



Bemestingswaarde van mestscheidings- producten: theorie en praktijk

J.J. Schröder, D. Uenk & J.C. van Middelkoop





Bemestingswaarde van mestscheidings- producten: theorie en praktijk

J.J. Schröder¹, D. Uenk¹ & J.C. van Middelkoop²

¹ Plant Research International, Plant Sciences Group, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

² Animal Sciences Group, Divisie Veehouderij, Postbus 65, 8200 AB Lelystad

© 2007 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

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

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
Summary	5
1. Inleiding	7
2. Mestscheidingstechnieken in de praktijk	9
2.1 Methoden	9
2.2 Scheidingsrendementen	11
2.3 Kosten	12
2.4 Emissies	13
2.5 Lopend onderzoek Sterksel	13
2.6 Variatie van mestsamenstelling voor en na bewerking in de praktijk	13
3. N-werking	15
3.1 Theorie	15
3.2 Praktijk: Proefveld Wintelre 2006	17
3.2.1 Inleiding	17
3.2.2 Materiaal en methode	17
3.2.3 Resultaten	20
3.2.4 Discussie	22
3.2.5 Conclusie	23
4. Aanpassing van kunstmestgiften	25
4.1 Akkerbouw	25
4.2 Melkveehouderij	25
5. Conclusies	29
Literatuur	31
Bijlage I. Proeveldschema N-werking van dunne fractie, Wintelre 2006	1 p.
Bijlage II. Weersomstandigheden Wintelre 2006 (data Eindhoven).	1 p.
Bijlage III. Drogestofgehalte (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)	1 p.
Bijlage IV. N-gehalte in drogestof (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)	1 p.
Bijlage V. P-gehalte in drogestof (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)	1 p.

Voorwoord

Het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) voert onder meer beleid rond de milieukwaliteit in het landelijk gebied. Landbouwactiviteiten zijn in hoge mate bepalend voor die kwaliteit. Als zodanig stimuleert het Ministerie van VROM maatregelen gericht op het reduceren van nutriënten-emissies vanuit de landbouw. Alvorens die maatregelen gerechtvaardigd zijn, is onderzoek nodig. Vanuit dat perspectief heeft VROM in 2006 onderzoek naar mestscheiding gefinancierd. Bijgaand verslag rapporteert daarover. Wij zijn het Ministerie van VROM erkentelijk voor deze steun. In het bijzonder willen wij Douwe Jonkers (VROM) bedanken voor zijn initiatieven op dit gebied en het kritisch becommentariëren van een conceptversie van dit verslag.

De auteurs

Samenvatting

Scheiding van mest in een dunne ('natte') fractie met relatief veel minerale stikstof en weinig fosfaat en een dikke ('droge') fractie met relatief weinig minerale stikstof en veel fosfaat, kan bijdragen aan een betere benutting van nutriënten. Op die manier kan, onder voorwaarden, op kunstmestkosten bespaard worden. De aanbevolen en gebruikte scheidingstechnieken verschillen echter sterk in scheidingsrendement en, in verband daarmee, kosten.

Dunne fracties (en ook digestaten) worden door sommigen kunstmestvervanger genoemd. Dit is een dubbelzinnige karakterisering. Dunne fracties bevatten namelijk nog vaak te veel organische gebonden stikstof om ze zonder meer als kunstmest aan te merken. Dat neemt niet weg dat het gebruik van mestbewerkingsproducten tot een gewijzigd gebruik van kunstmest kan en moet leiden. In dit rapport worden daartoe ook berekeningen gemaakt voor zowel de melkveehouderij (gebruikers dunne fractie) als de akkerbouw (gebruikers dikke fractie).

De stikstofwerking van scheidingsproducten kan in beginsel worden voorspeld aan de hand van de gewijzigde samenstellingskenmerken. Een veldproef gaf echter aan dat de stikstofwerking van dunne fracties achter kan blijven bij zo'n voorspelling terwijl in diezelfde toets de werking van ongescheiden mest wel overeenkwam met de verwachting. De achtergrond hiervan bleef onopgehelderd. Daarom wordt aanbevolen om dit nader te onderzoeken en daarbij na te gaan of de stikstofwerking van dunne fracties kan worden verbeterd door scheiding en vergisting te combineren. Ook dient te worden onderzocht onder welke voorwaarden uitvlokmiddelen nodig zijn voor een succesvolle scheiding en welke invloed deze middelen hebben op de fosfaatwerking van de dikke fractie en een eventueel volgende vergistingsstap.

Summary

Separation of slurry into a liquid fraction relatively rich in mineral nitrogen and poor in phosphate and a solid fraction with the opposite composition, may contribute to a better utilization of nutrients. Separation can hence help to reduce the purchase of mineral fertilizers. Recommended and implemented techniques strongly differ in terms of separation efficiency and costs.

Liquid fractions (and also digestates, for that matter) are sometimes called mineral fertilizer substitutes. This is an ambiguous qualification, as liquid fractions often contain too large amounts of organically bound nitrogen to simply call them mineral fertilizer. Evidently, the use of liquid fractions could and should lead to an adjustment of mineral fertilizer applications. The present report includes calculations of these adjustments for the dairy sector (using the liquid fraction) and the arable sector (using the solid fraction).

The nitrogen fertilizer replacement value of the products derived from separation can be predicted on the basis of their changed constituents. However, a field trial indicated that the nitrogen fertilizer replacement value of the liquid fraction was less than expected, whereas the observed replacement value of untreated slurry was correctly predicted. The reason for this discrepancy could not be clarified and justifies additional research including a check to find out whether combinations of separation and anaerobic digestion can improve the nitrogen fertilizer replacement value. Additional research should also try to elucidate under which circumstances flocculants are needed for a successful separation and to find out which impact they have on the availability of phosphorus and the digestion process itself.

1. Inleiding

De Nederlandse landbouw moet zich de komende jaren verder aanpassen om aan diverse milieuriichtlijnen te voldoen. Veel van deze richtlijnen houden verband met het gebruik van stikstof (N): Nitraatrichtlijn (NO_3), Kader Richtlijn Water (N totaal), National Emission Ceilings (NH_3) en het Kyoto Protocol (N_2O). Al deze richtlijnen hebben tot gevolg dat het gebruik van N in de vorm van mest en kunstmest verder beperkt zal worden. Het is dus belangrijk dat de resterende gebruiksruimte zo efficiënt mogelijk kan worden ingezet voor voerproductie, waaronder die van gras.

De afvoer van N, fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O) in geogste gewassen komt niet overeen met de hoeveelheid N, P_2O_5 en K_2O die in de vorm van dierlijke mest mag worden gegeven. Als bemest wordt op basis van de fosfaatafvoer, bestaat, per definitie, een tekort aan N en dikwijls ook K_2O (Schröder, 2005; Schröder *et al.*, 2007c). Om dat tekort te compenseren wordt aanvullend kunstmest N (en K_2O) gegeven. Voor die aanvullingen bestaat dan ook gebruiksruimte omdat een beheerst gebruik niet strijdig is met N-emissie doelstellingen. Het is zelfs zo dat die aanvullingen nodig zijn om de beoogde opbrengst (lees: P_2O_5 -afvoer) daadwerkelijk te realiseren.

Melkveehouders die veel mest produceren vinden het moeilijk te accepteren dat zij verplicht worden om (extra) kunstmest te kopen en tegelijkertijd drijfmest moeten afzetten. De achtergrond van deze verplichting is gelegen in de met Brussel overeengekomen beperking van de mestgift tot 250 kg N per ha per jaar, en in de onevenwichtige elementverhouding van mest zoals hiervoor is beschreven. Die elementverhouding is echter gunstig te beïnvloeden door mestscheiding.

Bij mestscheiding komen de snelwerkende N en K_2O vooral in de dunne fractie terecht en de organische gebonden N en P_2O_5 vooral in de dikke fractie. Dat betekent dat in beginsel met eigen mest (t.w. de dunne fractie) in een deel van de genoemde kunstmestbehoefte kan worden voorzien. De dikke P_2O_5 -rijke fractie dient daarbij buiten het melkveebedrijf te worden afgezet. Voor de melkveehouderij is de centrale vraag daarom of met name de dunne fractie als kunstmestvervanger kan worden gebruikt. Dit zou voor hen kosten beperken en bovendien energiebronnen sparen omdat minder transport van drijfmest en kunstmest nodig is.

Een voor de hand liggende vraag is of de dikke fractie die bij scheiding ontstaat, vanuit plantenvoedingsoogpunt niet juist een nog ongeschikter verhouding van N en P_2O_5 zou krijgen. Het probleem van de grasteler (melkveehouder) zou dan worden verkleind ten laste van de afnemer van de dikke fractie (akkerbouwer): waar de melkveehouder met de dunne fractie op kunstmest-N zou kunnen besparen, zou de akkerbouwer immers méér kunstmest-N moeten aankopen. Dit hoeft echter niet per se het geval te zijn. Akkerbouwers op kleigrond dienen dierlijke mest bij voorkeur op stoppels toe in de nazomer. Ook in de voorziene wetgeving blijft toediening voor 15 september toegestaan. Zelfs bij toediening in combinatie met de teelt van een groenbemester is de N-werking van dergelijke mest echter laag. Dat komt omdat de opnamecapaciteit van een groenbemester beperkt is en de re-mineralisatie van aldus verpakte N niet naadloos aansluit bij het N-opnamepatroon van een volgteelt. Eén en ander betekent dat de kunstmest-N behoefte van een akkerbouwer slechts in relatief geringe mate bepaald wordt door het al dan niet gebruik van dierlijke mest. In het gebruiksnormenstelsel wordt een akkerbouwer echter wel aangeslagen voor 60% van de met mest toegediende N. Vanuit dat oogpunt bestaat de kans dat akkerbouwers op kleigrond terughoudender worden ten aanzien van het gebruik van dierlijke mest teneinde de gebruiksruimte voor kunstmest-N veilig te stellen. Het gebruik van dikke fracties met relatief weinig N per kg toegediende P_2O_5 en een wettelijke N werkingscoëfficiënt van vooralsnog 55% in plaats van 60%, kan de bereidheid tot het gebruik van dierlijke mest door akkerbouwers op kleigrond daarom helpen in stand houden.

Naast scheiding is ook anaerobe vergisting een mestbewerkingstechniek die zich in een groeiende belangstelling kan verheugen. Vergisting zet een deel, en in de regel niet meer dan dat, van de organisch gebonden N in mest om in minerale N, te weten ammonium-N. Dit kan de plantbeschikbaarheid van N en daarmee de N-werking vergroten. Dit is vanzelfsprekend alleen het geval als voldoende aandacht gegeven wordt aan emissiearme toedieningstechnieken. Vergiste mest is door het verhoogde minerale N aandeel ook gevoeliger voor uitspoelingsverliezen en wel meer naar mate het moment van toediening verder verwijderd is van het groeiseizoen. Meerjarig onderzoek toonde bovendien

aan dat de verhoogde N-werking van vergiste mest in het eerste jaar na toediening, teniet wordt gedaan door een verminderde N-nawerking; aanvankelijke besparingen op kunstmest-N vervallen daarmee op termijn (Schröder & Uenk, 2006).

Scheiding en vergisting kunnen ook gecombineerd worden. Over de beste volgorde van beide bewerkingen bestaat geen overeenstemming. Scheiding voorafgaand aan vergisting verkleint het te vergisten volume en vergroot zo de capaciteit van de vergistingsinstallatie. Daar staat tegenover dat sommige mestsoorten zich alleen goed laten scheiden bij gebruik van uitlokmiddelen en deze middelen het vergistingsproces ongunstig kunnen beïnvloeden. Dat laatste pleit dus juist voor vergisting voorafgaand aan scheiding.

Op basis van het voorgaande worden de volgende onderzoeksvragen onderscheiden:

- Welke mestscheidingstechnieken zijn in de praktijk werkzaam, wat is hun scheidingsresultaat en wat zijn de kosten?
- Maakt het voor de samenstelling van mest uit of mestscheiding gecombineerd wordt met vergisting?
- Wat is de N-werking van de dunne en de dikke fractie na scheiding?
- Kunnen mestbewerkingsproducten als kunstmestvervangers in plaats van dierlijke mest worden aangemerkt?
- Welke aanpassingen behoeven kunstmestgiften (N, P_2O_5 en K_2O) bij toediening van de producten van mestscheiding?

2. Mestscheidingstechnieken in de praktijk

2.1 Methoden

Op verschillende plaatsen in Nederland en Vlaanderen wordt aandacht geschonken aan het scheiden van mest. Bij het scheiden van mest wordt een dunne fractie met voornamelijk minerale N en kalium (K) en een dikke fractie met voornamelijk organisch N en fosfor (P) gevormd. Mestscheiding is niet nieuw: tot circa veertig jaar geleden was het gebruikelijk om mest te scheiden in een dunne fractie, de gier, en een dikke fractie, de vaste mest. Deze scheiding was verre van volledig: de gier bevatte nog een vrij grote hoeveelheid organisch (vaste) stof en de vaste fractie een deel van de dunne fractie met minerale N en K.

Sinds enige jaren zijn er nieuwe initiatieven ondernomen om mest vollediger te scheiden. Het doel is om in de vaste fractie zoveel mogelijk van de P en de organische fractie van de N te verzamelen, en in de dunne fractie zoveel mogelijk van de K en de minerale N en zo min mogelijk organische stof. Wanneer geen speciale bewerking wordt uitgevoerd maar de mest gescheiden opgevangen wordt zoals vroeger in grupstallen, wordt de gewenste verdeling van nutriënten over de fracties maar in beperkte mate bereikt. Onder andere daarom zijn en worden er nieuwe scheidingstechnieken ontwikkeld. Een goed overzicht van deze technieken is te vinden op www.mestverwerken.wur.nl. In het rapport 'Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest' (Melse *et al.*, 2004), dat op deze website te vinden is, is een overzicht gegeven van scheidingstechnieken.

Mestscheiding is slechts één van de mestbe- en verwerkingstechnieken. In Tabel 2.1 is een aantal mest be- en verwerkingstechnieken genoemd die beschikbaar zijn. De tabel is verdeeld in technisch bewezen en in ontwikkeling zijnde technieken:

- 'technisch bewezen': de techniek heeft bewezen te kunnen functioneren en draait of heeft gedraaid op praktijk-schaal zonder grote technische problemen;
- 'in ontwikkeling': er wordt of is ervaring met deze techniek opgedaan maar de techniek is nog niet voldoende ontwikkeld om succesvolle praktijktoepassing mogelijk te maken.

Tabel 2.1. Indeling van mestbe- en verwerkingssystemen aan de hand van afzetkanaal en stand der techniek.

Stand der techniek	Technieken	Bestemming van producten			
		Export	Kunstmest Vervanging	Andere markten of routes buiten landbouw	Afzet binnen landbouw
Technisch bewezen	Scheiding				V R
	Composteren			P V R	P V R
	Drogen en korrelen (vaste mest)	P (V) (R)		P (V) (R)	
	Hygiëniseren	P V R		P V R	P V R
	Menging van mest met andere meststoffen of toeslagstoffen				V R
	Beluchting (nitrificatie/denitrificatie)			V R	V R
	(Co-)vergisting				V R
	Scheiden/ultrafiltratie/omgekeerde osmose				V
	Scheiden/verdampen/stripfen/scrubben		V		V
	Verbranding			P V R	
	Vergisting/nitrificatie/indampen/korrelen	V (R)		V (R)	
In ontwikkeling	Drogen en korrelen (drijfmest)	V		V	
	Natte oxidatie			V R	
	Vergassing (pyrolyse)			P V R	
	Co-vergisten/scheiden/indampen/pelleteren	(V) (R)		(V) (R)	
	Stripfen		V R		V R
	Precipitatie (struviet)		V R		V R
	Indampen met dragerolie en korrelen	V		V	

P = pluimveemest, *V* = varkensmest, *R* = runderveemest.

(*l*) = naar verwachting.

Uit: 'Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest' (Melse et al., 2004), op www.mestverwerken.wur.nl.

In het genoemde rapport is over al deze technieken informatie te vinden.

Voor mestscheiding zijn in het rapport de volgende technieken onderscheiden:

- bezinking
- gescheiden opvang uit de stal
- strofilters
- vijzelpers
- centrifugeren | mechanische scheiding
- filterband

Bezinking in de mestput is de meest eenvoudige manier van scheiden. De effectiviteit van deze bezinkingsmethode kan vergroot worden door de mestput te scheiden in compartimenten met verticale overloopschotten waarbij alleen de bovenste (dunne fractie) over het schot heen loopt. Zo bevat in een aantal fasen de dunne fractie steeds minder organische delen en zal het achterste compartiment alleen een zeer dunne fractie bevatten.

Op basis van de scheidingsrendementen en standaardsamenstellingen is het gehalte N, P₂O₅ en K₂O in de verschillende fracties te schatten. De resultaten van de schatting staan in Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Samenstelling fracties na scheiding van diverse mestsoorten (indicatief).

Samenstelling (kg/ton)	N			P ₂ O ₅			K ₂ O			DS		
	mest	dik	dun	mest	dik	dun	mest	dik	dun	mest	dik	dun
Vleesvarkensdrijfmest												
Mechanische scheiding	7.2	9.0	6.8	4.2	5.3	3.9	7.2	7.2	7.2	90	180	69
Centrifuge	7.2	9.6	6.8	4.2	19.6	1.5	7.2	7.2	7.2	90	270	58
Centrifuge + vlokmiddel	7.2	10.1	6.2	4.2	14.3	0.8	7.2	7.2	7.2	90	252	36
Primaire scheiding (bolle band)	nvt	11.0	4.4	nvt	6.9	0.5	nvt	8.1	5.9	nvt	250	27
Strofilter	7.2	12.8	5.8	4.2	13.4	1.9	7.2	5.0	7.7	90	314	34
Zeugenmest												
Bezinking	4.2	6.7	3.4	3.0	6.6	1.8	4.3	4.3	4.3	55	132	29
Rundveedrijfmest												
Centrifuge	4.9	4.9	4.9	1.8	3.4	1.1	6.8	7.0	6.7	90	183	52
Primaire scheiding (sleufvloer)	nvt	4.8	2.2	nvt	2.4	0.2	nvt	3.1	4.5	nvt	149	22

Of de scheidingsmethoden succesvol zijn, is afhankelijk van het element dat in ogenschouw genomen wordt en daarmee het doel van de mestscheiding.

Door het toepassen van centrifuge op vleesvarkensdrijfmest, bijvoorbeeld, blijft het kleinste volume achter in de dikke fractie namelijk 15% (Tabel 2.2). Het grootste deel van het fosfaat (70%) zit in de vaste fractie. Door het toepassen van een vlokmiddel komt er meer massa in de vaste fractie maar ook het deel van het fosfaat dat in de vaste fractie komt is hoger (85%). Met of zonder vlokmiddel maakt voor de verdeling van kali niet zoveel uit, in beide gevallen zit het grootste deel in de dunne fractie (85% zonder en 75% met).

De methode waarbij het grootste deel van het fosfaat in de dikke fractie komt, is primaire scheiding met een bolle band. Meer dan 90% van het fosfaat komt terecht in de dikke fractie. De scheiding van de massa in dun en dik is ongeveer half om half, het grootste deel van de drogestof, 88%, komt terecht in de dikke fractie. De verdeling van kali is, vergelijkbaar met de massa, ongeveer half om half.

Het scheidingsrendement van N is eveneens aangegeven in de tabel maar helaas niet verdeeld in organische en minerale N. Minerale N is echter grotendeels opgelost in het aanwezige vocht en organische stikstof grotendeels in vaste vorm. Het scheidingsrendement van drogestof geeft daarmee een indicatie van het scheidingsrendement voor minerale en organische N. Een laag scheidingsrendement doet vermoeden dat een aanzienlijke hoeveelheid organische N nog aanwezig is in de dunne fractie en een hoog scheidingsrendement dat de meeste minerale stikstof in de dunne fractie zit.

2.3 Kosten

Van de mechanische scheidingstechnieken wordt geschat dat de exploitatie kosten € 2,- tot € 5,- / m³ ingaande drijfmest zijn, bij continu gebruik maar zonder voorzieningen voor opslag van de verschillende fracties.

Het energieverbruik bij een mechanische scheider varieert van 0,5 kWh/ton mest bij gebruik van een vijzelpers tot 7 kWh/ton mest bij gebruik van een decanteercentrifuge. Bij bezinking is het gebruik van energie nihil wanneer niet meegerekend wordt dat verschillende fracties naar verschillende opslagen gepompt moeten worden.

Investeringskosten worden geschat op € 20.000 voor een vijzelpers tot € 60.000 voor een decanteercentrifuge. De capaciteit varieert van 1 tot 30 m³ drijfmest per uur. Het huren van een mobiele mestscheider zal voor de meeste bedrijven goedkoper zijn dan er zelf één aanschaffen.

2.4 Emissies

Het scheiden van mest gebeurt meestal in gesloten systemen en veroorzaakt daardoor geen extra emissies. Mechanische scheidingstechnieken kunnen geluidshinder veroorzaken.

2.5 Lopend onderzoek Sterksel

Bij ASG, op praktijkcentrum Sterksel (varkensproefbedrijf), wordt op het moment geëxperimenteerd met het scheiden van varkensmest door de TowerFilter® en WEDA vijzelpers (Timmermans, *et al.*, 2005). De technieken zijn na elkaar uitgetoetst (dus eerst scheiden met de TowerFilter® en daarna met de WEDA vijzelpers, en andersom) en apart. Voorbewerken met de ene techniek leverde geen beter resultaat op voor de andere techniek. Daarom is doorggegaan met scheiding met één apparaat.

De scheidingsresultaten staan in Tabel 2.4. De berekende scheidingskosten voor de vijzelpers waren € 1,25 per ton (bij verwerking van 4.700 ton) en € 6,02 per ton voor de Towerfilter® (bij verwerking van bijna 3.900 ton).

Tabel 2.4. Scheidingsrendement met WEDA vijzelpers en TowerFilter®.

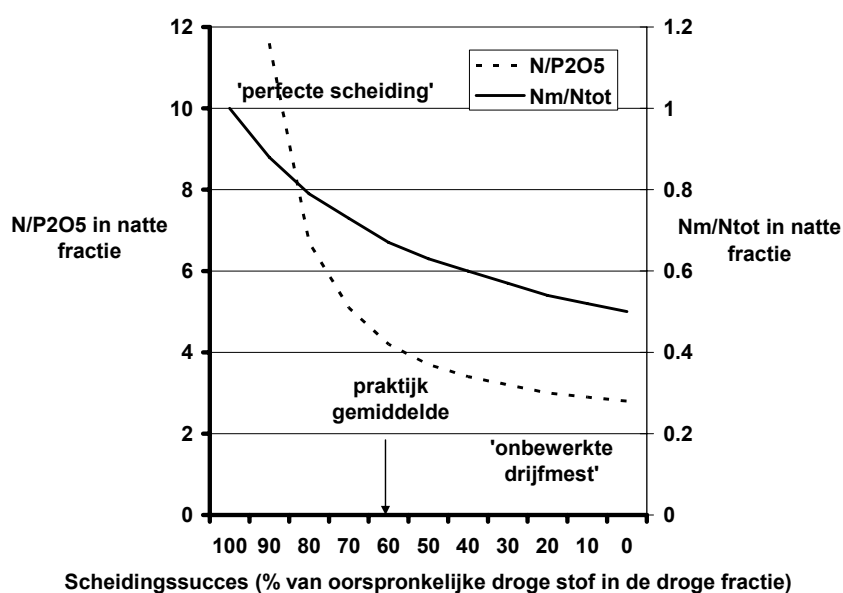
Scheidingsrendement (%)	Massa		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		DS	
	dik	dun	dik	dun	dik	dun	dik	dun	dik	dun
Vleesvarkensdrijfmest										
WEDA vijzelpers (zonder toevoeging van hulpstoffen)	9	91	12	88	20	80	-	-	35	65
Vergiste vleesvarkensdrijfmest										
TowerFilter® (met toevoeging van polymeer en FeCl ₃)	30	70	51	49	92	8	-	-	81	19

2.6 Variatie van mestsamenstelling voor en na bewerking in de praktijk

Gegeven de verscheidenheid aan technieken en variatie binnen technieken, is het scheidingssucces in de praktijk sterk wisselend (Tabel 2.5). Toch staat het iedere producent vooralsnog vrij om zijn eindproducten 'dunne' of 'dikke' fractie te noemen, terwijl de dunne fractie vaak nog steeds veel organisch materiaal (met P₂O₅ en Norg) bevat en dikke fracties voor circa 70% uit water bestaan. Het water in deze dikke fractie heeft een samenstelling die vergelijkbaar is met die van de dunne fractie. Dat betekent dat het scheidingssucces (afgemeten aan het deel van de organische stof in de oorspronkelijke drijfmest dat daadwerkelijk in de dikke fractie terecht komt) niet perfect verloopt en daarom niet alle N in de dunne fractie mineraal is en de dunne fractie ook niet als P-vrije N-oplossing is aan te merken (Figuur 2.1).

Tabel 2.5. Norg-aandeel (% van N-totaal) en kg P_2O_5 per 100 kg N in onbehandelde en behandelde mest (data van Versluis et al. (2005), Dekker & Slabbekorn (2004), Dekker et al. (2005, 2006) en Schröder et al. (2007b).

		Mestsoort		
		dunne fractie	ongescheiden	dikke fractie
Onvergist	Norg/Ntotaal	0,29	0,42	0,59
	(spreiding)	(0.11-0.46)	(0.28-0.62)	(0.51-0.68)
	$P_2O_5/100\text{ N}$	27	50	174
	(spreiding)	(5-50)	(26-99)	(66-292)
	# monsters	12	28	11
Vergist	Norg/Ntotaal	0,14	0,43	0,46
	(spreiding)	(0.02-0.27)	(0.33-0.60)	
	$P_2O_5/100\text{ N}$	9	34	127
	(spreiding)	(2-16)	(3-91)	n.v.t.
	# monsters	2	22	1



Figuur 2.1. Verandering van de N/P_2O_5 verhouding en de N_m/N_{totaal} verhouding in de dunne fractie na mest-scheiding bij een perfecte scheiding ('alle drogestof komt in dikke fractie terecht') en bij het in de praktijk gerealiseerde gemiddelde scheidingssucces.

3. N-werking

3.1 Theorie

De N-werking van mest hangt af van de samenstelling, het toedieningstijdstip, de toedieningswijze en de lengte van het groeiseizoen (Schröder, 2005). Op basis van Van Dijk *et al.* (2004, 2005) is een geautomatiseerde berekeningshulp voor de N-werking gemaakt (Schröder *et al.*, 2007a). Hiermee laten zich op basis van de samenstellingen van onbewerkte mest, dunne fracties en dikke fracties, de N-werking en bodembelastende hoeveelheden N per kg toegediende kg P_2O_5 berekenen (Tabel 3.1). Uit de berekeningen blijkt dat de relatieve bodembelasting (kolom B in tabel) van dunne en dikke fracties, bij de gegeven toedieningswijzen en grondsoorten (dik op akkerbouw kleigrond in nazomer, dun op grasland zandgrond in voorjaar), lager is dan de relatieve bodembelasting bij gebruik van ongescheiden drijfmest op beide grondsoorten. In verband daarmee is de N-werking van beide fracties (kolom G in tabel), op langere termijn althans, hoger dan die van ongescheiden mest.

In beginsel blijft de dunne fractie in de mestproducerende, veerrijke regio terwijl de dikke fractie naar typische akkerbouwregio's op kleigrond zal worden afgevoerd. De dikke fractie wordt daar in de nazomer primair als bron van fosfaat en organische stof ingezet. Omdat de hoeveelheid N per eenheid toegediende fosfaat bij dikke fracties kleiner is dan bij ongescheiden mest en het bodembelastende deel van de N bovendien geringer is, zullen dikke fracties bijdragen aan het beperken van N-emissie naar water en bodem. Verder kan het gebruik van dikke fracties de acceptatiegraad van dierlijke mest in de akkerbouw op peil houden. Akkerbouwers vrezen namelijk in het algemeen dat het gebruik van dierlijke mest teveel van de hen toegestane N-gebruiksnorm verbruikt en daarmee de mogelijkheid om kunstmest-N te geven teveel beperkt. In Tabel 3.2 is doorgerekend wat de vervanging van ongescheiden drijfmest door dikke fractie betekent voor de korte en lange termijn beschikbaarheid van nutriënten en bodemoverschotten. Daarbij is uitgegaan van een N-gebruiksnorm van 250 kg werkzame N en een P-gebruiksnorm van 60 kg P_2O_5 per ha en wettelijke N-werkingscoëfficiënten van 60% voor drijfmest en 55% voor dikke fracties. De berekening geeft aan dat bij gebruik van dikke fractie ruim 40 kg meer kunstmest N per ha gegeven kan worden. Als voor dikke fracties niet de wettelijke N-werking van vaste mest maar die van drijfmest zou worden aangehouden, dan nog kan bij gebruik van dikke fractie meer aanvullende kunstmest-N worden toegediend dan bij gebruik van ongescheiden drijfmest.

Ter bepaling van de potentiële bijdrage van mestscheiding aan de milieuwinst over sectoren heen, moet niet alleen naar de effecten per eenheid toegediende N of P_2O_5 gekeken worden, maar ook en vooral naar het lot van een bepaalde hoeveelheid geproduceerde mest-N. Dit kan worden berekend aan de hand van een denkbeeldig intensief melkveebedrijf dat, zeg, 300 kg mest-N per ha produceert. Op basis van de huidige wetgeving moet dit bedrijf 50 kg mest-N per ha afvoeren opdat niet meer dan 250 kg mest-N per ha achterblijft op het bedrijf. Deze normering is, hoewel onderdeel van het Actieplan Nitraatrichtlijn, primair ingegeven door de impliciete eis dan niet meer dan 90 kg P_2O_5 per ha mag worden toegediend. Er is immers op dit bedrijf krachtens het Actieplan nog steeds ruimte om aanvullend kunstmest-N te geven zonder dat nitraatdoelstelling wordt overschreden. In plaats van de afvoer van 50 kg mest-N per ha in de vorm van drijfmest naar de akkerbouw, kan dit bedrijf er ook voor kiezen om een deel van de geproduceerde drijfmest te scheiden. Op basis van de realiseerbaar geachte N/ P_2O_5 verhoudingen in drijfmest, in de dunne fractie en in de dikke fractie, gecombineerd met de eis dat op het melkveebedrijf niet meer dan 90 kg P_2O_5 per ha dient te worden toegediend, kan worden uitgerekend welk deel van de drijfmest gescheiden dient te worden (dit komt neer op en oplossen van drie vergelijkingen met drie onbekenden). Eén en ander wordt geïllustreerd in Tabel 3.3. Daaruit blijkt dat bij scheiding van een deel van de mest in dit specifieke geval de totale luchtbelasting ongeveer 1 kg N per geproduceerde 100 kg rundveemest-N toeneemt en de totale bodembelasting met ongeveer 5 kg N per geproduceerde 100 kg rundveemest-N afneemt. Dat betekent dat de milieuwinst ten aanzien van milieubelastende N-verliezen per saldo betrekkelijk gering is. Daar staat wel tegenover dat de lagere bodembelasting vooral op kleigrond gerealiseerd wordt alwaar een groter deel van de bodembelasting denitrificeert. Een deel van de milieuwinst wordt mogelijk ook weer tenietgedaan omdat akkerbouwers krachtens de huidige regelgeving met betrekking tot de N werkingscoëfficiënt van de dikke fracties, meer aanvullende kunstmest-N mogen geven (Tabel 3.2).

Paragraaf 4.2 gaat in groter detail in op de mogelijkheid voor een melkveehouder om via mestscheiding op kunstmestgiften te besparen.

Tabel 3.1. *Het lot van mest-N (kg per 100 kg toegediend) in relatie tot het scheidingsrendement (uitgedrukt als het percentage van de aanvankelijk aanwezige organische stof in onbewerkte rundveedrijfmest (inclusief fosfaat en organisch gebonden N) dat in de dikke fractie terecht komt, bij toepassing van de dunne fractie op grasland (zandgrond, voorjaarstoediening via zodenbemesting, seizoen 1 maart – 1 september) en toepassing van de dikke fractie op bouwland (kleigrond, nazomertoediening via snel inwerken, seizoen 1 september – 15 juli), veronderstellend dat de dikke fractie steeds 25% drogestof bevat.*

Fractie	Scheidingsrendement:						Lot van N*:			
	Percentage van o.s. in onbewerkte mest dat in dikke fractie terecht komt	kg d.s./ton	kg o.s./ton	kg N/ton	Nm/Ntot	N/P ₂ O ₅	G**	L**	B**	O**
Dun	0: mislukt	86	64	4,4	0,50	2,78	56 (77)	3 (3)	6 (20)	35 (0)
	50: matig	52	39	3,6	0,63	3,74	66 (81)	4 (4)	5 (15)	25 (0)
	67: redelijk	37	28	3,3	0,71	4,72	71 (84)	4 (4)	4 (12)	20 (0)
	90: geslaagd	12	9	2,7	0,88	11,63	86 (90)	5 (5)	1 (5)	8 (0)
Dik	0: mislukt	86	64	4,4	0,50	2,78	14 (28)	1 (1)	50 (71)	35 (0)
	50-90: matig-geslaagd	250	186	8,2	0,22	1,76	12 (36)	3 (3)	28 (61)	57 (0)

* *Uitgedrukt in kg N per 100 kg N toegediend (tussen haken op lange termijn).*

** *G = opneembaar voor gewas, L = verloren als ammoniak, B = bodembelastend, O = aanvankelijk vastgelegd in organische bodem-N.*

Tabel 3.2. *Ruimte voor het gebruik van aanvullende kunstmest-N giften en de totale hoeveelheid plantbeschikbare N bij gebruik van drijfmest dan wel dikke fractie op kleibouwland in de voorafgaande nazomer.*

	Gebruikte mest	
	Ongescheiden drijfmest	Dikke fractie
N-gebruiksnorm, kg N per ha	250	250
P-gebruiksnorm, kg P ₂ O ₅ per ha	60	60
N/ P ₂ O ₅ verhouding	2,78	1,76
Mest-N gift, kg N per ha	167	106
Wettelijk N-werking, kg N per 100 kg	60	55
Toelaatbare kunstmest-N, kg N per ha	150	192
Werkelijke N-werking, kg per 100 kg	Korte termijn	14
	Lange termijn	28
Werkelijke werkzame N, kg N per ha	Korte termijn	173
	Lange termijn	197

Tabel 3.3. *Berekende lange-termijn belasting van lucht en bodem (in kg N, voor uitgangspunten zie Tabel 3.1) door een denkbeeldige productie van 300 kg rundveedrijfmest-N, bij het al dan niet toepassen van mestscheiding.*

Scenario		N	P ₂ O ₅	N-verlies (kg N per jaar)				
				Naar lucht op		Naar bodem op		
				mais- en grasland	bouwland	totaal	mais- en grasland	bouwland
Geen scheiding	Drijfmest op eigen maïs- en grasland (zand)	250	90	7,5		50		
	Drijfmest op bouwland elders (klei)	50	18		0,5		35,5	
	Totaal	300	108			8		86
Wel scheiding	Drijfmest op eigen maïs- en grasland (zand)	224	81	6,7		44,8		
	Dunne fractie op maïs- en grasland	44	9	1,8		5,3		
	Dikke fractie op bouwland elders (klei)	32	18		1,0		19,5	
	Totaal	300	108			10		70

3.2 Praktijk: Proefveld Wintelre 2006

3.2.1 Inleiding

In principe kan de N-werking van mestverwerkingsproducten modelmatig worden ingeschat op basis van de (gewijzigde) samenstellingskenmerken (zie vorige paragraaf). Deze modellen zijn over het algemeen echter niet geijkt op basis van resultaten van proeven met mestverwerkingsproducten. Om die reden wordt het nuttig geacht om de N-werking van deze producten experimenteel te toetsen. In het navolgende wordt een toets gerapporteerd aangaande de N-werking van de dunne fractie na mestscheiding.

3.2.2 Materiaal en methode

In het voorjaar van 2006 is op zandgrond in Wintelre (Noord-Brabant) een proef op bestaand grasland aangelegd volgens het schema in Bijlage I. Het proefveld is ingericht volgens een split plot schema in vier blokken met mestsoorten als hoofdfactor en het aantal jaren mesttoediening (0 of 1 in 2006) als splijtfactor. In het proefveld kan in de komende jaren, indien gewenst, onderscheid gemaakt kan worden tussen de eerste jaars- en latere jaars N-werking van mestsoorten.

De bodemvruchtbaarheid van het perceel is weergegeven in Tabel 3.4. In de proef zijn de effecten van een drietal mestsoorten op de opbrengst van gras vergeleken en is vervolgens de stikstof (N) werking van deze mestsoorten geschat. De mestsoorten betroffen kunstmest (kalkammonsalpeter), de dunne fractie van gescheiden dierlijke mest en onbewerkte mest. De dunne fractie en de onbewerkte dierlijke mest waren afkomstig van MVS, Wintelre, alwaar regionale overschotten van runder- en varkensdrijfmest in coöperatief verband worden gescheiden in een dunne,

natte fractie en een dikke, drogere fractie. Het scheidingsprincipe van de MVS installatie berust op flocculatie gevolgd door scheiding met een zeefband. De samenstelling van de gebruikte dierlijke mesten is weergegeven in Tabel 3.5.

De drie mestsoorten zijn vergeleken bij een dosering van circa 300 kg N-totaal per ha. Deze hoeveelheid is in een verhouding van circa 120:100:80 verdeeld over drie giften: bij de start van het groeiseizoen (11-13 april 2006), na de eerste snede (15-17 mei 2006) en na de tweede snede (15-20 juni 2006). De toediening vond plaats via zodenbemesting met de IB-doseermachine bij een kouterafstand van 20 cm en op een diepte van circa 7 cm. Om de kans te verkleinen dat eventuele verschillen tussen mestsoorten aan andere factoren dan N moeten worden toegeschreven, zijn fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O) per behandeling zodanig aangevuld met kunstmest, dat bij de drie mestsoorten min of meer vergelijkbare hoeveelheden N, P_2O_5 en K_2O werden toegediend. De onbemeste controle ontving alleen P_2O_5 en K_2O (Tabel 3.6).

De opbrengst van het grasland is bepaald aan de hand van vijf snedes die plaatsvonden op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober 2006. Het gras werd geoogst met een Haldrup. Na weging van het verse materiaal werd per veldje een monster genomen ter bepaling van het drogestofgehalte. In het gedroogde materiaal zijn vervolgens het N- en het P-gehalte bepaald.

De effecten van elk van de behandelingen zijn steeds gedefinieerd als het verschil ten opzichte van de onbemeste controle binnen de desbetreffende mestsoort-hoofdbehandeling. Dit geldt ook voor de berekende apparent N recovery (ANR) en apparent N efficiency (ANE) van de mest:

$$ANR = 100 \times (N \text{ opbrengst bemest gras} - N \text{ opbrengst controle}) / (\text{toegediende hoeveelheid N})$$

$$ANE = 100 \times (DS \text{ opbrengst bemest gras} - DS \text{ opbrengst controle}) / (\text{toegediende hoeveelheid N})$$

De N-werking ('kunstmest-N besparing per 100 kg meststof-N') van mest ('Dunne fractie' dan wel 'Drijfmest') is gedefinieerd als het quotiënt van de ANR (of ANE) bij gebruik van dierlijke mest en de ANR (of ANE) bij het gebruik van kalkammonsalpeter ('Kunstmest').

Verder zijn jaarlijks bij aanvang van het groeiseizoen, voorafgaand aan de bemesting, en na de laatste snede in het najaar per veldje grondmonsters genomen van de lagen 0-30 en 30-60 cm. In de monsters is de hoeveelheid minerale N bepaald.

Tabel 3.7, tenslotte, geeft een karakteristiek van het weer waaronder de proef werd uitgevoerd. Bijlage II geeft een vollediger overzicht van het weer. De zomer van 2006 was in het algemeen zeer warm en vrij droog. Pas in augustus viel er opnieuw veel neerslag. Het proefveld werd niet beregend.

Tabel 3.4. Bodemvruchtbaarheidstoestand bij aanvang van de proef (N-werking van dunne fractie, Wintelre, bemonsteringsdatum april 2006).

Laag cm	N-totaal g/100 g	Pw mg P_2O_5 /l	MgO mg MgO/100 g	o.s. g/100 g	pHKCl -
0-30	0,193	25	10	5,0	5,8
30-60	0,075	7	73	2,9	5,1

Tabel 3.5. *Giften en samenstelling van de organische mest per toedieningsdatum (N-werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).*

Code	Datum	Gift (ton/ha)	Gehalte in kg per ton product							
			d.s.	o.s.	N-tot	NH ₄ -N	NH ₄ -N/Ntot	P ₂ O ₅	K ₂ O	
N	Dunne fractie	11-04-2006	31	17,5	9,0	3,99	3,6	0,90	0,4	4,4
		17-05-2006	26	15,5	7,5	4,08	3,9	0,94	0,4	4,4
		20-06-2006	18	15,5	7,5	4,13	3,2	0,77	0,4	4,6
		Gemiddeld*		16,3	8,1	4,05	3,6	0,89	0,4	4,4
D	Drijfmest	11-04-2006	14	100,0	80,0	8,05	5,3	0,66	4,7	4,6
		17-05-2006	12	94,0	75,0	7,10	4,7	0,66	5,0	3,9
		20-06-2006	13	67,0	49,5	5,67	3,8	0,66	2,8	6,0
		Gemiddeld*		87,2	68,3	6,96	4,6	0,66	4,2	4,8

* Gewogen naar grootte van giften.

Tabel 3.6. *Toegediende nutriënten per behandeling en enkele kengetallen van de gebruikte organische mestsoorten (N-werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).*

Code	Beschrijving	Nutriënt en herkomst				Kengetal*				
		Ntotaal	Nmineraal	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nm/Ntot	C/N	P ₂ O ₅ /100N	N/P ₂ O ₅	
K	Kunstmest	300	300	120	330	1,00	-	-	-	
N	Dunne fractie	Mest	304	269	28	334	0,88	0,9	9,2	10,9
		Kunstmest			90			-	-	-
		Totaal			118	334		-	-	-
D	Drijfmest	Mest	271	179	162	188	0,66	4,4	59,8	1,7
		Kunstmest				160		-	-	-
		Totaal			162	348		-	-	-
C	Controle			120	330	-	-	-	-	

* $Nm/Ntot$ = de fractie van de totale hoeveelheid N die wateroplosbaar is; C/N = koolstof-stikstofverhouding, aannemende dat 45% van de organische stof uit koolstof bestaat; $P_2O_5/100N$ = kg fosfaat per 100 kg toegediende N-totaal; N/P_2O_5 = kg N per kg toegediende kg fosfaat.

Tabel 3.7. *Gemiddelde temperatuur en neerslag (exclusief berekening) gedurende de periode 1 maart - 30 juni en 1 juli - 31 oktober in Wintelre.*

Kenmerk	Periode	Jaar	
		2006	Normaal Eindhoven
Temperatuur, °C	1 maart - 30 juni	11,3	10,8
	1 juli - 31 oktober	17,8	15,0
Neerslag, mm	1 maart - 30 juni	223	252
	1 juli - 31 oktober	248	270

3.2.3 Resultaten

De drogestofopbrengst van gras reageerde al vanaf de eerste snede zeer sterk op N. Tussen de opbrengsten van gras bemest met drijfmest en gras bemest met de dunne fractie bestonden echter, met uitzondering van de vijfde snede, geen significante verschillen (Tabel 3.8). In lijn met het voorgaande reageerde ook de N-opbrengst van gras positief op N. Alleen in de tweede snede reageerde de N-opbrengst significant sterker op bemesting met de natte fractie dan op bemesting met drijfmest; op jaarbasis was dit effect niet langer significant (Tabel 3.9). De opbrengst aan P_2O_5 in het gras volgde die van drogestof en N; tussen dunne fractie en drijfmest waren de verschillen op jaarbasis niet significant (Tabel 3.10). Samenstellingskenmerken van het gras (gehalten aan drogestof, N en P) zijn weergegeven in Bijlagen III-V.

De sterke reactie op N wordt ook weerspiegeld in de N-terugwinning (ANR) van de kunstmest-N die circa 100% bedroeg (Tabel 3.11). Als gevolg daarvan was ook de N-efficiëntie (ANE) hoog (Tabel 3.12). De N-werking van de mest (dat wil zeggen de relatieve ANR en ANE) was tot en met de vierde snede iets hoger voor de dunne fractie dan voor de onbewerkte drijfmest. De opbrengst van de vijfde snede deed dit beeld teniet met als gevolg dat de N-werking van onbewerkte mest op jaarbasis iets hoger was dan die van de dunne fractie (Tabel 3.13).

Er bestonden geen aanwijzingen dat een deel van de onwerkzaam gebleven mest-N als minerale N in het bodemprofiel was opgehoopt. De hoeveelheden minerale N waren bij alle behandelingen vergelijkbaar (Tabel 3.14).

Tabel 3.8. Drogestofopbrengst (kg per ha) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling; verschillende letters achter cijfers binnen eenzelfde kolom, duiden op significante ($P < 0.05$) verschillen (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code		Snedes*					Som
		1	2	3	4	5	
K	Kunstmest	9023 c	2643 b	2861 b	2037 b	1563 a	18126 c
N	Dunne fractie	5687 b	2981 c	2817 b	1765 b	1546 a	14796 b
D	Drijfmest	5578 b	2845 c	2489 b	1820 b	2076 b	14808 b
C	Controle	2666 a	1108 a	476 a	1132 a	1266 a	6648 a
LSD	($P < 0.05$)	1507	159	909	286	699	2624

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.9. Stikstofopbrengst (kg N per ha) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling; verschillende letters achter cijfers binnen eenzelfde kolom, duiden op significante ($P < 0.05$) verschillen (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code		Snedes*					Som
		1	2	3	4	5	
K	Kunstmest	218 c	99 d	71 c	50 c	50 ab	487 c
N	Dunne fractie	120 b	92 c	63 bc	43 b	48 ab	367 b
D	Drijfmest	131 b	67 b	56 b	43 b	66 b	362 b
C	Controle	57 a	18 a	11 a	26 a	39 a	150 a
LSD	($P < 0.05$)	55	7	13	6	22	84

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.10. Fosforopbrengst (kg P per ha) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling; verschillende letters achter cijfers binnen eenzelfde kolom, duiden op significante ($P < 0.05$) verschillen (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code	Snedes*					Som
	1	2	3	4	5	
K Kunstmest	37 c	9 b	8 b	7 b	6 a	67 c
N Dunne fractie	22 b	9 b	8 b	7 b	7 a	54 b
D Drijfmest	22 b	10 c	8 b	8 c	10 b	58 bc
C Controle	10 a	4 a	2 a	5 a	7 a	28 a
LSD ($P < 0.05$)	8	1	2	1	3	12

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.11. De cumulatieve stikstofbenutting (ANR, %) door gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code	Snedes*				
	1	1-2	1-3	1-4	1-5
K Kunstmest	121	103	95	103	106
N Dunne fractie	62	66	68	73	76
D Drijfmest	66	63	62	68	80

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.12. De cumulatieve stikstofefficiëntie (ANE, kg DS per kg N) door gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code	Snedes*				
	1	1-2	1-3	1-4	1-5
K Kunstmest	49	33	32	35	36
N Dunne fractie	28	23	26	28	28
D Drijfmest	27	24	25	27	31

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.13. De cumulatieve N-werking (kg N / 100 kg N toegediend) van de dunne fractie en van onbewerkte drijfmest op basis van een vergelijking van de ANR en de ANE van bij bemesting met kunstmest (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code	Basis	Snedes*					
		1	1-2	1-3	1-4	1-5	
N	Dunne fractie	ANR	51	65	71	71	71
		ANE	58	70	80	78	79
		Gemiddeld	54	67	76	75	75
D	Drijfmest	ANR	54	61	66	66	75
		ANE	55	72	78	77	85
		Gemiddeld	54	66	72	72	80

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Tabel 3.14. Minerale bodem-N (kg per ha, 0-60 cm) na de laatste grassnede (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006).

Code		Nitraat-N	Ammonium-N	Beide
K	Kunstmest	17	10	27
N	Dunne fractie	12	9	21
D	Drijfmest	12	10	22
C	Onbemest	11	10	21

3.2.4 Discussie

In 2006 vond een qua opzet en uitvoering geslaagde proef plaats om de N-werking van de dunne fractie toegediend aan grasland te bepalen. De N-werking zoals waargenomen in de proef, kan gespiegeld worden aan een modelmatig voorspelde. Een dergelijke voorspelling is gebaseerd op de samenstellingskenmerken (N-totaal, NH₄-N, organische stof en afbreekbaarheid), het tijdstip van toediening, de lengte van het groeiseizoen, de grondsoort en het gebruikte toedieningswerktuig (Schröder *et al.*, 2007a). De aldus voorspelde N-werking van de onbewerkte mest bedroeg 82% en die van de dunne fractie 91%. Voor onbewerkte mest kwamen voorspelling (82%) en proefresultaat (80%) goed overeen, terwijl voor de dunne fractie de voorspelling (91%) het proefresultaat (75%) overtrof. Kennelijk is de dunne fractie een relatief groot deel van de toegediende N niet beschikbaar geweest voor gewasopname. Ophoping als minerale N in het bodemprofiel kon worden uitgesloten zodat als verliesposten resteren: extra ammoniakvervluchtiging, verhoogde denitrificatieverliezen of tijdelijke vastlegging in organisch materiaal. Hoewel het laatste niet aanneemelijk is, kan dit worden gecontroleerd door bij de voorziene voortzetting van de proef in 2007 ook naar de N-werking te kijken van de mest die in 2006 is toegediend.

De in deze proef gevonden eerstejaars N-werking van de dunne fractie komt wel redelijk overéén met de N-werking zoals die in de Nederlandse wetgeving (80%) is opgenomen maar overtreft de N-werking zoals die bij voorjaars-toediening in een drietal proeven op kleibouwland in Nederland is gevonden (62% voor de natte fractie tegenover 66% voor onbewerkte mest; Dekker & Slabbekorn, 2004; Dekker *et al.*, 2005, 2006). Anderzijds blijft de N-werking van de dunne fractie niet alleen achter bij de voorspelling maar ook bij waarden zoals die in Denemarken worden gevonden (80-90%; Peterson & Thomsen, 2005; Birkmose *et al.*, 2006).

In mest en dus ook in dunne fracties zijn gemakkelijk afbreekbare koolstofverbindingen aanwezig die kunnen leiden tot denitrificatie en de N-werking van de mest aldus verlagen. Hoewel het onderzoek aan vergiste mest op De Marke daarvoor geen aanwijzingen heeft gegeven (Schröder, 2005), is het denkbaar dat verwijdering van deze koolstof-

verbindingen via vergisting, de N-werking van natte fracties kan vergroten. Dit aspect zal in het voor 2007 voorziene veldonderzoek aandacht krijgen.

In het onderzoek in Wintelre is geen aandacht gegeven aan het lot van de vrijkomende dikke fractie. In paragraaf 3.1 is wel op een aantal theoretische overwegingen ingegaan met als conclusie dat mestscheiding ook per saldo, over sectoren heen, tot een iets geringer N-verlies kan leiden.

3.2.5 Conclusie

Scheiding in de mestscheidingsinstallatie van de MVS in Wintelre verhoogde het ammoniumaandeel van 66% in onbewerkte mest naar 89% in de dunne fractie. Anders dan verwacht op basis hiervan, was de N-werking van de dunne fractie niet meer dan 75%, terwijl de N-werking van onbewerkte mest 80% bedroeg. De oorzaak hiervan kon vooralsnog niet worden achterhaald.

4. Aanpassing van kunstmestgiften

4.1 Akkerbouw

In paragraaf 3.1 is globaal verkend wat de consequenties voor de akkerbouwsector zijn. Die komen er op neer dat het voor het gebruik van kunstmest-P niet uitmaakt of onbewerkte drijfmest of dikke fractie gebruikt wordt. Wel wordt bij gebruik van een dikke fractie minder N aangevoerd dan bij gebruik van onbewerkte drijfmest. Omdat de werkelijke werking ervan in beide gevallen laag is (nazomertoediening) hoeft bij gebruik van een dikke fractie niet veel meer kunstmest-N aangevoerd te worden om eenzelfde hoeveelheid werkzame N in het volgende seizoen beschikbaar te hebben. Omdat de wettelijke werking van de dikke fractie iets lager is ten opzichte van onbewerkte mest (ofwel de wettelijke werking van onbewerkte mest hoog wordt aangeslagen ten opzichte van die van de dikke fractie), bestaat bij gebruik van een dikke fractie meer ruimte om aanvullend kunstmest-N toe te dienen. In die zin zal de door mest-scheiding bewerkstelligde besparing op kunstmest-N in de melkveehouderij als gevolg van het gebruik van natte fracties, worden tenietgedaan door een verruimd gebruik van kunstmest-N in de akkerbouw.

4.2 Melkveehouderij

Om in te schatten hoeveel kunstmest N en K_2O bespaard kan worden op een bedrijf door toepassing van de dunne fractie, is een aantal scenarioberekeningen uitgevoerd. Om het geheel in het perspectief van een melkveebedrijf te zetten is er uitgegaan van een volledig melkveebedrijf met melkkoeien en jongvee. De N- en P_2O_5 -uitscheiding op bedrijfsniveau is bepaald op basis van de officiële uitscheidingstabellen (www.hetInvloket.nl).

Als uitgangsbedrijf is gekozen voor een bedrijf met een melkproductie van 8000 liter per melkkoel (afgerond gemiddelde melkproductie in Nederland uit Land- en tuinbouwcijfers 2005, www.CBS.nl) met een ureum getal 25. Het aantal melkkoeien is 2 per ha (dus 16.000 l melk per ha, licht intensiever dan gemiddeld in Nederland) en 1 stuks jongvee per melkkoel (0,5 pink en 0,5 kalf). De wettelijke N-werkingscoëfficiënten zijn aangehouden: (ongescheiden) mest bij beweiding 45% en bij alleen maaien 60%. Voor de dunne fractie van gescheiden mest is een wettelijke N-werkingscoëfficiënt verondersteld van 80%. Het aandeel grasland in oppervlakte is 70% en het aandeel maïsland 30%, het minimale aandeel grasland waarbij nog derogatie kan worden verkregen. Voor de N-gebruiksnorm van organische mest is uitgegaan van 250 kg N per ha per jaar. Wanneer de dunne fractie van gescheiden mest wordt toegepast, is er geen limiet voor organische N. Wel worden de N-gebruiksnormen voor 2009 van werkzame N toegepast: 260 kg N per ha bij beweiding op gras, 340 bij alleen maaien, 150 op snijmaïs. Voor P_2O_5 worden de voorgenomen gebruiksnormen voor 2015 toegepast: 90 voor gras en 60 kg per ha voor maïs.

De gebruikte mestkwaliteit voor de uitgangsmest is gebaseerd op de gemiddelde samenstelling van dunne rundermest in Nederland uit de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (www.bemestingsadvies.nl). Om de invloed van de kwaliteit van het scheidingsresultaat in te schatten, zijn 3 scheidingsrendementen voor de droge stof vergeleken. Scheidingsrendement voor de droge stof is de hoeveelheid drogestof die in de dikke fractie terecht komt, dus hoe hoger hoe beter. De drie ingestelde scheidingsrendementen zijn 90, 67 en 50%. Tevens is uitgegaan van de veronderstelling dat de samenstelling van de dikke fractie niet verandert door een ander scheidingsrendement en dat het drogestofgehalte van deze dikke fractie 25% is. Uitgegaan is van de veronderstelling dat P_2O_5 en Norg volledig in de droge stof zitten en Nmin en K_2O opgelost in het vocht. In Tabel 4.1 staan de hoeveelheden en gehalten die in de scheidingsproducten komen bij bovenstaande rendementen en veronderstellingen. De hoeveelheid droge en organische stof in de dunne fractie die in de dikke fractie zit, neemt toe bij een lager scheidingsrendement. De hoeveelheid dikke fractie per m^3 uitgangsmest neemt daardoor af bij het slechter worden van het scheidingsrendement en de hoeveelheid dunne fractie neemt toe. Zoals te verwachten neemt het drogestofgehalte, het Norggehalte en het P_2O_5 -gehalte van de dunne fractie toe bij het afnemen van het scheidingsrendement. Het Nmin en K_2O -gehalte nemen af door 'verdunning' (meer massa).

Tabel 4.1. Gehaltes in uitgangsmest, dunne en dikke fractie bij goed (90%), matig (67%) en slecht (50%) scheidingsrendement voor de droge stof en een droge stof gehalte in dikke fractie van 25%.

	m ³ product per m ³ uitgangs- materiaal	Scheidings- rendement ds (% van de totale hoeveelheid ds in dikke fractie)	ds- gehalte kg/m ³	Nmin- gehalte kg/m ³	Norg- gehalte kg/m ³	Wettelijke N-werkings- coëfficiënt %	P ₂ O ₅ -gehalte op basis van NP verhouding uitscheiding kg/m ³	K ₂ O- gehalte kg/m ³
Uitgangsmest	1.00	nvt	90.00	2.40	2.50	45/60 *	1.57	6.20
Dunne fractie goede scheiding	0.68	90	13.31	2.39	0.33	80	0.23	6.72
Dunne fractie matige scheiding	0.76	67	39.47	2.32	0.96	80	0.69	6.54
Dunne fractie slechte scheiding	0.82	50	54.88	2.28	1.34	80	0.96	6.44
Dikke fractie goede, matige en slechte scheiding	0.32	90						
	0.24	67	250	1.81	6.11	40	4.35	5.11
	0.18	50						

* Op bedrijven met/zonder beweiding.

Wanneer de dunne fracties kunnen worden ingezet als kunstmestvervanger, heeft dit voor een bedrijf consequenties voor de aanvoer van kunstmest N en K₂O. In dit voorbeeld zijn de gevolgen voor het standaardbedrijf verkend voor twee situaties: met en zonder beweiding. Voor beide situaties is met vier scenario's voor mestscheiding gerekend: geen mestscheiding, goed, matig en slecht scheidingsrendement.

In de scenario's waarin mest gescheiden wordt, is er verondersteld dat er zoveel mest uit de mestopslag afgevoerd wordt voor scheiding dat de dunne fractie die teruggenomen wordt door het bedrijf, en de niet gescheiden mest samen de P₂O₅ norm volmaken. De minimale hoeveelheid mest, waarmee nog aan de gebruiksnorm kan worden voldaan, wordt afgevoerd om te worden gescheiden. Scheiding kost namelijk geld (transport en bewerkingsenergie). In Tabel 4.2 staan de resultaten van de berekeningen.

De uitscheiding op het standaardbedrijf is 380 kg N en 135 kg P₂O₅ per ha. In de scenario's zonder scheiding dient er dan 54 m³ mest per ha afgevoerd te worden. Er wordt (logischerwijze) in de scenario's met beweiding veel minder mest in de put uitgescheiden dan in de scenario's zonder beweiding.

In het scenario met beweiding zonder mestscheiding wordt 124 kg kunstmest-N per ha aangevoerd, zonder beweiding is dat 180 kg N per ha. Wanneer op bedrijven met en zonder beweiding mestscheiding wordt toegepast, komt een ander effect naar voren dan in eerste instantie verwacht was. Hoe slechter het scheidingsrendement, des te lager de aanvoer van kunstmest N. Op het beschreven bedrijf zonder beweiding en zonder mestscheiding, bijvoorbeeld, is de aanvoer met N-kunstmest 180 kg, bij 'goed scheidingsrendement' 132 kg en bij 'slecht scheidingsrendement' 85 kg N per ha. Dit wordt veroorzaakt door de hoeveelheid (organische) N die in de dunne fractie terecht komt. Doordat een groter deel van de organische N in de dunne fractie komt, is de totale hoeveelheid N in deze fractie groter naarmate het scheidingsrendement lager is. Omdat de bedrijven hun eigen dunne fractie weer aanvoeren, krijgen ze dus meer N terug bij het lager worden van het scheidingsrendement. Deze N wordt verondersteld een werking te hebben van 80%. De wettelijke werkzame hoeveelheid N in de dunne fractie wordt dus hoger bij een slechter scheidingsrendement. Het bedrijf krijgt echter een slechter werkend product terug naarmate het scheidingsrendement slechter is. Op papier lijkt het een verbetering maar landbouwkundig heeft een dergelijk bedrijf slechts iets meer werkzame N uit de dunne fractie toegediend en veel minder kunstmest-N dan het bedrijf met een goed scheidingsrendement.

In het scenario met beweiding en met een 'slecht scheidingsrendement' is de hoeveelheid kunstmest-N die aangevoerd kan worden hoger dan bij 'matig scheidingsrendement': in dit scenario is er nog zo weinig ruimte voor P_2O_5 , dat slechts 81% van de dunne fractie kan worden teruggenomen. Dit bedrijf zal dus 81% van zijn mest laten scheiden en 19% ongescheiden afvoeren om scheidingskosten te besparen.

De besparing van K_2O -kunstmest bij mestscheiding is onafhankelijk van het scheidingsrendement zolang de volledige dunne fractie kan worden teruggenomen door het bedrijf. De besparing is dan 150 kg K_2O per ha. In het scenario 'beweiden' en 'slecht scheidingsrendement' is de besparing minder, 100 kg K_2O per ha.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat een bedrijf met 16000 l melk per ha en 30% maïsland, door mestscheiding en gebruik van de eigen dunne fractie 50 tot 95 kg kunstmest-N en 100 tot 150 kg K_2O per ha per jaar kan besparen. De exacte grootte van de besparing is afhankelijk van het scheidingsrendement, de vraag of er beweid wordt of niet, en de gekozen uitgangspunten.

Tabel 4.2. Resultaten en tussenresultaten van berekening kunstmestaanvoer op bedrijven met en zonder mestscheiding, met en zonder beweiding bij goed, matig en slecht scheidingsrendement.

Scheidingsrendement	Geen	Goed	Matig	Slecht	Geen	Goed	Matig	Slecht
	beweiding	beweiding	beweiding	beweiding	opstallen	opstallen	opstallen	opstallen
N-uitscheiding totaal kg/ha	379.9	379.9	379.9	379.9	379.9	379.9	379.9	379.9
P ₂ O ₅ uitscheiding totaal kg/ha	134.9	134.9	134.9	134.9	134.9	134.9	134.9	134.9
Uitscheiding in mestput m ³ /ha	57.5	57.5	57.5	57.5	86.3	86.3	86.3	86.3
Afvoer % van productie in put								
tbv scheiding	0.0	66.5	89.7	100.0	0.0	44.4	60.0	80.0
N afvoer tbv scheiden, kg/ha	0.0	168.2	226.9	252.9	0.0	168.7	227.9	303.9
P ₂ O ₅ afvoer tbv scheiden, kg/ha	0.0	59.9	80.8	90.1	0.0	59.9	80.9	107.9
N in put en weide, kg/ha	379.9	211.7	153.0	127.0	379.9	211.2	152.0	76.0
P ₂ O ₅ in put en weide, kg/ha	134.9	75.0	54.1	44.8	134.9	75.0	54.0	27.0
Toegestaan N org mest, kg/ha	250.0	500.0	500.0	500.0	250.0	500.0	500.0	500.0
Toegestaan P ₂ O ₅ org mest kg/ha	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
Af te voeren ongescheiden mest								
obv N m ³ /ha	29.5	0.0	0.0	0.0	29.5	0.0	0.0	0.0
Af te voeren ongescheiden mest								
obv P ₂ O ₅ m ³ /ha	34.4	0.0	0.0	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0
Afvr ongescheiden mest m ³ /ha	34.4	0.0	0.0	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0
Afvr ongescheiden mest N/ha	151.3	0.0	0.0	0.0	151.8	0.0	0.0	0.0
Afvr ongescheiden mest P ₂ O ₅ /ha	53.9	0.0	0.0	0.0	53.9	0.0	0.0	0.0
Aanvoer dunne fractie, % van								
eigen dunne fractie	0.0	100.0	100.0	80.5	0.0	100.0	100.0	100.0
N eigen dunne fractie, kg/ha	0.0	70.0	128.8	137.6	0.0	70.3	129.4	205.4
P ₂ O ₅ eigen dunne fractie, kg/ha	0.0	6.0	26.9	36.3	0.0	6.0	27.0	54.0
Werkzaam N dierlijke mest								
dunne fractie, kg/ha	0.0	56.0	103.0	110.1	0.0	56.2	103.5	164.3
Werkzaam N dierlijke mest								
weidemest, kg/ha	57.1	57.1	57.1	57.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Werkzaam N dierlijke mest								
ongescheiden mest, kg/ha	45.7	38.1	11.7	0.0	102.7	95.1	68.4	34.2
Werkzaam N dierlijke mest totaal,								
kg/ha	102.9	151.3	171.9	167.2	102.7	151.3	171.9	198.5
Gebruiksnorm N werkzaam, kg/ha	227.0	227.0	227.0	227.0	283.0	283.0	283.0	283.0
Aanvoer N kunstmest, kg/ha	124.1	75.7	55.1	59.8	180.3	131.7	111.1	84.5
P ₂ O ₅ uit dierlijke mest, kg/ha	81.0	81.0	81.0	81.1	81.0	81.0	80.9	80.9
gebruiksnorm P ₂ O ₅ , kg/ha	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
P₂O₅ ruimte, kg/ha	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
Benodigd K ₂ O over heel bedrijf	323.0	323.0	323.0	323.0	498.0	498.0	498.0	498.0
Toegediend K ₂ O, kg/ha	143.2	293.1	293.1	244.3	321.5	471.9	471.8	471.8
Aanvoer K₂O kunstmest, kg/ha	179.8	29.9	29.9	78.7	176.5	26.1	26.2	26.2

5. Conclusies

Scheiding van mest in een dunne en een dikke fractie kan tot besparingen op kunstmest-N en kunstmest-K leiden in de melkveehouderij op zandgrond. Daardoor wordt het gemakkelijker om binnen de toegestane P-gebruiksnorm tóch met dierlijke mest in de N- en K-behoefte van gewassen te voorzien. Naarmate de P-gebruiksnorm krapper is, hetzij omwille van het voorkomen van verdere P-ophoping hetzij omwille van het uitmijnen van P-verzadigde gronden, is mestscheiding daarmee, in technische zin althans, een aantrekkelijke optie. Als op die manier meer N van dierlijke oorsprong binnen de veehouderijsector blijft (en wel in de vorm van natte fracties), zal minder N van dierlijke oorsprong in de vorm van dikke fracties naar akkerbouwregio's gaan. Dat betekent dat in die sector juist meer kunstmest-N nodig is. Omdat de werkelijke N-werking van dikke fracties bij nazomertoediening even gering is als die van onbewerkte mest, is het effect op de N-beschikbaarheid en kunstmest-N behoefte per saldo dus gering. Wel is het zo dat het gebruik van onbewerkte mest tot een grotere rem op het gebruik van kunstmest-N in de akkerbouw leidt dan het gebruik van dikke fracties. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat dikke fracties een iets lagere wettelijke N-werkingscoëfficiënt hebben en per kg toegediende mest-P, minder mest-N wordt toegediend. Dat betekent dat een akkerbouwer binnen de hem gegunde N-gebruiksnorm bij gebruik van onbewerkte mest minder kunstmest-N zou gebruiken, vooropgesteld dat hij überhaupt (nog) dierlijke mest afneemt.

De kwaliteit van het scheidingsproces verschilt sterk per gebruikte techniek. De in dit rapport becijferde mogelijkheden om op kunstmest te besparen treden echter ook op bij een niet perfecte scheiding. Toch is het niet verstandig om natte fracties op voorhand 'kunstmestvervangers' in plaats van dierlijke mest te noemen. Gebruik van het woord 'kunstmestvervangers' stelt namelijk hoge eisen aan het scheidingsresultaat. Dit heeft als gevaar dat de 'Europese' deur op slot blijft voor een verruimd gebruik van natte fracties, terwijl een minder pretentieuze woordkeuze meerdere opties voor veehouders openhoudt. Het politieke breekijzer om het gebruik van mest op grasland te verruimen zou de wijziging van N/P verhoudingen in mest moeten zijn, temeer omdat Europa zich hier eerder, althans impliciet, wel gevoelig voor betoonde (Schröder *et al.*, 2007c).

Een bijkomende overweging voor mestscheiding is het energieverbruik. Ook hier staat tegenover het voordeel van verminderde energieconsumptie ten gevolge van mesttransport en kunstmestfabricage, het nadeel van energiegebruik door het mestscheidingsproces zelf. In laatstgenoemde energiebehoefte kan weliswaar worden voorzien door middel van vergisting maar die energie zou ook opgewerkt kunnen worden, en wel voor andere doelen, zonder scheiding. Vergisting is immers geen activiteit die uniek aan mestscheiding gebonden is.

Om mestscheiding met succes ingang te doen laten vinden moet een aantal vragen alsnog beantwoord worden. Deze vragen hebben betrekking op het effect van een combinatie van vergisten en scheiden op de N-werking van mest en op de lange en korte termijn P-werking van dikke fracties bij gebruik van bepaalde uitvlokmiddelen.

Literatuur

- Birkmose, T., P. Sørensen & G.H. Rubaek, 2006.
Utilization and losses of nitrogen and phosphorus from field-applied slurry separation products. In: S.O. Peterson (Ed.) Proceedings 12th Ramiran International Conference, Aarhus, Denemarken. DIAS Report 122, 163-166.
- Dekker, P.H.M. & J.J. Slabbekorn, 2004.
Alternatieven voor onzijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Projectrapport 510170, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 69 pp.
- Dekker, P.H.M., W. van den Berg & J.J. Slabbekorn, 2005.
Alternatieven voor onzijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Projectrapport 510170, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 58 pp.
- Dekker, P.H.M., W. van den Berg & J.J. Slabbekorn, 2005.
Alternatieven voor onzijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Projectrapport 510170, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 72 pp.
- Dijk, W. van, A.M. van Dam, J.C. van Middelkoop, F.J. de Ruijter & K.B. Zwart, 2005.
Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen. Rapport 343, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 50 pp.
- Dijk, W. van, J.G. Conijn, J.F.M. Huijsmans, J.C. van Middelkoop & K.B. Zwart, 2004.
Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest. Rapport 337, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 63 pp.
- Melse, R.W., F.E. de Buissonjé, N. Verdoes & H.C. Willers, 2004.
Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest. Animal Sciences Group Wageningen UR, Rapportage opdrachtgever 1390938000.
- Schröder, J.J., 2005.
Manure as a suitable component of precise nitrogen nutrition. Proceedings 574, International Fertiliser Society, 32 pp.
- Schröder, J.J. & D. Uenk, 2006.
Cattle slurry digestion does not improve the long term nitrogen use efficiency of farms. In: S.O. Peterson (Ed.) Proceedings 12th Ramiran International Conference, Aarhus, Denemarken. DIAS Report 123, 9-11.
- Schröder, J.J., W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, K.B. Zwart & J.F.M. Huijsmans, 2007a.
NWC-hulp: een geautomatiseerde berekening voor de stikstofwerking van organische meststoffen (in voorbereiding).
- Schröder, J.J., D. Uenk & G.J. Hilhorst, 2007b. Long term nitrogen fertilizer replacement value of manure applied to cut grassland (submitted).
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2007c.
Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. European Journal of Agronomy (in druk).
- Sørensen, P. & I.K. Thomsen, 2005.
Separation of pig slurry and plant utilization and loss of nitrogen 15 labeled slurry nitrogen. Soil Science Society of America Journal 69, 1644-1651.
- Timmerman, M., P.J.P.W. Claessen & A.J.J. Bosma, 2005.
Scheiding van varkensmest d.m.v. TowerFilter® en WEDA-vijzelpers. Animal Sciences Group Wageningen UR, Praktijkrapport Varkens 41.
- Versluis, H.P., S. Radersma & W. van Dijk, 2005.
Ondersteuning duurzame mestbe- en verwerkingsproducten: werkingscoëfficiënten. Projectrapport 500024. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 27 pp.
- Websites:
www.mestverwerken.wur.nl, www.lnvloket.nl, www.cbs.nl.

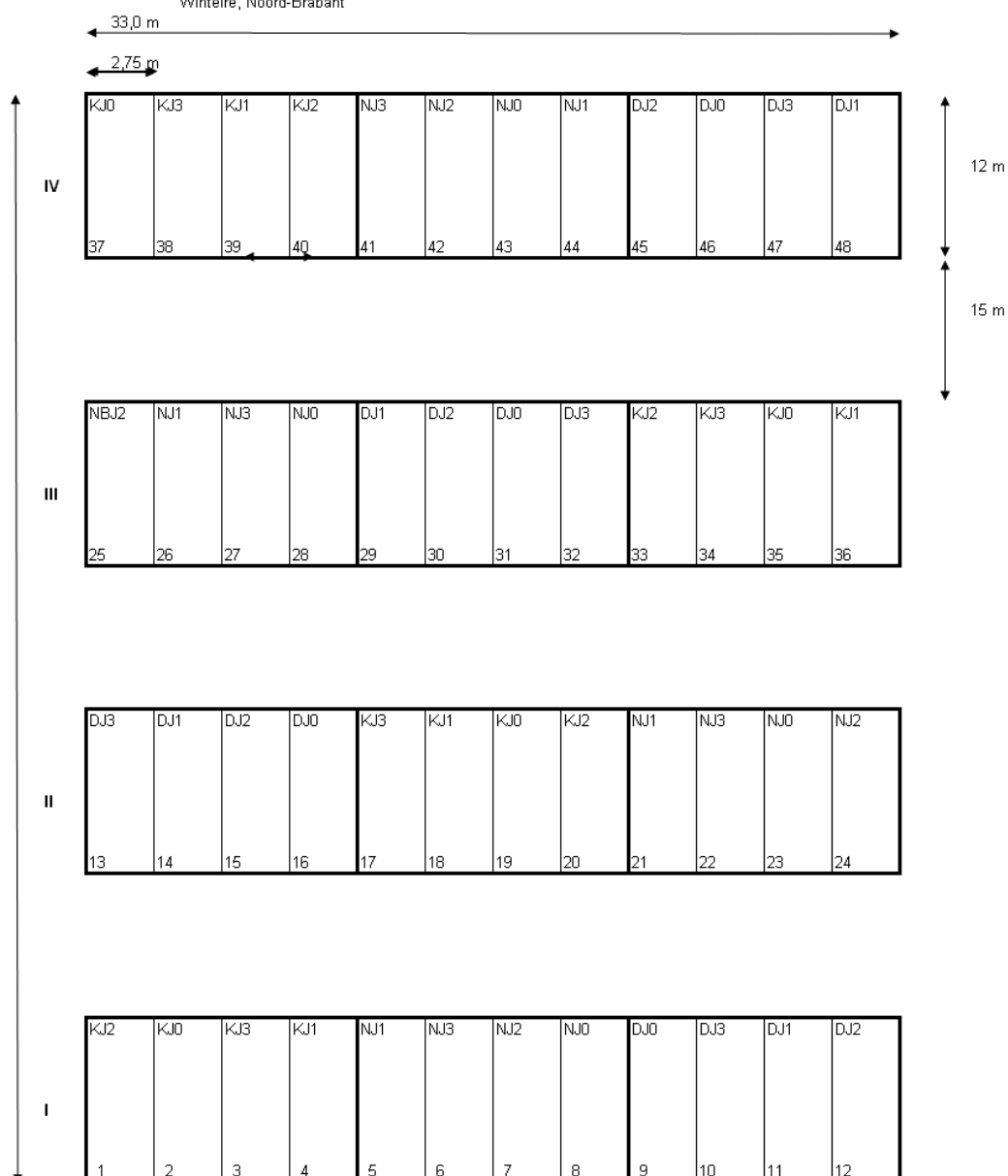
Bijlage I.

Proeveldschema N-werking van dunne fractie, Wintelre 2006

Proeveldschema: N-werking van de natte fractie van mestscheiding op gemaaid grasland

Jaar: 2006
 Locatie: H. Huijbers, Merenweg 1
 5513 NZ Wintelre
 040-2052536 / 06-51498314
 Wintelre, Noord-Brabant

Projectnummer: 3310 32 32 00
 Projectleider: J.J. Schröder



Code verklaring:

(N-kunst)mesttoediening in jaar:

	2006	2007	2008
J0	nee	nee	nee
J1	ja	nee	nee
J2	ja	ja	nee
J3	ja	ja	ja

K kunstmest-N, kalkammonsalpeter

N natte fractie van de MVS scheidingsinstallatie

D onbewerkte mest van de MVS scheidingsinstallatie

Bijlage II.**Weersomstandigheden Wintelre 2006
(data Eindhoven).**

Maand	Decade	Temperatuur (°C)		Neerslag (mm)	
		2006	Norm	2006	norm
Maart	I	2,1	6,0	32,2	23
	II	1,1	6,0	0,3	23
	III	9,0	6,0	34,0	23
April	I	6,6	8,6	19,6	15
	II	9,6	8,6	12,4	15
	III	10,6	8,6	9,1	16
Mei	I	17,2	13,1	2,4	21
	II	15,6	13,1	31,1	21
	III	11,8	13,1	49,8	21
Juni	I	14,8	15,5	0,8	24
	II	19,8	15,5	9,9	25
	III	17,1	15,5	21,3	25
Juli	I	22,7	17,6	12,5	23
	II	22,9	17,6	0,4	23
	III	23,4	17,6	16,6	23
Aug	I	17,1	17,5	43,7	19
	II	16,4	17,5	46,8	19
	III	14,9	17,5	48,3	20
Sept	I	17,4	14,3	5,8	23
	II	18,9	14,3	2,5	23
	III	17,7	14,3	1,0	23
Okt	I	14,2	10,4	46,6	24
	II	13,6	10,4	2,8	24
	III	14,0	10,4	21,2	25

Bijlage III.

Drogestofgehalte (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)

Code		Snedes*				
		1	2	3	4	5
K	Kunstmest	23,9	13,0	23,9	18,1	18,1
N	Dunne fractie	21,5	14,1	24,5	18,6	18,6
D	Drijfmest	21,8	15,1	24,2	19,4	21,7
C	Controle	23,4	23,2	28,5	20,9	23,3

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Bijlage IV.

N-gehalte in drogestof (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)

Code		Snedes*				
		1	2	3	4	5
K	Kunstmest	2,4	3,7	2,7	2,5	3,2
N	Dunne fractie	2,1	3,1	2,3	2,4	3,1
D	Drijfmest	2,3	2,3	2,3	2,4	3,2
C	Controle	2,2	1,6	2,3	2,3	3,1

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

Bijlage V.

P-gehalte in drogestof (%) van gras in relatie tot de bemestingsbehandeling (N werking van dunne fractie, Wintelre, 2006)

Code		Snedes*				
		1	2	3	4	5
K	Kunstmest	0,41	0,36	0,28	0,37	0,41
N	Dunne fractie	0,38	0,32	0,29	0,41	0,45
D	Drijfmest	0,39	0,35	0,34	0,45	0,50
C	Controle	0,39	0,38	0,45	0,45	0,54

* De achtereenvolgende snedes vonden in 2006 plaats op 15 mei, 15 juni, 8 augustus, 12 september en 25 oktober.

