alle kunstmest (N en PK) is toegediend met de proefveld kunstmeststrooier.

Van de totale hoeveelheid vaste mest die op de percelen is uitgereden, zijn mestmonsters genomen zoals dat standaard gebeurt (1 monster na iedere 4e vracht).

De eerste snede van de percelen was bestemd voor voederwinning. Alleen bij de eerste snede (gewenste opbrengst 3500 kg ds +) zijn opbrengstbepalingen uitgevoerd. Per strook vond een opbrengstbepaling plaats door het uitmaaien van een strook van circa 8 m \* 1,50 m met de Halldrup. Van iedere strook is 1 monster genomen voor droge-stofbepaling (drogen bij 70° C). De gedroogde monsters van alle stroken zijn onderzocht op: ds, zand, N-totaal, rc, ras en waarbij de VEM en DVE is berekend.

Van ieder perceel is per strook van de behandelingen M1, M2, M4, M5 afzonderlijk een monster genomen (met de grasboor) en onderzocht op mestresten. Dit gebeurde door het scheiden van de monsters in gras+kruiden en mestresten (stro etc).

## Resultaten

### Mestsamenstelling

In Tabel 41 is een overzicht gegeven van de gemiddelde samenstelling van de mest die is uitgereden op de stroken van de proefpercelen 8 en 19.

**Tabel 41** Gemiddelde samenstelling mest voor het bepalen van de N-werking

Jaar	Ds	RAS	Org. Stof	N-amm.	N-org.	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2001- 19/2	182	41	140	0,85	4,55	5,4	3,3	5,0

De samenstelling van de mest kwam goed overeen met die in 1999 en 2000.

**Hoeveelheden mest en kunstmest**

In Tabel 42 is een overzicht gegeven van de hoeveelheden mest en nutriënten die per ha zijn uitgereden op de proefpercelen.

**Tabel 42** Giften aan vaste mest en kunstmest stikstof per ha voor de 1<sup>e</sup> snede op de proefpercelen

Per- ceel	Behan- deling	Mest- Gift ton/ha	Totale hoeveel- heid N uit vaste mest kg/ha	Geschatte werkzame N uit vaste mest kg/ha voor 1 <sup>e</sup> snede	N uit kunst- mest 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	Totale werkzame N 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	Totale hoeveel- heid N uit vaste mest en kunstmest kg/ha
8	M1	0	0	0	0	0	0
	M2	16,0	86,5	13	0	13	86,5
	M3	0	0	0	21	21	21
	M4	0	0	0	99,6	99,6	99,6
	M5	16,0	86,5	13	99,6	112,6	186,1
19	M1	0	0	0	0	0	0
	M2	16,5	88,9	13,3	0	13,3	88,9
	M3	0	0	0	21	21	21
	M4	0	0	0	99,6	99,6	99,6
	M5	16,5	88,9	13,3	99,6	112,9	188,5

Op beide percelen is bijna dezelfde hoeveelheid vaste mest gegeven. De volgens het advies ingeschatte hoeveelheid werkzame N (15 % van N-totaal) is laag. Door de grote hoeveelheid organische N in de mest is de totale hoeveelheid N toch groot.

**Droge-stofopbrengsten en graskwaliteit**

De eerste snede van de proefstroken is gemaaid op 18 mei 2001. Tabel 43 geeft per perceel een overzicht van de droge-stofopbrengsten van de eerste snede van de verschillende behandelingen.

**Tabel 43** Droge stof en N-opbrengsten eerste snede van de verschillende behandelingen op de proefpercelen in 2001

Per- ceel	Behan- deling	N-gift uit Kunstmest + mest kg/ha	Totale geschatte werkzame N 1 <sup>e</sup> snede	Droge- stofopbrengst 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	N-effect kg ds/kg N	N-opbrengst 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	N-terug- winning (%)
8	M1	0	0	3293	-	166	-
	M2	86,5	13,0	3463	2,0	172	7
	M3	21	21	3737	21,1	176	48
	M4	99,6	99,6	5373	20,8	211	45,2
	M5	186,1	112,6	5776	-	226	-
19	M1	0	0	2734	-	144	-
	M2	88,9	13,3	3439	7,9	173	33
	M3	21	21	3480	35,5	171	129
	M4	99,6	99,6	5415	26,9	217	73
	M5	188,5	112,9	5203	-	208	-

De resultaten van de behandeling met alleen vaste mest en zonder kunstmest (M2) laten zien dat er een effect is van de mest toediening op de droge-stofopbrengst en de stikstofopbrengst op beide percelen.

Wat betreft de droge-stofopbrengst zijn die effecten het meest duidelijk op perceel 19 waarbij de opbrengsten vergelijkbaar zijn met de behandeling met alleen 21 kg N/ha.

De N-opbrengsten van de behandeling M2 zijn op beide percelen vergelijkbaar met die van behandeling M3 (21 kg kunstmest N/ha).

Bij een hoog stikstofbemestingsniveau en toediening van vaste mest zien we alleen bij perceel 8 een tendens naar een hogere droge-stofopbrengst en een hogere stikstofopbrengst in vergelijking met alleen kunstmest. Op perceel 19 is er zelfs een tendens naar een lagere opbrengst van de combinatie vaste mest met een grote kunstmest gift in vergelijking met alleen kunstmest.

De effecten van kunstmest stikstof op de opbrengst gemeten als N-effect in kg ds per kg N zijn relatief laag op perceel 8 en relatief hoog op perceel 19. Datzelfde geldt voor de terugwinning van stikstof (N-recovery) uitgedrukt in %. Op perceel 19 werd een N-terugwinning van 129 % gemeten.

Tabel 44 geeft een overzicht van de gemiddelde graskwaliteit van de verschillende behandelingen van de twee proefpercelen.

**Tabel 44** Gemiddelde graskwaliteit eerste snede van de verschillende behandelingen op de proefpercelen in 2001

Per- ceel	Behan- deling	N-totaal gr/kg ds	Ruwe celstof gr/kg ds	Ruw as gr/kg ds	Zand gr/kg ds	VEM	DVE gr/kg ds
8	M1	20	230	101	19	940	
	M2	20	239	102	20	927	
	M3	21	242	103	18	921	
	M4	26	264	116	20	884	
	M5	26	273	117	19	871	
19	M1	19	247	96	20	928	
	M2	20	264	99	22	900	
	M3	20	253	98	21	915	
	M4	25	272	105	17	888	
	M5	25	284	112	21	864	

Het N-totaal gehalte op de onbemeste objecten was relatief hoog en relatief laag op de zwaar bemeste objecten. Het ruwe-celstofgehalte was relatief hoog op met name de zwaar bemeste objecten. Gemiddeld was het VEM gehalte, met name op de zwaar bemeste objecten relatief laag.

### Verontreiniging met mestdeeltjes

Tijdens de oogst zijn grasmonsters gestoken en handmatig onderzocht op mestdeeltjes. Slechts in 3 van de 50 monsters zijn kluitjes afkomstig van mest gevonden (veldje 10,14,27). Dit betrof veldjes van perceel 8, behandeling M5 en van perceel 9, behandeling M2. De grasmonsters van de veldjes 10 en 14 hadden een lager VEM gehalte dan het gemiddelde van de behandeling (resp. 849 en 856 t.o.v. het gemiddelde van 871). Op beide veldjes was het ruwe-celstofgehalte in het gras ook hoger dan het gemiddelde. Het VEM gehalte van veldje 27 bleek niet af te wijken van het gemiddelde.

### N-werking

De N-werking voor de 1<sup>e</sup> snede kan worden afgeleid op basis van de droge-stofopbrengsten en op basis van de N-opbrengsten van de eerste snede. De N-werking is berekend op basis van de totale hoeveelheid N die in de vaste mest aanwezig was bij aparte aanwending van vaste mest en kunstmest.

De berekening is als volgt uitgevoerd. De N-werking uitgedrukt in % op basis van droge-stofopbrengsten bij een laag bemestingsniveau is als volgt berekend:

$$\text{N-werking DS} = \frac{\text{N-effect (vaste mest; behandeling M2)}}{\text{N-effect (kunstmest; behandeling M3)}}$$

De N-werking uitgedrukt in % op basis van de N-opbrengsten is als volgt berekend:

$$\text{N-werking N} = \frac{\text{N-recovery (vaste mest; behandeling M2)}}{\text{N-recovery (kunstmest; behandeling M3)}}$$

Tabel 45 geeft een overzicht van de berekende N-werking.

**Tabel 45** N-werking op basis van droge-stofopbrengst en N-werking op basis van N-opbrengsten

Perceel	Behandeling	N-effect kg ds/kg N	N-werking DS (%)	N-recovery (%)	N-werking Nopbr (%)
8	M2 (vaste mest)	2,0	10	7	15
	M3 (kunstmest)	21,1		48	
19	M2 (vaste mest)	7,9	22	33	25
	M3 (kunstmest)	35,5		129	

Uit Tabel 45 blijkt dat de N-werking sterk varieert en maximaal 25 % bedraagt. De N-werking op basis van droge stof blijkt in het algemeen lager te zijn dan op basis van de N-opbrengst.

### Discussie en conclusies

Uit de resultaten van de proef op beide percelen blijkt dat de vaste mest bij apart aanwenden een duidelijk effect heeft op de droge-stofopbrengst en de N-opbrengst. Dit wijst op werking van N uit de vaste mest.

De gegevens van perceel 19 lijken minder betrouwbaar omdat de N-recovery van kunstmest N uitkomt op 129 % hetgeen theoretisch niet mogelijk is. Gemiddeld bedraagt de N-recovery van kunstmest N in de eerste snede 50-60 % (...). De gegevens van perceel 8 zijn daarmee meer in overeenstemming.

Een ander opmerkelijk resultaat zijn de hoge N-opbrengsten op de onbemeste veldjes, respectievelijk 166 kg N/ha op perceel 8 en 144 kg N/ha op perceel 19. Deze N-opbrengsten zijn al meer dan men op jaarbasis van deze percelen zou verwachten: gemiddeld N-leverend vermogen circa 140 kg N/ha. De oorzaak van de hoge N-opbrengsten lijkt vooral een hoog N-gehalte (circa 1,9 % N in de ds). De oorzaak hiervan is onduidelijk. Het kan wijzen op nawerking van N uit bijvoorbeeld urine plekken van het vorige seizoen of sterke mineralisatie in de bodem vlak voor de oogst. De droge-stofopbrengsten lijken in overeenstemming met wat kan worden verwacht.

Aangezien de resultaten van perceel 19 twijfelachtig zijn gezien de te hoge N-recovery van de kunstmest N lijken de resultaten van perceel 8 het meest betrouwbaar. De N-werking die behaald is op perceel 8: 10 % op basis van droge-stofopbrengst en 15 % op basis van N-opbrengst is wat lager dan de werking zoals in de Adviesbasis wordt genoemd namelijk 15-20 % voor de eerste snede. Het verschil in N-werking bepaald op basis van droge-stofopbrengst en op basis van N-opbrengst wijst erop dat de groei geremd is. Waarschijnlijk heeft de bedekking van het gras met mest toch enigszins een negatief effect gehad op de groei.

Voor een nauwkeurige bepaling van de N-werking is een detail proef gewenst. De verdeling van de mest over het proefveld blijft dan wel een punt van aandacht.

Een deel van de kwaliteitsverschillen van het wel en niet bemeste gras kunnen worden verklaard door verschillen in groeistadium. Verschillen in ruwe-celstofgehalte kunnen in de meeste gevallen worden verklaard door verschil in snede zwaarte (fysiologisch verschillend groeistadium). Op perceel 19 was er een tendens naar een gemiddeld hoger ruwe-celstofgehalte op de met vaste mest bemeste objecten. Bij een gemiddeld gelijke droge-stofopbrengst was het gemiddeld ruwe-celstofgehalte van M2 1,1 % hoger dan M3 (alleen met kunstmest N bemest object). Bij een gemiddeld lagere droge-stofopbrengst was het ruwe-celstofgehalte van M5 (vaste mest + kunstmest) 1,2 % hoger dan van M4 (alleen kunstmest). Verschillen in ruw as en zand-gehalte waren verwaarloosbaar. De hogere ruwe-celstofgehalten vertaalden zich in lagere VEM waarden. Het onderzoek naar mestresten in het gemaaid gras liet weinig zichtbare verontreiniging zien van mestdeeltjes met uitzondering van een drietal veldjes. De effecten van vaste mest op de graskwaliteit zijn niet consistent. Soms lijkt het uitrijden van vaste mest een negatief effect te hebben op de VEM waarde als gevolg van een wat verhoogd ruwe-celstofgehalte dat niet door verschillen in groeistadium kan worden verklaard.

Hoewel deze proef meer inzicht heeft gegeven in de positieve effecten van vaste mest op de grasgroei is het gewenst dat meer gedetailleerd onderzoek wordt uitgevoerd om de N-werking nauwkeuriger te bepalen en niet alleen gebaseerd op de eerste snede maar op jaarbasis.



## Invloed van weideslepen op verdeling vaste mest

### Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek was het nagaan van de effecten van weideslepen na uitrijden van vaste mest op de grasgroei en graskwaliteit.

### Opzet van het onderzoek

In 1999 is de helft van de percelen 13, 14, 20 en 21 gesleept. Op de percelen 13 en 14 was gemiddeld circa 12 ton vaste mest verspreid en op de percelen 20 en 21 circa 20-26 ton per ha.

In 2000 is de helft van de percelen 9, 11, 18 en 20 gesleept. Op de percelen 9 en 11 was gemiddeld circa 10 ton vaste mest verspreid en op de percelen 18 en 20 circa 20 ton per ha. De exacte hoeveelheden staan vermeld in Tabel 46.

Een week na het uitrijden van mest en wanneer de mest voldoende was opgedroogd werd, de helft van de bovengenoemde vier percelen gesleept met een ketting weidesleep. Het weideslepen is zo snel mogelijk uitgevoerd na het uitrijden en nadat het een aantal dagen droog is geweest zodat er weinig versmering optreedt en de mestklompen gemakkelijk uit elkaar vallen. Beide perceelshelften zijn in gelijke mate met kunstmest N bemest (Tabel 46).

De percelen waren bestemd voor voederwinning. Per perceelshelft zijn 5 stroken (circa 7,5 m \* 1,50 m) uitgemaaid met de Haldrup en vond per strook een opbrengstbepaling plaats. Van iedere strook is 1 monster genomen voor droge-stofbepaling (drogen bij 70° C). Per perceelshelft is van de gedroogde monsters van 5 stroken een verzamelmonster gemaakt. Dit monster is onderzocht op: ds, zand, re, rc, ras en de VEM en DVE zijn berekend.

**Tabel 46** Hoeveelheden mest en kunstmest stikstof toegediend op de proefpercelen

Jaar	Percelen	Ton vaste mest/ha	Ton gier/ha	Kg N uit kunstmest
1999	13	12,1	16,9	98
	14	13,5	16,9	98
	20	26,5	16,5	61
	21	19,8	16,5	67
2000	9	9,8	21,5	68
	11	9,8	21,5	65
	18	20,2	21,5	54
	20	20,2	21,5	53

Op alle percelen is behalve vaste mest ook gier toegediend.

### Resultaten

In Tabel 47 is een overzicht gegeven van de gemiddelde droge-stofopbrengsten en de graskwaliteit van de stroken op de wel en niet gesleepte perceelshelften.

**Tabel 47** Gemiddelde droge-stofopbrengsten en graskwaliteit van stroken op wel en niet gesleepte percelen

Jaar/ perceel	Behandeling	Ds-opbr 1 <sup>e</sup> snede kg/ha	Graskwaliteit (gr/kg droge stof)					
			Ruw as	Zand	Ruw eiwit	Ruwe celstof	DVE	VEM
1999								
13	Niet slepen	3420	121	9	232	227	100	969
13	Slepen	3581	119	8	243	215	102	992
		P>0,20						
15	Niet slepen	3707	117	7	217	216	100	981
15	Slepen	3654	116	7	212	217	100	978
		P>0,13						
20	Niet slepen	4633	108	12	165	219	93	960
20	Slepen	4309	110	10	161	215	92	960
		P>0,42						
21	Niet slepen	5083	109	16	174	232	93	947
21	Slepen	5409	112	13	152	234	87	928
		P>0,17						
2000								
9	Niet slepen	4761	128	15	191	269	87	875
9	Slepen	4969	126	14	193	256	87	873
		P>0,14						
11	Niet slepen	4452	123	13	191	274	88	889
11	Slepen	4830	123	15	201	263	90	891
		P<0,02						
18	Niet slepen	4353	133	19	209	263	89	882
18	Slepen	3835	131	17	234	260	93	913
		P<0,02						
20	Niet slepen	5318	119	16	176	273	89	907
20	Slepen	5335	120	15	166	277	85	884
		P>0,47						

Alleen in 2000 bleken er significante verschillen in droge-stofopbrengst te bestaan tussen perceelshelften die wel en niet gesleept waren. In één geval was de opbrengst bij slepen significant hoger, op een ander perceel bleek de droge-stofopbrengst bij niet slepen significant hoger te zijn. Gemiddeld over alle percelen was de droge-stofopbrengst op de perceelshelften die gesleept waren gelijk aan de droge-stofopbrengsten van de perceelshelften die niet gesleept waren.

Ook in de graskwaliteit konden geen duidelijke verschillen worden aangetoond. In een aantal gevallen was de VEM wat lager, hetgeen in de meeste gevallen veroorzaakt werd door een hoger stikstofgehalte in het gras.

### Discussie en conclusies

De resultaten van de proeven waarbij de helft van de percelen gesleept zijn en de andere helft van de percelen niet gesleept, laten geen duidelijke verschillen zien in droge-stofopbrengst noch in graskwaliteit. De verwachting was dat met name het verkleinen van de vaste mest door middel van het slepen met een weidesleep zou leiden tot verkleining van de mestdeeltjes en tot minder verontreiniging van het gras met mest. Bij deze proef had het slepen geen duidelijk effect. De mest was in het algemeen al behoorlijk fijn verdeeld en goed verspreid over het grasland. Het is best mogelijk dat in situaties waarbij de mest slecht verdeeld wordt en waarbij hoopjes mest op het grasland liggen, het verder verspreiden van de mest met een weidesleep wel voordelen biedt en leidt tot minder verontreiniging van het gras bij maaien en mogelijk minder kale plekken in het grasland. De noodzaak tot het slepen na het uitrijden van vaste mest zal sterk afhankelijk zijn van de wijze van verspreiding van de vaste mest.

**Bijlage 2 Uitgangspunten kostenvergelijking mestopslagsystemen**

	<i>Investering (€)</i>	<i>Afschrijving (%)</i>	<i>Onderhoud en Verzekering (%)</i>
<b>Bouwwerken:</b>			
Mestkelder	66,90/m <sup>3</sup>	5	2
Overdekt foliebassin	26,30/m <sup>3</sup>	10	3,5
Mestplaat	65,80/m <sup>2</sup>	5	1,5
Roostervloer	4.607	5	2
Dichte hellende vloer	5.556	5	2
Dichte vlakke vloer	4.878	5	2
Stro opslag mestscheiding	4.553	10	1
Strooisel opslag drijfmest	1.518	10	1
<b>Installaties:</b>			
Uitmestinstallatie	16.200	9	10
Mestmixer	2.600	7,5	3
Mestpomp	7.000	7,5	3

*Kosten (€)***Grondstoffen:**

Stro	60/ton
Zaagsel	136/ton
Stikstofkunstmest	0,68/kg N
Fosfaatkunstmest	0,54/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

**Loonwerk:**

Vaste mest uitrijden	4,10/ton
Zodenbemester	2,70/m <sup>3</sup>

Rentepercentage: 6,3 %

### Bijlage 3 Composteringsproces op de mestplaat in schaalmodel

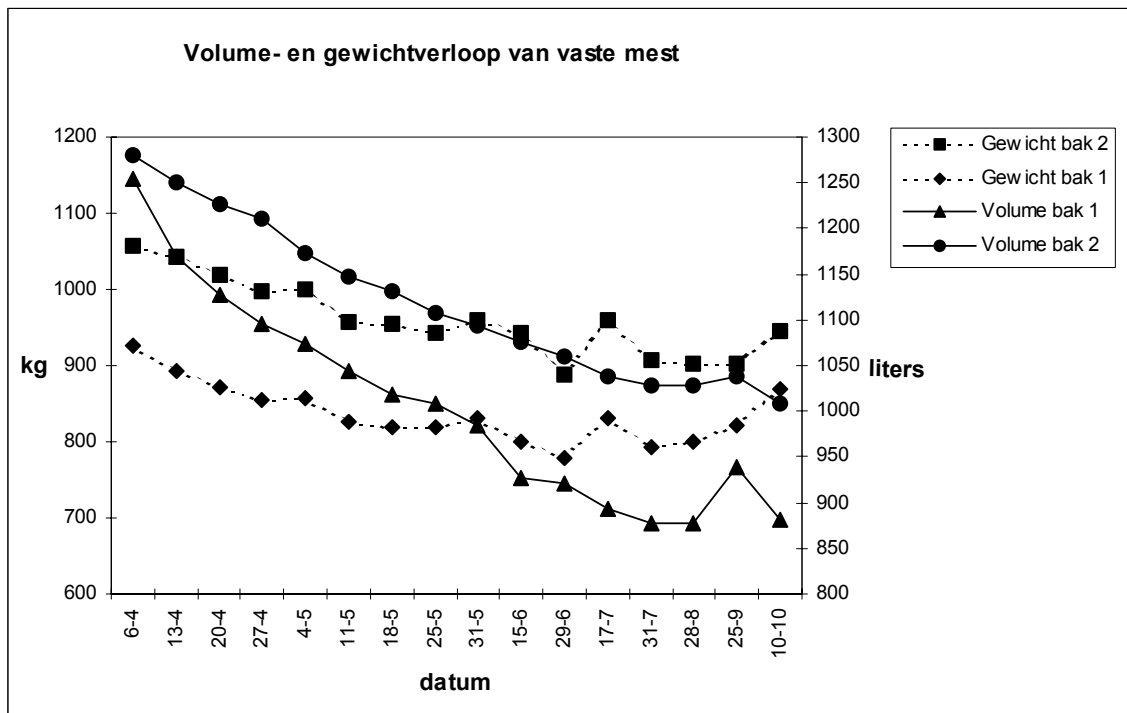
De volume- en mineralenstroom van het hele systeem is redelijk bepaald maar op onderdelen ontbraken nog gegevens. Eén van die onderdelen was de mestplaat waar de vaste mest wordt opgeslagen. Over de volumereductie van de vaste mest, het verlies van vocht in de vorm van damp en lekvocht en eventueel verlies van mineralen met het lekvocht en in de vorm van gassen is weinig bekend. Tot nu toe wordt de verdamping berekend als sluitpost van de massabalans. Vervuiling van de gier met mestvocht kan het rendement van de scheiding nadelig beïnvloeden.

Omdat het lastig is volumereductie en mineralenverlies over de hele mestplaat te bepalen wordt gebruik gemaakt van een tweetal bakken en zakken in een kleine mestvaalt waarmee de opslag wordt nagebootst.

#### Volume en gewicht

In het begin van de proef werden het gewicht en volume van de mest in de bakken wekelijks bepaald, na 8 weken om de twee weken en na 16 weken om de 4 weken. In figuur 2 wordt het volume en gewichtsverloop weergegeven.

**Figuur 1** Volume en gewichtsverloop vaste mest in de tijd van 6-4-2000 tot 10-10-2000



Het gewicht is inclusief lekvocht. Het volume van bak 1 en 2 daalde van 1255 en 1280 liter naar 882 en 1008 liter. Het gewicht van bak 1 en 2 daalde van 926 en 1058 kg naar 870 en 946 kg. De volumereductie is het hoogste bij bak 1. Het gewicht van bak 1 en 2 daalde van 926 en 1058 kg naar 870 en 946 kg. Het gewicht van bak 2 nam het meest af.

Naast de bakkenproef werden een tweetal uienetten gevuld met vaste mest en bewaard in een mestvaalt op de mestplaat. Het volume en gewicht van de gevulde uienetten werden aan het begin en aan het eind van de proef bepaald. Het volume van de beide zakken in dezelfde periode van 6 maanden daalde van 44 liter naar 16,5 liter en 21 liter en het gewicht daalde van 24 kg naar 14,5 kg en 16,5 kg. De bakken gaven een volumereductie van 30 % en 21 % en de zakken gaven in dezelfde periode een hogere volumereductie van 63 % en 52 %.

Over het soortelijk gewicht van vaste mest is weinig bekend, maar is uit de voorgaande gegevens te berekenen. Het soortelijk gewicht van de vaste mest in de zakken loopt van 500 kg/m<sup>3</sup> tot 800 kg/m<sup>3</sup> à 900 kg/m<sup>3</sup>. Het soortelijk gewicht van de vaste mest in de bakken loopt van 700 kg/m<sup>3</sup> à 800 kg/m<sup>3</sup> naar 900 kg/m<sup>3</sup>.

De volumereductie van de bakken blijft achter volgens de vergelijkbare punten op de aërobe lijn in figuur 1. Het resultaat van de zakken na 6 maanden komt wel overeen met het punt op deze lijn.

### Temperatuur, neerslag en lekvocht

De temperatuur in de bakken was gedurende de proefperiode 14,8 °C in bak 1 en 12,8 °C in bak 2. De maximum temperatuur was in bak 1 28,5 °C en in bak 2 19 °C. Bij de zakken in de mestvaalt was de gemiddeld gemeten temperatuur 16,6 °C en de maximum temperatuur 25 °C.

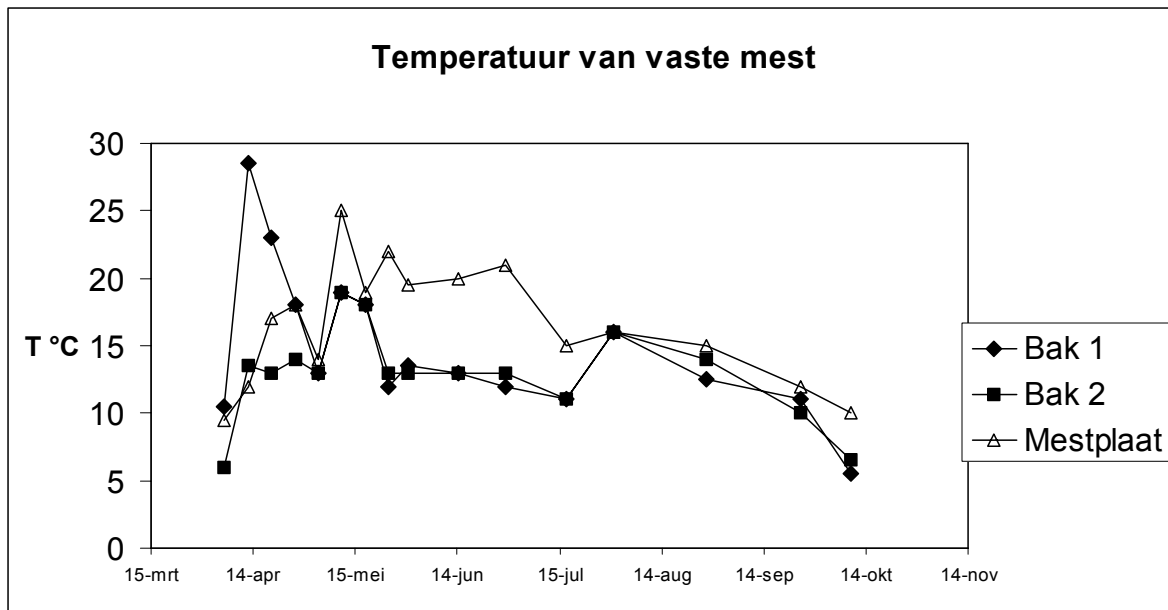
In de periode van 6 april 2000 tot 10 okt 2000 viel 178,8 mm regen. Dit komt overeen met 216 liter water in de mestbakken. Van bak 1 werd 230 liter mestvocht afgetapt en uit bak 2 werd 335 liter mestvocht afgetapt. Het uitgangsmateriaal in bak 2 was iets vochtiger, waardoor er meer lekvocht uit komt. Hierdoor is het verlies van vaste mest hoger in bak 2. Uit het voorgaande is de hogere temperatuur in bak 1 te verklaren. Uit deze bak is dan ook meer water verdampt zijn. Zie ook Tabel 48.

**Tabel 48** Waterbalans

	Bak 1	Bak 2
Verlies vaste mest	127.3	188.4
Verlies drogestof	74.9	61.1
Verlies mestwater	52.4	127.3
Afgetapt lekvocht	230.4	335.0
Neerslag	216.0	216.0
Verlies mestwater	14.4	119.0
Verdamping	38.0	8.3

In Figuur 2 wordt het verloop van de temperatuur weergegeven. De temperatuur van bak 1 stijgt na 2 weken tot het maximum daalt daarna ook weer vlot naar het niveau van bak 2.

**Figuur 2** Temperatuur mest in de bakken en op de mestplaat



De temperatuur van de mest op de mestplaat stijgt minder snel, maar blijft langer boven de temperatuur van de bakken.

De temperaturen van de vaste mest liggen erg laag. In de literatuur worden optimale waarden tussen de 50 en de 65°C aangegeven. De temperatuur wordt indirect gestuurd door de hoeveelheid zuurstof die beschikbaar is; door de structuur en het watergehalte te variëren kunnen we dat veranderen (Bokhorst en Steinbuch, 2001). Voor de toevoer van zuurstof is ook het omzetten van de mest van belang, hierbij wordt de mesthoop luchtiger opgebouwd.

### Droge stof en organische stof

De samenstelling van de vaste mest en het lekvocht zal onder invloed van het composteringsproces veranderen. De samenstelling van de mest in de zakken (droge stof) in de mestvaalt, bakken(mineralen) en het lekvocht(mineralen) zijn daarvoor bepaald aan het begin van de proef, na een maand en aan het eind van de proef.

De totale hoeveelheid droge stof in de bakken daalde van 171,5 kg en 159,1 kg naar 96,6 kg en 98 kg. In de zakken daalde de totale hoeveelheid droge stof van 4,0 kg en 4,1 kg naar 2,7 kg en 2,6 kg.

De compostering van de vaste mest in de zakken geeft een droge-stofreductie van 31 % tot 36 %. In de bakken geeft dit een droge-stofreductie van 38 % en 40 %. Uit Tabel 48 blijkt dat het verlies van de droge stof vrijwel volledig gedekt wordt door het verlies aan organische stof. Van de verloren hoeveelheid organische stof is 4,9 kg uitgespoeld en de rest is omgezet.

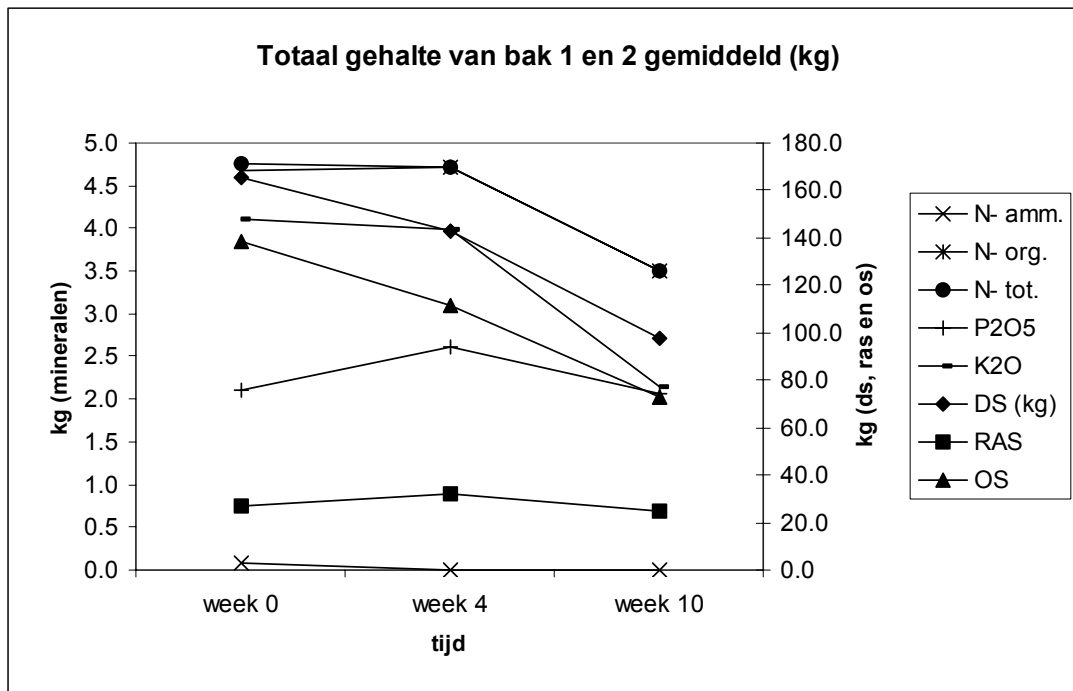
In Figuur 3 wordt het gemiddeld verloop van de gehalten totaal in de bak weergegeven. De vaste mest is op 3 data bemonsterd en geanalyseerd.

In de bakken daalt de totale hoeveelheid ds en os als gevolg van de compostering. Als gevolg hiervan daalt ook de hoeveelheid N-org. en N-tot. Ook het kaligehalte daalt, maar dan als gevolg van uitspoeling. De totale hoeveelheid fosfaat in de bakken blijft gelijk.

Tussen de bakken is er ook een verschil waar te nemen dat is toe te schrijven aan de betere compostering van bak 1. Bij bak 2 blijft het droge-stofgehalte, het organische-stofgehalte, stikstof en kali de eerste vier weken gelijk. Terwijl in bak 1 de gehalten geleidelijk afnemen.

In Figuur 4 wordt het gemiddeld verloop van de gehalten in de droge stof weergegeven.

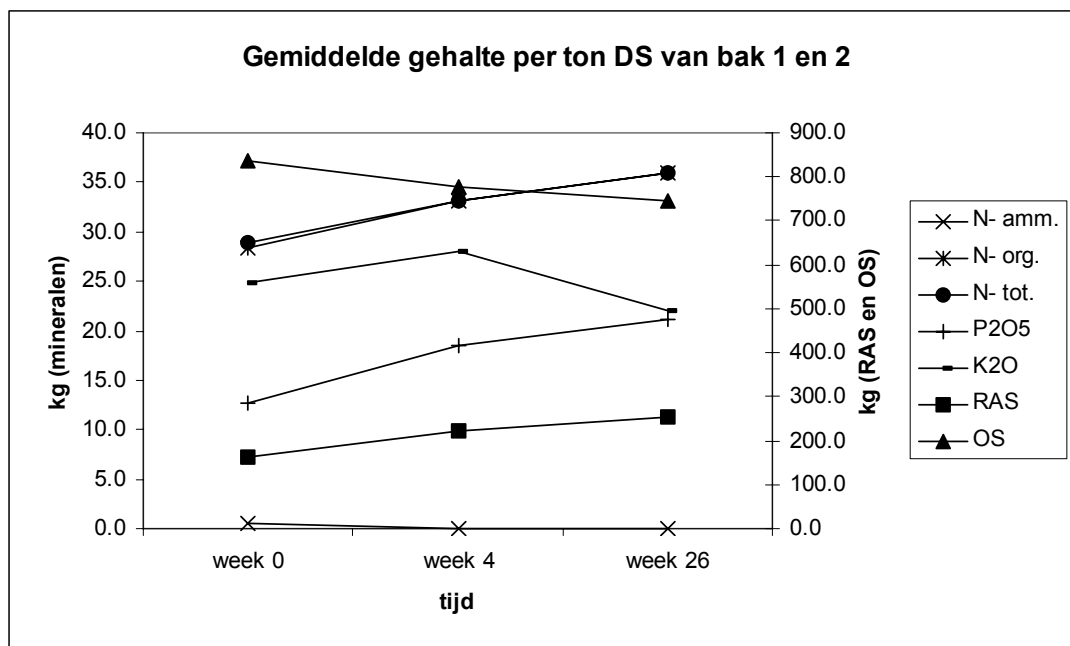
**Figuur 3** Samenstelling totale inhoud droge stof in kg



Per ton droge stof daalt het organische-stofgehalte en stijgt het ruw-asgehalte omgekeerd evenredig. Het gehalte N-amm. blijft erg laag. De gehalten N-org. en N-tot. stijgen evenredig. Het fosfaatgehalte stijgt ook.

Eerst stijgt het gehalte aan kali, maar daalt toch als gevolg van de uitspoeling. Fosfaat stijgt per ton droge-stof, omdat dit niet uitspoelt en omgezet wordt. Ook hier is tussen de bakken een verschil waar te nemen die toe te schrijven is aan de betere compostering van bak 1.

In bak 1 blijven de eerste vier weken het gehalte aan N-org. en N-tot. per ton droge-stof gelijk, terwijl dit bij bak 2 in deze periode voornamelijk een stijging van N-org. en daarmee N-tot. is waar te nemen.

**Figuur 4** Gemiddeld gehalte per ton ds**Mineralen**

De samenstelling van de vaste mest verandert in de tijd onder invloed van het composteringsproces. Van beide bakken wordt de samenstelling van de uitgangs- en eindsituatie, het verlies en het lekvocht weergegeven in Tabel 49.

**Tabel 49** Hoeveelheden verschillende stoffen gemiddeld over de twee mestbakken (kg)

	Produkt	DS	RAS	OS	N-amm.	N-org.	N-tot.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Begin (6 april)	992.0	165.3	26.7	138.6	0.1	4.7	4.8	2.1	4.1
Eind (10 oktober)	834.2	97.3	24.8	72.5	0.0	3.5	3.5	2.1	2.1
Verlies vaste mest	157.8	68.0	1.9	66.0	0.1	1.2	1.3	0.0	2.0
Lekvocht	282.7	7.0	2.9	4.1	0.1	0.4	0.5	0.1	1.1

De totale hoeveelheid mest in de bakken is afgenomen, hiervan kan een gedeelte in het lekvocht teruggevonden worden. In het lekvocht wordt iets meer ruw as teruggevonden. Van het verlies van de droge-stof en organische stof wordt maar een klein gedeelte teruggevonden in het lekvocht. De organische stof wordt namelijk onder invloed van de compostering omgezet in CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S ook NH<sub>3</sub> en andere N-verbindingen. Van het verlies aan N-organisch wordt bijna de helft teruggevonden in het lekvocht. De rest is waarschijnlijk vrijgekomen in de vorm van ammoniak. Bij fosfaat wordt geen verlies waargenomen. In het lekvocht wordt zeer weinig fosfaat teruggevonden. Kali is oplosbaar in water, hierdoor wordt wel een verlies waargenomen als gevolg van uitspoeling. Kali wordt echter niet volledig teruggevonden in het lekvocht. Dit kan liggen aan de onnauwkeurigheid van meetapparatuur, maar ook doordat de kali in de dieper gelegen vochtige mest vastgehouden wordt. Naast stikstofverlies door het afbreken van organische stof gaat ook stikstof verloren via in- en uitspoeling met regenwater. Tijdens de opslag kan de helft van de hoeveelheid neerslag als lekvocht uit een mesthoop treden, wanneer deze niet is afgedekt. Bij sterke plotselinge regenbuien neemt de hoeveelheid lekvocht toe. Uitlekvocht wordt normaliter bij de gier opgeslagen. Het verlies aan stikstof is via emissie vrijwel gelijk aan het verlies via afspoeling. Bij het afdekken van de mestplaat treedt er geen verlies via mestwater op. In mineralenbalans zit weinig verschil tussen de beide bakken.

## Gassen

Bij het afbreken van organische stof komen naast CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S ook NH<sub>3</sub> en andere N-verbindingen vrij. Deze kunnen emitteren. Afdekken met folie houdt de gasuitwisseling tegen en remt de compostering.

De mestbakken zijn zo gemaakt dat de aanwezige lindvalldoos hier precies op past. Op de lindvalldoos werd een gasanalyser van het type B&k aangesloten.

Nadat de vaste mest een week in de bakken zat werd de emissie van ammoniak, kooldioxide en methaan gemeten. De meting werd na 1 week herhaald. In Tabel 50 wordt de emissie van de gassen weergegeven. De gemiddelde buitentemperatuur was op 13 april 5,9 °C met een relatieve luchtvochtigheid van 84 % en op 20 april 13,4 °C met een luchtvochtigheid van 13,4 %. Boven bak 1 wordt na de eerste week een zeer lage concentratie van 0,4 ppm gemeten. Bij bak twee is de ammoniakemissie zo laag dat de concentratie onder de detectiegrens komt. Na 2 weken wordt ook in bak 1 geen emissie waargenomen. De ammoniak emissie van een mesthoop lijkt erg laag. Het lijkt erop dat de ammoniakemissie aan het begin van het vormen van de vaste mest plaats vindt. Om een indruk te krijgen van de emissie vanuit de stortkegel op de mestplaat werd op 15 mei verse mest uitgespreid en hierop de ammoniakemissie gemeten met de lindvalldoos. Gemeten werd een gemiddelde emissie van 55 ppm. De buitentemperatuur was op 15 mei gemiddeld 20,8 °C met een lage luchtvochtigheid van 61 %. Uit deze gegevens blijkt dat uit de verse vaste mest de meeste ammoniak vrijkomt.

**Tabel 50** Resultaten emissiemetingen

Datum	Bak	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
13-4-2000	Bak 1	0.4	437.3	14.6	6.8
13-4-2000	Bak 2	0.0	117.3	2.7	6.1
20-4-2000	Bak 1	0.0	170.0	6.0	0.0
20-4-2000	Bak 2	0.0	70.8	2.0	0.0

De emissie van CO<sub>2</sub> is bij bak 1 na 1 week erg hoog met 437 ppm ten opzicht van 117 ppm bij bak 2. Ook na 2 weken is de CO<sub>2</sub> emissie van bak 1 met 170 ppm hoger dan van bak 2 met 71 ppm.

Het vrijkomen van CO<sub>2</sub> wijst op een aërobe reactie.

Bij CH<sub>4</sub> zien we hetzelfde beeld. Na een week is de CH<sub>4</sub> emissie van bak 1 hoger dan bak 2. Het niveau van beide bakken daalt, maar de emissie van bak 1 blijft 2 weken hoger. Het vrijkomen van CH<sub>4</sub> wijst op een anaërobe reactie.

## Discussie proces op de mestplaat in schaalmodel

Uit de gegevens van volumereductie en de temperatuur is op te maken dat het composteringsproces in de mestvaalt volgens verwachting verlopen is. De resultaten van de bakken blijven hierbij achter. Tussen de bakken is ook verschil gemeten. Hier is in bak 1 de compostering het heftigst verlopen. De betere compostering blijkt niet alleen uit de volumereductie en temperatuur, maar ook uit de emissiegegevens. Het verschil tussen beide bakken is veroorzaakt door het hogere vochtgehalte van het uitgangsmateriaal in bak 2. Dat blijkt uit het droge-stofgehalte, maar ook uit de hoeveelheid lekvocht die afgetapt is.

Compostering in bakken geeft andere volume- en gewichtsreductie dan de mestvaalt. Waarschijnlijk is de mest in de bakken niet luchtig genoeg en de bak te dicht. Bij een volgende proef kan gebruik gemaakt worden van grote uienzakken of ook bigbags in een lekbak. Hierbij kan de lucht ook aan de zijkant intreden. Ook door omzetten wordt de mest luchtiger, waardoor de compostering beter zal verlopen.

Een grotere hoeveelheid stro in de mest en het omzetten van de mest kan het composteringsproces versnellen. De C/N-verhouding moet verhoogd worden voor een betere compostering.

Mestmonsters werden genomen op een diepte van minimaal 10 cm. Hierdoor wordt alleen de bovenlaag bemonsterd. Deeltjes mest kunnen uit de bovenlaag uitspoelen naar dieper gelegen mest. Dieper bemonsteren verstoort het composteringsproces en kan hierdoor versneld worden.

De mineralenbalans is niet in evenwicht. De mineralen die verloren zijn in de bakken worden niet volledig teruggevonden in de posten uitspoeling en vervluchtiging, dit heeft o.a. te maken met de onnauwkeurigheid en meetfouten van meetapparatuur.

Tijdens het composteren verliest de vaste mest stikstof en kali. Ongeveer de helft van de verloren stikstof wordt teruggevonden in het lekvocht. De kali wordt ook grotendeels teruggevonden in het lekvocht.



## Bijlage 4 Begaanbaarheid vloer

Voor een goede primaire mestscheiding is de vloer van het lagekostenbedrijf dicht en hellend uitgevoerd. De helling van de vloer bedraagt 3 %, zoals voor een emissie arme vloer nodig is. Algemeen bekend is dat dichte vloeren vaak slecht begaanbaar zijn. Het Praktijkonderzoek Veehouderij heeft daarom onderzoek gedaan naar mogelijkheden de begaanbaarheid te verbeteren. Eén daarvan is het profileren van vloeren. De resultaten geven aan dat door profilering het aantal slippartijen vermindert. Bij profileringen waarbij de urine minder snel afgevoerd wordt, stijgt de ammoniakemissie wel licht. In deze bijlage komen de ervaringen met de dichte hellende vloer aan de orde samen met de ervaringen van geprofileerde vloeren.

### Begaanbaar dichte vloer

De ervaringen met de dichte vloer op het lagekostenbedrijf waren tot nu toe redelijk. De vloer was onder de meeste omstandigheden redelijk goed begaanbaar. Maar in de zomerperiode was de vloer nogal eens glad waardoor de dieren uitgleden. De koeien kwamen in de zomerperiode alleen in de stal om gemolken te worden. Het kleine beetje mest dat de koeien dan produceerden was te weinig om de vloer vochtig te houden. Door de mestschuif werd de mest over een groot oppervlak uitgesmeerd en ontstond een filmlaag die opdroogde. Wanneer de dieren later op de dag voor het melken binnenkwamen en urineerden, werd de vloer glad. Dit is een probleem dat zich in meer of mindere mate in alle stallen voordoet, ook bij roosters. Op het lagekostenbedrijf is zaagsel op de vloer gestrooid. De situatie verbeterde hierdoor licht, maar niet afdoende. Gemiddeld zijn jaarlijks 2 koeien in de zomerperiode afgevoerd wegens uitglijden op de vloer.

Maar ook in het stalseizoen lijken de problemen met de begaanbaarheid aanwezig. Aan de ene kant komt dat wellicht door de toenemende aandacht voor dit onderwerp maar aan de andere kant zijn er twee ontwikkelingen aan te wijzen die positief zijn voor (klauw)gezondheid en hygiëne maar tegelijk de problemen met de begaanbaarheid nadelig beïnvloeden.

1. De ventilatieopeningen in stallen zijn de laatste jaren steeds groter geworden. Muren worden weggebroken en vervangen door windbreekgaas of klepopeningen worden vergroot. Hierdoor worden stallen veel frisser maar droogt de vloer ook veel sneller op. Dit is positief voor de (klauw)gezondheid maar levert dezelfde problemen op als op een zomerse dag: vloeren worden makkelijk glad.
2. Daarnaast worden ook op roostervloeren steeds vaker mestschuiven gebruikt. De mest wordt snel afgevoerd maar wordt tegelijk versmeerd over het oppervlak. Dit dunne laagje droogt snel op. Ook dat is positief voor de klauwgezondheid maar kan een negatieve invloed hebben op de begaanbaarheid van de vloer.

### Profileren

Omdat de problemen zich vooral voordoen op dichte vloeren en het gebruik van dichte vloeren door ammoniakregelgeving in de toekomst wellicht gaat toenemen heeft het Praktijkonderzoek Veehouderij onderzocht of er mogelijkheden zijn om de begaanbaarheid van dit soort vloeren te verbeteren. Eén van de opties is profilering van vloeren. Daarbij worden groeven in het beton gefreesd die de koe meer grip moeten geven.

### Meer grip, minder veekosten

Meer grip betekent minder glijpartijen. Bij elke glijpartij kunnen klauwbeschadigingen of verwondingen ontstaan. Daarnaast lopen koeien op een gladde vloer ook anders. Ze laten bijvoorbeeld minder tochtigheidsgedrag zien. Een minder gladde vloer heeft dus niet alleen een welzijnsaspect maar ook een economisch aspect: minder klauwproblemen en een betere waarneming van tochtigheid.

### Verskillend profiel in twee stallen

Bekeken zijn twee proefbedrijven van het Praktijkonderzoek Veehouderij: het lagekostenbedrijf en het voermelkbedrijf.

Het lagekostenbedrijf is voorzien van een dichte betonvloer. De vloer heeft een helling van 3 % naar de giergoot in het midden. De gier stroomt via de helling naar de giergoot en vervolgens naar de pompput. De mest wordt samen met het stro uit de boxen door een mestschuif naar de afstort geschoven.

Op het voermelkbedrijf ligt zowel een dichte vlakke vloer van beton als een dichte hellende vloer van gietasfalt. De dichte hellende vloer werkt net als de vloer op het lagekostenbedrijf, behalve dat de gier en feces niet gescheiden worden. Op de vlakke vloer worden feces en urine door de mestschuif gezamenlijk afgevoerd naar de mestsilo. In beide stallen zijn op elke vloer vier proefvakken aangelegd, elk over de volle breedte van de mestgang en met een lengte van 5 meter. Drie vakken werden voorzien van een profilering, het vierde vak was een controlevak. De profilering werd in verschillende patronen aangebracht.

1. Dwars op de mestgang met een onderlinge afstand van 40 mm;
  2. Variant 1 aangevuld met gleuven in de lengte richting (h.o.h. 60 mm) zodat een rechthoekig patroon ontstond;
  3. Diagonaal in twee richtingen (h.o.h. 60 mm) waardoor een ruitpatroon ontstond.
- De gleuven waren aan de bovenzijde 5 mm breed en hadden een diepte van 5-7 mm.

### Stroefheidmetingen

Voordat de verschillende profileringen getest werden is de gladheid van het niet geprofileerde controlevak gemeten met een stroefheidsmeter volgens Leroux. De stroefheid wordt daarbij uitgedrukt in een getal tussen 0 en 100. Bij betonvloeren voor melkvee worden de stroefheidswaarden in Tabel 51 aangehouden.

Bij aanleg behoren loopvlakken uit beton een stroefheidswaarde van 72 te hebben. In de loop van de tijd daalt deze waarde door het gebruik van de vloer. De betonvloer op het lagekostenbedrijf is in 1997 aangelegd, die op het voermelkbedrijf in 1989. Het leeftijdsverschil is in de stroefheidswaarden af te lezen (Tabel 52). De betonvloer op het voermelkbedrijf is te glad terwijl die op het lagekostenbedrijf voldoende is. Daarbij moet worden opgemerkt dat de metingen gedaan worden op een schone vloer. Het negatieve effect van een laagje mest op de begaanbaarheid is daarbij dus niet meegenomen.

De vloer van gietasfalt op het voermelkbedrijf is in 1994 aangebracht. Dit materiaal blijft veel stroeover dan beton, zo stroef zelfs dat de klauwen van de dieren die erop lopen erg snel slijten. Over het algemeen is de stroefheid in de lengterichting lager dan in de breedterichting, wat veroorzaakt wordt door de mestschuif.

**Tabel 51** Classificatie schoongemaakte stalvloeren aan de hand van stroefheidswaarden

Stroefheidswaarde	Beoordeling
<40	Te gladde vloer
40-50	Beloopbaarheid onvoldoende
50-60	Beloopbaarheid voldoende tot goed
60-70	Goede beloopbaarheid
>70	Zeer goede beloopbaarheid

**Tabel 52** Stroefheid controlevak voor aanvang proef

Bedrijf	Vloeroppervlak	Stroefheidswaarde	
		Lengterichting	Dwarsrichting
Lagekostenbedrijf	Beton	55	59
Voermelkbedrijf	Gietasfalt	64	73
Voermelkbedrijf	Beton	40	48

### Begaanbaarheid op twee manieren beoordeeld

Het effect van profileren is op twee manieren onderzocht. Ten eerste is de manier van lopen van de koeien beoordeeld. Daarvoor is een schaal tussen 1 en 5 gebruikt waarbij 1 een goede, ongestoorde gang betekent en 5 een sterk verstoorde manier van lopen. Op 7 dagen zijn per "meting" de gangen van 15 koeien beoordeeld terwijl ze in een rechte lijn over de verschillende proefvakken liepen (Tabel 53). Op basis van deze metingen was niet vast te stellen of de profilering een verbetering in begaanbaarheid betekent. Reden hiervoor kan zijn dat de vakken te kort waren: er was onvoldoende tijd voor de koe zich aan de veranderende ondergrond aan te passen.

**Tabel 53** Score loopgedrag melkvee op verschillende bedrijven

Bedrijf	Vloeroppervlak	Score
Lagekostenbedrijf	Beton	2,4
Voermelkbedrijf	Gietasfalt	2,7
Voermelkbedrijf	Beton	2,0

### Resultaten profileren

Ten tweede is het aantal slippartijen geteld. Bij de sliptest werden de 15 koeien één voor één gedwongen naar het eind van het proefvak te lopen, hier een rondje te draaien en vervolgens terug te lopen. Het aantal dieren dat met één of meer poten uitgleed is geteld. De test is op 3 verschillende dagen (met 15 koeien per dag) alleen op de betonvloer van het voermelkbedrijf uitgevoerd (Tabel 54). Uit de tabel blijkt dat het profileren van vloeren een positief effect heeft op de begaanbaarheid: het aantal slippartijen neemt af. Daarbij lijkt profilering in twee richtingen beter te zijn dan alleen dwarsprofilering waarbij het niet veel uitmaakt of de groeven de vorm van een ruit of van een vierkant hebben.

**Tabel 54** Percentage dieren dat met één of meerdere poten uitglijdt

Oppervlak	%
Beton onbehandeld	56
Beton met dwarsgroeven	29
Beton met dwars- en lengtegroeven	11
Beton met diagonale groeven	16

### Conclusie vloeren

Op het lagekostenbedrijf, maar ook in de praktijk ontstaan problemen met begaanbaarheid bij dichte betonvloeren. Met name hellende vloeren vormen een probleem. Vooral bij plotselinge bewegingen en verandering van richting glijden dieren uit. Het aantal slippartijen neemt af wanneer groeven in de vloer worden aangebracht. Daarbij heeft profilering in twee richtingen de voorkeur. De vloer wordt beter begaanbaar. Voordelen van een betere begaanbaarheid zijn verbeterd dierwelzijn, minder uitval door klauw- of beengebreeken en een betere tochtigheidsexpressie.

**De verwachting is wel dat de ammoniakemissie licht stijgt bij profilering van vloeren ten opzichte van vloeren zonder profilering.**