



Bepaling opbrengstschade in wintertarwe bij aanwending van dierlijke mest in het voorjaar op kleigrond

P.H.M. Dekker en J. Paauw

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd, 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Hoofdproductschap Akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS DEN HAAG

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : infoagv@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1. INLEIDING	7
2. RESULTATEN	9
2.1 OPBRENGSTGEGEVENS.....	9
2.2 EFFECT TOEDIENINGSTECHNIEK	10
2.3 INVLOED OP DUIZENDKORRELGEWICHT	13
2.4 ECONOMISCHE AFWEGING	14
CONCLUSIES	15

Samenvatting

In seizoen 2001/2002 is op verzoek van HPA/LTO een veldproef uitgevoerd om de eventuele schade vast te stellen als bij toepassing van dierlijke mest in het voorjaar op kleigrond de mest in wintertarwe dieper of beter moet worden ingewerkt. Als referenties in het onderzoek dienden de kunstmesttoepassing en de toediening van mest met de sleufkouterbemester. Om mest dieper in te werken is gewerkt met een zodebemester met snijdende schijven. Om mest in een tweede werkgang in te werken is gewerkt met de onkruiddeg (Hatzebichler).

Parallel aan de veldproef van het PPO is door het IMAG in de Wieringermeer een proef uitgevoerd naar de ammoniakemissie bij verschillende systemen van mestuitrijden in wintertarwe. De resultaten van beide proeven zijn leidend bij het beoordelen of aanpassing van het BGM ten aanzien van het uitrijden van mest in wintertarwe noodzakelijk of gewenst is.

Er is een geslaagde veldproef uitgevoerd. De mest is bij ideale veld- en weersomstandigheden uitgereden. Onder omstandigheden dat de toplaag droog en hard is, kunnen de resultaten anders uitpakken. De kans op gewasschade door het eggen is dan bijvoorbeeld ook groter.

De proefopzet en de proefuitvoering maken het mogelijk om opbrengstverschillen tussen de objecten veroorzaakt door inwerktechniek, gewasstadium bij het uitrijden van de mest, inwerkschade, schade door insporing en eventuele schade door mindere werking van de stikstof uit de dierlijke mest te kwantificeren. Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Inwerken van de mest door de mest met kouters in de grond te brengen, leidt tot opbrengstschade. Deze inwerkschade is sterk afhankelijk van het groeistadium van de wintertarwe op het moment van mestuitrijden. Bij mesttoepassing in begin van de uitstoelingsfase is er geen of nauwelijks sprake van schade (50 kg/ha). Bij toepassing in een wat latere fase in de uitstoeling is de schade ongeveer 200 kg/ha en bij toepassing in de strekkingsfase is de schade ongeveer 700 kg/ha. De inwerkschade veroorzaakt door de zodebemester is niet groter dan die van de sleufkouterbemester. Dit betekent dat dieper inwerken van de mest in deze veldproef niet tot extra schade heeft geleid.
- Het eggen om na de toediening met de sleufkouterbemester de mest nog beter in te werken, heeft niet geleid tot extra schade.
- Toepassing van dierlijke mest veroorzaakt schade door insporing. Deze insporingsschade is sterk afhankelijk van het gewasstadium van de tarwe. Bij mesttoepassing in de uitstoelingsfase van de tarwe bedraagt in dit onderzoek de insporingsschade ongeveer 200 kg/ha en in de strekkingsfase ongeveer 700 kg/ha. De schade door insporing is in de gekozen wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd, hoger dan in praktijksituaties het geval is. Door de mestmachine in hondengang te laten rijden, door aanpassing van de bandenspanning of door gebruik van het navelstrengsysteem kan de insporingsschade verder beperkt worden.
- Inwerken van de mest in de wielsporen is zowel met de sleufkouterbemester als met de zodebemester moeilijk. De mest blijft niet in de ondiepe geultjes in de wielsporen en gaat vervloeien. Door gebruik van lagere bandenspanning en een betere verdeling van de belasting over een grotere oppervlakte kan het inwerken van de mest in het spoor sterk verbeterd worden.
- Door eggen is de mest ook in het wielspoor goed ingewerkt.
- De werking van stikstof bij voorjaarstoepassing van varkensdrijfmest in wintertarwe is vermoedelijk ongeveer 55%. Dit is te verklaren uit 70% werking van de Nm-fractie en 35% werking van de organisch gebonden N.
- Bij de huidige prijzen is toepassing van dierlijke mest in wintertarwe op kleigrond interessant, mits de mest in de uitstoelingsfase wordt toegediend. Mesttoepassing in de strekkingsfase leidt tot grotere opbrengstschade.

1. Inleiding

De laatste jaren neemt op de kleigrond het mestgebruik in het voorjaar verder toe. Voorjaarstoepassing is in ieder geval om twee redenen van groot belang: betere N-benutting en grotere plaatsingsruimte van dierlijke mest. Bovendien zijn er technische ontwikkelingen (navelstrengsysteem) die de belangstelling voor mesttoepassing in wintertarwe hebben vergroot.

Toepassing van dierlijke mest in het voorjaar leidt tot een aanzienlijk hogere benutting van de mineralen doordat er sprake is van een jong, zich ontwikkelend gewas dat op dat moment veel mineralen opneemt en omdat verliezen in de winterperiode worden voorkomen. Ten tweede is in de nieuwe mestwetgeving voorzien in het introduceren van een stelsel van mestafzetcontracten. Dit houdt in dat veehouders, die niet zelf over voldoende grond beschikken om hun dieren te houden, een mestafzetcontract af moeten sluiten. Met het afsluiten van een mestafzetcontract is er voor de akkerbouwer sprake van een afnameplicht voor de door de veehouder geproduceerde mest. Om het stelsel van mestafzetcontracten te kunnen doen slagen, zal de plaatsingsruimte binnen de akkerbouw zo optimaal mogelijk moeten worden benut. Voorjaarstoepassing speelt daarin een cruciale rol. Normaliter loopt de periode waarin de voorjaarstoepassing plaatsvindt van half maart tot half mei, mede afhankelijk van de weersomstandigheden, de gewassenkeuze en de gewasgroei. In de akker- en tuinbouw kan dan ook veel mest geplaatst worden in het voorjaar.

Bij de voorjaarstoepassing van mest worden vaak andere technieken gebruikt dan bij de najaarstoepassing. Zeker als, in het geval van toepassing in wintertarwe, het een toepassing betreft in een veldgewas en niet op onbeteelde grond. Er is dan veel belangstelling voor toepassing met het navelstrengsysteem (slangenaanvoersysteem). Inwerken van mest is dan veel problematischer. De praktijk is bang voor grote opbrengstschade in de wintertarwe als mest diep ingewerkt moet worden en meent dat diep inwerken ook lang niet altijd nodig is om aan de doelstelling van reductie van ammoniakemissie te voldoen. Gewezen wordt dan op ervaringen bij het gebruik in grasland. Najaar 2001 is door LTO een notitie uitgebracht. Op dit moment ontbreken gegevens over de relatie inwerkdiepte van mest met enerzijds opbrengstschade en anderzijds met ammoniakemissie. In het verleden is slechts een zeer beperkt aantal emissiemetingen gedaan bij mesttoediening in het voorjaar in graan. Bovendien zijn de metingen niet rechtstreeks door te vertalen naar de nieuwe methoden van mesttoediening.

Deze onduidelijkheden zijn aanleiding geweest om nieuw onderzoek te starten naar de mesttoediening op kleigrond in het voorjaar in wintertarwe. De ammoniakemissie en de gewasschade in relatie tot inwerkmethodes van de mest zijn de hoofdthema's van het onderzoek.

PPO onderzocht de gewasschade ten gevolge van de toepassing én het onderwerken van de mest. Het IMAG voerde het onderzoek naar de ammoniakemissie uit. Combinatie van schademetingen en ammoniakmetingen in één veldproef is om proeftechnische redenen niet mogelijk.

Dit rapport doet verslag van het onderzoek dat in seizoen 2001/2002 op het PPO-proefbedrijf in Lelystad in wintertarwe is uitgevoerd.

2. Resultaten

2.1 Opbrengstgegevens

De opbrengstgegevens zijn in dit onderzoek de belangrijkste resultaten. De beoordeling of dieper inwerken van de mest of het eggen in een aanvullende bewerking tot meer schade leidt, wordt via de opbrengst gemeten. De tarwe is bij ideale omstandigheden geoogst. Het vochtgehalte van het graan lag tussen de 12 en 15 procent. Korreluitval is niet opgetreden. Voor iedere opbrengstbepaling is met een proefveldcombine een 16 meter lange strook van 1,6 meter breed geoogst. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. Er zijn per object drie opbrengsten weergegeven: opbrengst tussen de sporen, opbrengst in het spoor en totaal opbrengst. De opbrengst van de tweede zaaidatum was hoger dan die van de eerste zaai.

Tabel 5. **Overzicht van de opbrengsten per object.**

Object		Zaai Datum	Mestgift/ 2 ^e N-gift	Opbrengst in kg/ha bij 16% vocht		
				Tussen de sporen	In het zuivere spoor	Totaal opbrengst bij 25% spoorbreedte
2e N-gift volgens adviesdatum	A	09-okt	19-apr	9478		9478
Sleufkouterbemester met eg	B	09-okt	28-mrt	9602	9280	9521
Sleufkouterbemester	C	09-okt	28-mrt	9558	9045	9430
Zodebemester	D	09-okt	28-mrt	9309	8678	9151
Zodebemester (dichte pijpen)	E	09-okt	28-mrt	9714	9371	9628
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	09-okt	28-mrt	9728	9482	9667
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	09-okt	28-mrt	9788		9788
Sleufkouterbemester met eg	B	09-okt	23-apr	8497	6781	8068
Sleufkouterbemester	C	09-okt	23-apr	8805	6797	8303
Zodebemester	D	09-okt	23-apr	8438	6472	7946
Zodebemester (dichte pijpen)	E	09-okt	23-apr	8768	6999	8326
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	09-okt	23-apr	8853	6448	8252
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	09-okt	23-apr	9524		9524
LSD (P0,05) binnen zaai van 9 oktober				415	638	374
2e N-gift in advies stadium	A	27-nov	08-mei	10073		10073
Sleufkouterbemester met eg	B	27-nov	28-mrt	9958	9244	9779
Sleufkouterbemester	C	27-nov	28-mrt	9886	9113	9692
Zodebemester	D	27-nov	28-mrt	10361	9125	10052
Zodebemester (dichte pijpen)	E	27-nov	28-mrt	10140	9021	9860
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	27-nov	28-mrt	9944	9822	9914
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	27-nov	28-mrt	10088		10088
Sleufkouterbemester met eg	B	27-nov	23-apr	9640	8460	9345
Sleufkouterbemester	C	27-nov	23-apr	9554	8684	9337
Zodebemester	D	27-nov	23-apr	9422	8841	9277
Zodebemester (dichte pijpen)	E	27-nov	23-apr	9433	8815	9279
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	27-nov	23-apr	9561	8776	9365
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	27-nov	23-apr	9881		9881
LSD (P0,05) binnen zaai van 27 november				415	638	374

Opbrengst tussen de sporen

De opbrengst tussen de sporen is apart bepaald. Op deze wijze kunnen de toedieningstechnieken met elkaar worden vergeleken (los van de insporing). Daarnaast kunnen ze vergeleken worden met het kunstmestobject (G) om te beoordelen in hoeverre de inwerktechniek opbrengstschade geeft. Bij opbrengstvergelijking tussen de sporen geldt bij vergelijking van de objecten binnen dezelfde zaaidatum een Isd van 415 kg per ha. Vergelijking van objecten met verschillende zaaidatum is niet mogelijk, omdat de factor zaaidatum in enkelvoud is uitgevoerd.

Opbrengst in het zuivere spoor

In deze kolom (tabel 5) is de opbrengst bepaald in het zuivere spoor. De objecten A en G (kunstmestobjecten) hebben geen insporing. Bij deze objecten is volstaan met de 'opbrengst buiten het spoor'.

De proefveldcombine is weliswaar breder dan het spoor, maar daarop is de opbrengst gecorrigeerd. Voor de correctie is gebruik gemaakt van de opbrengst tussen de sporen van hetzelfde veldje. De opbrengstderving in het spoor hangt enerzijds af van het type band en de bandenspanning, anderzijds van het gewicht van de totale machine. De getallen in deze kolom moeten dan ook zodanig benaderd worden. De gemeten verschillen tussen sleufkouterbemester en zodebemester zijn niet volledig toe te schrijven aan systeemverschillen van inwerken van de mest, maar zijn mede bepaald door factoren die met de gebruikte uitvoering van de machines samenhangen.

Bij opbrengstvergelijking in het spoor geldt bij vergelijking van de objecten binnen dezelfde zaaidatum een Isd van 638 kg per ha. Vergelijking van objecten met verschillende zaaidatum is niet mogelijk, omdat de factor zaaidatum in enkelvoud is uitgevoerd.

Totaal opbrengst

De totaal opbrengst is berekend uit de opbrengsten "tussen het spoor" en de opbrengst "in het spoor". Voor beide machines is in de berekening uitgegaan van een bereiden oppervlakte van 25%, m.a.w. een bandbreedte van 75 cm bij een werkbreedte van 3 meter. De volgende berekening is uitgevoerd:

Totaal opbrengst = $(\frac{3}{4} \times \text{opbrengst tussen spoor}) + (\frac{1}{4} \times \text{opbrengst in het spoor})$. Bij de objecten A en G (kunstmest) komt de opbrengst tussen het spoor overeen met de totaal opbrengst.

Bij opbrengstvergelijking van de totaal opbrengst geldt bij vergelijking van de objecten binnen dezelfde zaaidatum een Isd van 374 kg per ha. Vergelijking van objecten met verschillende zaaidatum is niet mogelijk, omdat de factor zaaidatum in enkelvoud is uitgevoerd.

Gemiddeld over het gehele proefveld (2 zaaidata en 2 tijdstippen van mestuitrijden) gaf het kunstmestobject (N-bemesting op tijdstip van mestuitrijden) een opbrengst van 9820 kg/ha en deze opbrengst was betrouwbaar hoger dan die van de mesttoepassingen. De gemiddelde opbrengst van de sleufkouterbemester was 9190 kg/ha, van de sleufkouterbemester met eg 9179 kg/ha en van de zodebemester 9107 kg/ha. Deze gemiddelde opbrengsten gaan echter voorbij aan het feit dat er sprake was van een duidelijk effect van het groeistadium op het moment van mestuitrijden.

Er is gemiddeld over de vier proefsituaties geen verschil in opbrengst tussen de drie mesttoepassingen. Per zaaidatum/datum mesttoepassing combinatie lijken er wel enige verschillen te bestaan, maar deze zijn niet betrouwbaar ($P=0,05$).

2.2 Effect toedieningstechniek

Een belangrijke onderzoeksvraag is of toepassing van de zodebemester tot grotere schade leidt dan bij de sleufkouterbemester en de vraag of de bewerking met de onkruideg om de mest in te werken tot meer schade leidt. Verwacht mag worden dat de risico's op schade toenemen naarmate de mest in een later gewasstadium wordt uitgereden. De resultaten, vermeld in tabel 5, geven al aan dat tussen de drie objecten van mesttoepassing geen betrouwbare verschillen in opbrengst bestaan. Dieper inwerken van de mest of het eggen heeft niet geleid tot lagere opbrengsten

Opbrengstschade wordt veroorzaakt door schade toegebracht door de kouters om de mest in de grond te werken en schade van het insporen. Ook moet rekening worden gehouden met een eventuele mindere werking van de mest of misschien zelfs een positief resteffect van de mest. Om de mogelijke verklaringen

van opbrengstverschillen tussen de objecten te kunnen vaststellen, zijn daarom van ieder veldje aparte opbrengstbepalingen gedaan van de stroken tussen de sporen en het gedeelte in het spoor. De schade door insporing wordt mede bepaald door bandbreedte, bandenspanning en sporenpatroon van mestmachine en trekker. De twee beproefde mestmachines met bijbehorende trekkers verschilden wat dat aangaat nog al van elkaar. De absolute schade door insporing moet daarom met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Opbrengstvergelijking van de objecten van het gedeelte tussen de sporen is daarom ook belangrijk.

Vertaling proefveldresultaten naar andere praktijksituaties

In praktijksituaties kan er met minder insporing gewerkt worden. Zeker als er met lagere bandenspanning gewerkt wordt of als in hondengang (trekker en mestmachine) gereden wordt. De opbrengst van de mesttoepassingen zal dan liggen tussen de opbrengst van het onbereden gedeelte en de opbrengst op basis van 25% insporing (totaal-opbrengst). In tabel 6 is dit weergegeven.

Bij opbrengstvergelijking van de objecten op basis van de onbereden stroken komt het volgende naar voren. Het object kunstmesttoepassing op datum van mestuitrijden heeft gemiddeld voor de vier deelproeven (zaaidata/data mest uitrijden) een opbrengst van 9820 kg/ha en deze opbrengst is betrouwbaar hoger dan die van de mesttoepassingen. Gemeten tussen de sporen heeft het object sleufkouterbemester een opbrengst van 9451 kg/ha, sleufkouterbemester met eg van 9424 kg/ha en de zodebemester een opbrengst van 9382 kg/ha. Tussen de mesttoepassingen bestaan bij beide presentaties van de resultaten geen verschillen in opbrengst. Ook in situaties met minder insporing leidt dieper inwerken van de mest of eggen niet tot lagere opbrengsten.

Tabel 6. **Gemiddelde proefveldopbrengst (combinaties van 2 zaaidata en 2 tijdstippen van mestuitrijden) van onbereden gedeelte en van totaal opbrengst op basis van 25% spoorbreedte.**

Object		Opbrengst in kg/ha in onbereden gedeelte	Opbrengst in kg/ha gebaseerd op 25% spoorbreedte
Kunstmesttoepassing	G	9820	9820
Sleufkouterbemester met eg	B	9424	9179
Sleufkouterbemester	C	9451	9190
Zodebemester	D	9382	9107
LSD (P=0,05)		187	208

Schade door insporing, inwerken van de mest en mindere N-werking

De proefopzet en proefuitvoering maakt het mogelijk om het verschil in opbrengst veroorzaakt door mesttoepassing toe te delen aan insporing, inwerken met de kouters en stikstofwerking van de mest. De objecten E, F en G hebben dezelfde kunstmestgift gehad, die overeen kwam met de te verwachten N-werking van de mest in de objecten B, C en D. Van ieder veldje is tevens een aparte opbrengstbepaling uitgevoerd van het gedeelte in het spoor en dat tussen de sporen. De analyse van de opbrengstverschillen is weergegeven in de tabellen 7, 8, 9, 10 en 11. De gedetailleerde gegevens zijn weergegeven in bijlage 1 en bijlage 2.

Tabel 7 geeft het cumulatieve effect van alle schadefactoren aan. Tussen de sleufkouterbemester en de zodebemester komt geen duidelijk verschil naar voren bij vergelijking van mesttoediening in verschillende gewasstadia. Bij beide machines is de schade in een jong tarwegewas beperkt en in een verder ontwikkeld gewas sterk.

Gemiddeld voor het gehele proefveld (4 combinaties van zaaidata/data mestuitrijden) heeft toepassing van dierlijke mest geleid tot een opbrengstverlies van 678 kg/ha. Het gaat om het effect in relatie tot het gewasstadium op het moment van mestuitrijden.

Bij mesttoepassing bij een gewashoogte van 5 tot 10 cm bedraagt de opbrengstschade ongeveer 200 kg/ha, bij een gewaslangte van ongeveer 15 cm is dit 500 kg/ha en bij een gewaslangte van 30 cm is dit 1500 kg/ha.

Tabel 7. **Totaal schade door toepassing van dierlijke mest.**

Opbrengstvergelijking op basis van 25% bereiden oppervlakte		Opbrengstverlies tarwe in kg/ha				Gemiddeld
		Zaaidatum 9 oktober		Zaaidatum 27 november		
Object		Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	
Sleufkouterbemester met eg	G-B	267	1456	309	536	642
Zodebemester	G-D	636	1578	36	604	714
	gemiddeld	452	1517	172	570	678

Schade door insporing

In tabel 8 is de schade door insporing weergegeven. Deze gegevens zijn gebaseerd op opbrengstvergelijking van de opbrengsten tussen het spoor en die van in het spoor van de objecten B en F (sleufkouterbemester met eg) en Den E (zodebemester). De gegevens van tabel 8 zijn een bewerking van die in tabel van bijlage 1. Tussen de beide bemestingsmethoden is geen verschil in schade door insporing, wel is het groeistadium van de tarwe van belang. Bij toepassing van mest in de uitstoelingsfase is er sprake van 100 tot 200 kg /ha opbrengstschade en bij toepassing in de strekkingsfase van ongeveer 500 kg/ha.

Tabel 8. **Schade door insporing.**

Opbrengstverschil in gedeelte tussen de sporen en gedeelte in het spoor op basis van 25% spoorbreedte		Opbrengstverlies tarwe in kg/ha				Gemiddeld
		Zaaidatum 9 oktober		Zaaidatum 27 november		
Object		Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	
Sleufkouterbemester met eg	(B+F)/2	71	515	105	246	234
Zodebemester	(D+E)/2	122	467	294	150	258
Gemiddeld		96	491	199	198	246

Schade door inwerken van de mest

In tabel 9 is de schade door inwerken van de mest met de kouters en het eggen weergegeven. Deze gegevens zijn gebaseerd op opbrengstvergelijking van het kunstmestobject (object G) met die van de bemestingsobjecten waar met dichte pijpen is gewerkt en dezelfde kunstmestgift is gegeven als aan object G. Het is gebaseerd op de opbrengsten tussen de sporen. Tussen de beide bemestingsmethoden is geen verschil in schade door inwerken van de mest, wel is het groeistadium van de tarwe van belang. Bij toepassing van mest in de uitstoelingsfase is er sprake van 100 tot 400 kg/ha opbrengstschade en bij toepassing in de strekkingsfase van ongeveer 700 kg/ha.

Tabel 9. **Schade door inwerken.**

Opbrengstverschil gebaseerd op opbrengstvergelijking tussen de sporen		Opbrengstverlies tarwe in kg/ha				Gemiddeld
		Zaaidatum 9 oktober		Zaaidatum 27 november		
Object		Mest toepassing 28 maart	Mest Toepassing 23 april	Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	
Sleufkouterbemester met eg	G-F	60	671	144	320	299
Zodebemester	G-E	74	756	-52	448	307
Gemiddeld		67	714	46	384	303

Schade door mindere N-werking van de dierlijke mest

Uit de resultaten blijkt dat de stikstof uit de dierlijke mest minder heeft gewerkt dan waar vanuit is gegaan. Uitgegaan was van een 90% werking van de Nm-fractie en een werking van 35% van de organisch gebonden N. Deze conclusie is te trekken uit de opbrengstvergelijking van gebruik mestmachines met mest met mestmachines gewerkt met dichte pijpen (tabel 10). Het is opvallend dat de mindere N-werking noch afhangt van de mestpartij (28 maart versus 23 april) noch van de mestmachine (sleufkouterbemester met eggen en zodebemester), maar gekoppeld is aan het perceel (zaaidatum). Dit kan alleen verklaard worden uit de groenbemester. Op de perceelshelft waar de tarwe op 9 oktober is gezaaid, heeft slechts een korte periode een groenbemester gestaan en deze is tevens vroeg ondergewerkt. Vermoedelijk is de mindere N-werking vanuit de groenbemester bij de vroege zaai net kritisch geweest en bij de late zaai niet. De veronderstelling dat voor de werking van de mest voor de Nm-fractie kan worden uitgegaan van 90% is dus te hoog geweest. Mede gelet op het resultaat van de emissiemetingen van ammoniak door het IMAG (parallelproef in de Wieringermeer) mag verondersteld worden dat de werking van de Nm-fractie ongeveer 70 tot 75% is geweest. Wanneer de N-werking van de mest lager is, moet er meer mest gedoseerd worden om tot een gift van 100 kg werkzame N te komen.

Tabel 10. Mindere werking van stikstof in dierlijke mest.

Opbrengstvergelijking gebruikmakend van de objecten met dichte pijpen		Opbrengstverlies tarwe in kg/ha				Gemiddeld
		Zaaidatum 9 oktober		Zaaidatum 27 november		
Object		Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	
Sleufkouterbemester met eg	F-B	145	184	134	20	121
Zodebemester	E-D	477	380	-192	2	167
Gemiddeld		311	282	-29	11	144

2.3 Invloed op duizendkorrelgewicht

Bij de oogst is van ieder subveldje (tussen de sporen en in het spoor) een monster genomen voor bepaling van het duizendkorrelgewicht. In tabel 11 zijn de resultaten weergegeven voor de situaties tussen de sporen, in het zuivere spoor en voor de berekende situatie dat 25% van de oppervlakte bereiden is. De tarwe gezaaid op 27 november heeft een duidelijk hoger duizendkorrelgewicht dan die van de zaai van 9 oktober. Dit moet vermoedelijk worden toegeschreven aan het verschil in Septoria-aantasting. De vroege zaai had hier meer van te lijden.

In het spoor van de mestmachine blijft de tarwe duidelijk fijner. Dit is vooral het geval bij de mesttoepassing van 23 april in de zaai van 9 oktober. Deze tarwe was op het moment van mestaanwending reeds in de strekkingsfase. De opbrengstschade die bij dit object is vastgesteld, is voor een groot gedeelte te verklaren uit het lagere duizendkorrelgewicht. Dit is enigszins verrassend omdat op het oog er ook sprake was van een geringer aantal aren.

Er is geen systematisch verschil in duizendkorrelgewicht tussen de verschillende methoden van mestaanwending (sleufkouterbemester versus zodebemester). Wel lijkt de toepassing van dierlijke mest tot een iets hoger korrelgewicht te hebben geleid (de vergelijking van object D met E en de vergelijking B met F).

Tabel 11. Duizendkorrelgewicht in gram bij 16% vocht.

Object		Zaai Datum	Mestgift/ 2 ^e N-gift	Duizendkorrelgewicht		
				Tussen de sporen	In het zuivere spoor	Gemiddeld bij 25% spoorbreedte
2e N-gift volgens adviesdatum	A	09-okt	19-apr	46		46
Sleufkouterbemester met eg	B	09-okt	28-mrt	47	43	46
Sleufkouterbemester	C	09-okt	28-mrt	48	42	47
Zodebemester	D	09-okt	28-mrt	46	47	46
Zodebemester (dichte pijpen)	E	09-okt	28-mrt	45	44	45
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	09-okt	28-mrt	47	42	46
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	09-okt	28-mrt	45		45
Sleufkouterbemester met eg	B	09-okt	23-apr	47	39	45
Sleufkouterbemester	C	09-okt	23-apr	46	41	45
Zodebemester	D	09-okt	23-apr	47	41	45
Zodebemester (dichte pijpen)	E	09-okt	23-apr	45	42	44
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	09-okt	23-apr	46	37	44
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	09-okt	23-apr	48		48
2e N-gift in advies stadium	A	27-nov	08-mei	48		48
Sleufkouterbemester met eg	B	27-nov	28-mrt	52	48	51
Sleufkouterbemester	C	27-nov	28-mrt	51	52	51
Zodebemester	D	27-nov	28-mrt	50	54	51
Zodebemester (dichte pijpen)	E	27-nov	28-mrt	49	48	49
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	27-nov	28-mrt	48	48	48
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	27-nov	28-mrt	49		49
Sleufkouterbemester met eg	B	27-nov	23-apr	50	52	51
Sleufkouterbemester	C	27-nov	23-apr	52	51	52
Zodebemester	D	27-nov	23-apr	52	51	52
Zodebemester (dichte pijpen)	E	27-nov	23-apr	48	47	48
Sleufkouterbemester met eg (dichte pijpen)	F	27-nov	23-apr	48	48	48
2e N-gift op tijdstip mestaanwending	G	27-nov	23-apr	50		50

2.4 Economische afweging

Het project richt zich weliswaar op het vaststellen of dieper inwerken van dierlijke mest of het eggen als tweede werkgang tot extra schade leidt, maar de resultaten geven ook informatie of en wanneer toepassing van dierlijke mest economisch aantrekkelijk is.

Bij de navolgende berekening zijn daarvoor de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. de prijs van de mest en de kosten van het uitrijden van de mest is 0 €.
2. de waarde van de mest voor de akkerbouwer op basis van de mineralensamenstelling is 6 € per ton
3. er wordt 25 ton mest per ha uitgereden
4. de opbrengstprijzen van de tarwe is 11 € per 100 kg

Bij deze uitgangspunten kan een tarweteler een opbrengstreductie van 1300 kg per ha tolereren. Gelet op de resultaten van de veldproef is toepassing van dierlijke mest in de uitstoelingsfase van de tarwe zondermeer aantrekkelijk. In de strekkingsfase van de tarwe kan de mesttoepassing economisch negatief uitpakken.

Bij andere uitgangspunten kan deze berekening uiteraard tot andere resultaten leiden.

Conclusies

Uit het onderzoek dat in seizoen 2001/2002 op het PPO-proefbedrijf in Lelystad is uitgevoerd, zijn een aantal conclusies te trekken. Bedacht moet worden dat dit de conclusies zijn van een veldproef die onder ideale weers- en bodemomstandigheden is uitgevoerd. Onder omstandigheden dat de toplaag droog en hard is, kunnen de resultaten anders uitpakken. De kans op gewasschade door het eggen is dan bijvoorbeeld ook groter.

De proefopzet en de proefuitvoering maken het mogelijk om opbrengstverschillen tussen de objecten veroorzaakt door inwerktechniek, gewasstadium bij het uitrijden van de mest, inwerkschade, schade door insporing en eventuele schade door mindere werking van de stikstof uit de dierlijke mest te kwantificeren. De volgende conclusies kunnen uit deze veldproef getrokken worden:

- Inwerken van de mest door de mest met kouters in de grond te brengen, leidt tot opbrengstschade. Deze inwerkschade is sterk afhankelijk van het groeistadium van de wintertarwe op het moment van mestuitrijden. Bij mesttoepassing in begin van de uitstoelingsfase is er geen of nauwelijks sprake van schade (50 kg/ha). Bij toepassing in een wat latere fase in de uitstoeling is de schade ongeveer 200 kg/ha en bij toepassing in de strekkingsfase is de schade ongeveer 700 kg/ha. De inwerkschade veroorzaakt door de zodebemester is niet groter dan die van de sleufkouterbemester. Dit betekent dat dieper inwerken van de mest in deze veldproef niet tot extra schade heeft geleid.
- Het eggen om na de toediening met de sleufkouterbemester de mest nog beter in te werken, heeft niet geleid tot extra schade.
- Toepassing van dierlijke mest veroorzaakt schade door insporing. Deze insporingsschade is sterk afhankelijk van het gewasstadium van de tarwe. Bij mesttoepassing in de uitstoelingsfase van de tarwe bedraagt in dit onderzoek de insporingsschade ongeveer 200 kg/ha en in de strekkingsfase ongeveer 700 kg/ha. De schade door insporing is in de gekozen wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd, hoger dan in praktijksituaties het geval is. Door de mestmachine in hondengang te laten rijden, door aanpassing van de bandenspanning of door gebruik van het navelstrengsysteem kan de insporingsschade in praktijksituaties verder beperkt worden.
- Inwerken van de mest in de wielsporen is zowel met de sleufkouterbemester als met de zodebemester moeilijk. De mest blijft niet in de ondiepe geultjes in de wielsporen en gaat vervloeien. Door gebruik van lagere bandenspanning en een betere verdeling van de belasting over een grotere oppervlakte kan het inwerken van de mest in het spoor vermoedelijk al sterk verbeterd worden.
- Door eggen is de mest ook in het wielspoor goed ingewerkt.
- De werking van stikstof bij voorjaarstoepassing van varkensdrijfmest in wintertarwe is vermoedelijk ongeveer 55%. Dit is te verklaren uit 70% werking van de Nm-fractie en 35% werking van de organisch gebonden N.
- Bij de huidige prijzen is toepassing van dierlijke mest in wintertarwe op kleigrond interessant, mits de mest in de uitstoelingsfase wordt toegediend. Mesttoepassing in de strekkingsfase leidt tot grotere opbrengstschade.

Bijlage 1

Uitwerking opbrengstgegevens van de objecten B, D, E, F en G om verschillen in opbrengst toe te kunnen rekenen naar de schadefactoren insporing, inwerken van de mest, mindere N-werking

Tabel 1

Gemiddelde geheel proefveld	Opbrengst in kg/ha		
	drijf mest	kunst mest	Negatief Bewerkingseffect
Sleufkouterbemester met eg (object B en F)	9179	9299	
Zodebemester (object D en E)	9107	9273	
Gemiddelde bemestingsmachines	9143	9286	534
Kunstmeststrooier (object G)	-	9820	
negatief bemestingseffect		143	

zaai 9 oktober, mesttoepassing 28 maart	Opbrengst in kg/ha		
	drijf mest	kunst mest	Negatief Bewerkingseffect
Sleufkouterbemester met eg (object B en F)	9521	9667	
zodebemester (object D en E)	9152	9628	
gemiddelde bemestingsmachines	9336	9647	141
Kunstmeststrooier (object G)		9788	
negatief bemestingseffect		311	

zaai 9 oktober, mesttoepassing 23 april	Opbrengst in kg/ha		
	drijf mest	kunst mest	negatief Bewerkingseffect
Sleufkouterbemester met eg (object B en F)	8068	8252	
zodebemester (object D en E)	7946	8326	
gemiddelde bemestingsmachines	8007	8289	1235
Kunstmeststrooier (object G)		9524	
negatief bemestingseffect		282	

zaai 27 november, mesttoepassing 28 maart	Opbrengst in kg/ha		
	drijf mest	Kunst Mest	negatief Bewerkingseffect
Sleufkouterbemester met eg (object B en F)	9779	9914	
zodebemester (object D en E)	10052	9860	
gemiddelde bemestingsmachines	9916	9887	
Kunstmeststrooier (object G)		10088	201
negatief bemestingseffect		-29	

zaai 27 november, mesttoepassing 23 april	Opbrengst in kg/ha		
	drijf mest	Kunst Mest	negatief Bewerkingseffect
Sleufkouterbemester met eg (object B en F)	9345	9365	
zodebemester (object D en E)	9277	9279	
gemiddelde bemestingsmachines	9311	9322	559
Kunstmeststrooier (object G)		9881	
negatief bemestingseffect		11	

uitsplitsing naar zaaidatum en datum mesttoepassing

	negatief bewerkings effect	negatief bemestings effect	negatief totaal effect
gemiddelde mesttoepassing 28 maart	171	141	312
gemiddelde mesttoepassing 23 april	897	147	1044
gemiddelde zaaidatum 9 oktober	688	297	985
gemiddelde zaaidatum 27 november	380	-9	371

Tabel 2. Opbrengstverschil in kg/ha tussen opbrengst tussen de sporen en opbrengst in het spoor.

Object		Zaaidatum 9 oktober		Zaaidatum 27 november	
		Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april	Mest toepassing 28 maart	Mest toepassing 23 april
Sleufkouter met eg	B	322	1716	714	1181
Sleufkouter met eg	F	246	2405	122	785
Zodebemester	D	631	1965	1236	580
Zodebemester	E	343	1769	1119	618

Bijlage 3

Aanwending van dierlijke mest in het voorjaar op beteeld bouwland

Onderstaande notitie is op initiatief van LTO-Nederland tot stand gekomen. Dit heeft plaats gevonden in nauw overleg met de ministeries LNV en VROM, CUMELA Nederland, NAV, DLV en de onderzoeksinstituten IMAG en PPO.

Ontwikkelingen

Mede als gevolg van de invoering van Minas AT, het stelsel van mestafzetcontracten en de ontwikkeling van aanwendingstechnieken is de toepassing van dierlijke mest in het voorjaar op beteeld bouwland sterk toegenomen.

Voorjaarstoepassing is in ieder geval om twee redenen van groot belang. Ten eerste in het kader van Minas AT. Toepassing van dierlijke mest in het voorjaar leidt tot een aanzienlijk hogere benutting van de mineralen doordat er sprake is van een jong, zich ontwikkelend gewas dat op dat moment veel mineralen opneemt. Ten tweede is in de nieuwe mestwetgeving voorzien in het introduceren van een stelsel van mestafzetcontracten. Dit houdt in dat veehouders die niet zelf over voldoende grond beschikken om hun dieren te houden een mestafzetcontract af moeten sluiten. Met het afsluiten van een mestafzetcontract is er voor de akkerbouwer sprake van een afnameplicht voor de door de veehouder geproduceerde mest. Om het stelsel van mestafzetcontracten te kunnen doen slagen zal de plaatsingsruimte binnen de akkerbouw zo optimaal mogelijk moeten worden benut. Voorjaarstoepassing speelt daarin een cruciale rol. Normaliter loopt de periode waarin de voorjaarstoepassing plaatsvindt van half maart tot half mei, mede afhankelijk van de weersomstandigheden en de gewasgroei.

Wettelijk kader

In bijlage II behorende bij het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen 1998 (BGDM) is een beschrijving van emissiearm aanwenden van mest op bouwland, braakland of niet beteelde grond opgenomen. Beteelde grond wordt gerekend tot bouwland. De bepalingen zijn als volgt omschreven:

- A- Tegelijkertijd met het uitrijden van de mest dient deze in de grond te worden gebracht. Daarbij dient gebruik te worden gemaakt van apparatuur waarmee de mest uitsluitend in de grond wordt gebracht in sleufjes. Deze sleufjes mogen geen grotere breedte hebben dan 5 cm. Of
- B- De mest dient in maximaal twee direct opeenvolgende werkgangen te worden uitgereden en ondergewerkt en wel zodanig dat op de betreffende percelen altijd ofwel zichtbaar een uitrijactiviteit plaatsvindt, ofwel zichtbaar een onderwerkactiviteit plaatsvindt. De mest dient na het op de grond brengen ofwel in de grond te zijn gebracht, ofwel intensief met de grond te zijn vermengd, zodat de mest als zodanig niet meer zichtbaar op het grondoppervlak ligt.

Uitvoeringsinstructie

In overleg tussen de Ministeries van LNV en VROM, LTO, Cumela en NAV en met advies van de onderzoeksinstituten IMAG en PPO en ook DLV is overeengekomen dat voor voorjaar 2002 gewerkt wordt langs de lijn van het BGDM. Dit vertaalt zich in een uitvoeringsinstructie waarbij ingezet wordt op het gebruik van sleufkoutersystemen in combinatie met een techniek (eg, triltandjes of kooiwieltjes) waarbij de mest met de grond wordt vermengd. Het resultaat van de emissie-arme aanwending is leidend. Toediening van de mest via 'slangetjes' die door of over het gewas lopen zal verder niet worden toegestaan.

De volgende twee opties zijn mogelijk:

Indien de mest in sleufjes van niet breder dan 5 cm in de grond wordt gebracht is het gebruik van een techniek voor vermenging met de grond gezien de bepalingen in het BGDM wettelijk niet nodig (bepaling -A-).

In de overige situaties dient de mest in maximaal twee direct opeenvolgende werkgangen te worden uitgereden en ondergewerkt en wel zodanig dat op de betreffende percelen altijd ofwel zichtbaar een uitrijactiviteit plaatsvindt, ofwel zichtbaar een onderwerkactiviteit plaatsvindt. De mest dient na het op de grond brengen ofwel in de grond te zijn gebracht, ofwel intensief met de grond te zijn vermengd, zodat de

mest als zodanig niet meer zichtbaar op het grondoppervlak ligt. Gezien het belang van het zoveel mogelijk reduceren van de emissie van ammoniak zal in deze situatie voorgeschreven worden gebruik te maken van een techniek waarbij de mest met de grond wordt vermengd (bepaling -B-).

NB:

Het resultaat van de bovengenoemde toepassingen (optie 2) dient vergelijkbaar te zijn met het resultaat wanneer er op niet betaalde gronden mest wordt uitgereden en vervolgens wordt ingewerkt.

Nadrukkelijk dient gesteld te worden dat het resultaat leidend is. In de handhaving zal dit punt dan ook van groot belang zijn. De uitvoeringsinstructie zal worden opgenomen in het handhavingprotocol van de AID.

Vanuit de lijn dat het resultaat leidend is, zijn de volgende aanwendingstechnieken een kansrijke optie:

Bepaling -A-

Zodebemester

Bepaling -B-

Sleufkouter in combinatie met techniek die zorgt voor afdekking van de mest c.q. vermenging met de grond. Gezien het te behalen resultaat dient de mest in eerste instantie met de sleufkouter in de grond te worden gebracht. Vervolgens kan de mest met een eg of triltanden met de grond worden vermengd. Het uiteindelijke resultaat is mede afhankelijk van een juiste afstelling van de machine. Ook kan er met deze werkwijze gemiddeld niet meer dan 20 à 25 m³ mest per ha worden toegepast.

Aanwendingstechnieken die in één werkgang toegepast kunnen worden hebben de voorkeur (minder gewasschade, gemakkelijkere handhaving).

NB.-1-De mestaanvoer via het zgn. navelstrengsysteem (centraal aanvoer van mest via het sleepslangenaanvoersysteem) kan er voor zorgen dat de kans op gewas- en structuurschade verminderd wordt.

Onderzoek

In 2002 zal middels emissieonderzoek door het IMAG en teeltonderzoek door het PPO het effect van genoemde maatregel worden vastgesteld. Daarbij gaat het om de emissiereductie enerzijds en de effecten ten aanzien van de gewasgroei en –opbrengsten anderzijds. Financiering van het emissieonderzoek vindt plaats door LNV/VROM terwijl de financiering van het teeltonderzoek voor rekening van het bedrijfsleven is. Als 0-referentie wordt voor het emissieonderzoek het volvelds uitrijden (ketsplaat) op niet betaalde grond genomen.

Vervolgtraject

De resultaten van het onderzoek van IMAG en PPO zullen leidend zijn voor wat betreft de uitvoeringsinstructie of een eventuele aanpassing van het BGDM vanaf 2003.

Door partijen wordt ingezet op de zogenaamde best beschikbare techniek. Door fabrikanten en constructeurs wordt gewerkt aan aanpassing of vernieuwing van aanwendingstechnieken waarmee het resultaat nog verder geoptimaliseerd wordt. In het onderzoek zal zoveel mogelijk op deze technieken worden ingespeeld.

Naast dit traject zal er ook doorgewerkt worden aan certificering van mest (KIWA classificering). Gebleken is dat de kwaliteit van mest ook een relatie heeft met het optreden van ammoniakemissie.