



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's

Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 140

Propro Noord-Brabant

ARCHIEF
Voorlichting

Werkgroep Mestinjectie

September 1992

Colofon

Uitgever:

Proefstation voor de Rundveehouderij,
Schapehouderij en Paardenhouderij (PR),
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad

Redactie:

Afdeling Voorlichting
van het PR,
J. Loonen

Drukker:

Drukkerij de Boer
Lelystad

Niets uit dit rapport mag zonder overleg
met het Proefstation worden overgenomen

ISSN 0169-3689

Eerste druk 1992/oplage 150

De onderzoekcentra



Dit rapport is uitsluitend verkrijgbaar
door storting van f 25,- op Postbank
nr. 2307421 van het Proefstation PR,
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad met
vermelding: Rapport nr. 140.

Referaat

Propro – Propro Noord Brabant
(PR-rapport 140)/Werkgroep Mestinjectie -
Lelystad, 1992.

Tijdsbesteding emissie-arme mesttoediening en
nauwkeurigheid dosering. Effecten op graszode en
gevolgen voor kwaliteit. Gebruik BemestingsAdvies-
Programma. Meningingen van veehouders.

Trefw.: Propro, tijdsbesteding, effecten, mesttoediening,
grasland, BAP, meningingen.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)
Lelystad

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

PROPRO NOORD-BRABANT

(Samenvatting drie jaar onderzoek emissie-arme mesttoediening)

(Summary of three years research into low-emission slurry application)

Eindrapport Werkgroep Mestinjectie

EINDRAPPORT WERKGROEP MESTINJECTIE
ONDERZOEKRESULTATEN 1989-1991

Tijdbesteding als één van de kostenfactoren van emissie-arme mesttoediening en de nauwkeurigheid van de mestdosering

Effecten emissie-arme mesttoediening op graszode en gevolgen voor graskwaliteit

Gebruik BemestingsAdviesProgramma

Meningen veehouders emissie-arme mesttoediening

Onder verantwoording van: Werkgroep Mestinjectie PROPRO Noord-Brabant

CABO-DLO Verslag 161

IMAG-DLO Rapport 92-8

PR Rapport 140

Redactie:

J.W.G.M. Loonen (eindredacteur: PR)

J.H. Geurink (CABO-DLO)

H. Hoekstra (IMAG-DLO)

J.F.M. Huijsmans (IMAG-DLO)

H. Snijders (IKC-V en M)

September 1992

VOORWOORD

Met het voorliggende rapport wordt een periode van 3 jaar onderzoek naar de praktijkinpasbaarheid van emissie-arme mesttoediening op grasland afgesloten. Aanvankelijk was het de bedoeling om alleen aandacht te besteden aan mestinjectie, omdat bekend was dat daarmee een nagenoeg emissieloze mesttoediening kon worden gerealiseerd. Echter, gaandeweg het onderzoek werd duidelijk dat ook zode-injectie en zodebemesting in de praktijk meer en meer opgang deden. Zodoende werd door de werkgroep Mestinjectie besloten om de scope te verbreden en ook die technieken in het onderzoek te betrekken. De resultaten van de drie onderzoeksjaren zijn neergeschreven in dit rapport. Uit de informatie mag blijken dat de werkgroep een verstandige keuze heeft gemaakt door niet alleen aandacht te besteden aan mestinjectie. Door in het onderzoek een vergelijking tussen de verschillende technieken uit te voeren, is een goed beeld verkregen van de "plussen en minnen" van elk van de technieken in een objectief onderzoek. Duidelijk is geworden dat emissie-arme mesttoediening in de praktijk op zandgronden goed mogelijk is. Voor nadere informatie daarover beveel ik het rapport dan ook gaarne bij u ter lezing aan.

Het werk van de werkgroep Mestinjectie zit erop. Gezien de frequentie en inhoud van de vergaderingen, alsmede de deelname en inzet van de werkgroepleden aan de vergaderingen mag worden gesteld, dat het project vanuit dat oogpunt het project succesvol is geweest. Belangrijker was het echter te constateren en te horen, dat steeds goede voortgang en resultaten werden geboekt, de sfeer in het PROPRO-gebied goed was en de contacten tussen de uitvoerend onderzoekers en de veehouders bijzonder positief waren. Alle deelnemers aan het deelproject Mestinjectie hebben aan het goede eindresultaat van het onderzoek bijgedragen. Het valt derhalve wat zwaar om de band, die in de zin van het deelproject gegroeid is, te moeten doorknippen. Vanaf deze plaats bedank ik graag eenieder die aan het deelproject Mestinjectie een bijdrage heeft geleverd.

Ir. G.J. Monteny

Voorzitter Werkgroep Mestinjectie

SAMENVATTING

In 1988 werd begonnen met de voorbereidingen voor een PRaktijkOnderzoekPROject Beperking Ammoniakemissie Veehouderijbedrijven Noord-Brabant; PROPRO. Een van de deelprojecten in dat kader was Mestinjectie, dat in 1989 werd gestart en in 1991 is beëindigd.

In 3 jaar is onderzoek uitgevoerd naar de belangrijkste aspecten van de inpasbaarheid op bedrijfsniveau in de praktijk van mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting. In het eerste jaar werd alleen mestinjectie toegepast, in het tweede jaar kwam daar zode-injectie bij en in 1991 zodebemesting. De proef is uitgevoerd op ruim 400 ha grasland. In 1989 en 1990 vond het onderzoek plaats op alle percelen die steekproefsgewijs beoordeeld werden, in 1991 is een systeemvergelijkingsproef opgezet waarbij 130 ha grasland intensief beoordeeld werd.

Onderzoeksaspecten waren de tijdbesteding, nauwkeurigheid van de dosering (mestgift per ha), effecten op de graszode en de gevolgen voor de graskwaliteit, het BemestingsAdviesProgramma (BAP) en het peilen van de ervaringen en meningen van de veehouders over emissie-arme mesttoediening. In dit rapport wordt over deze aspecten een overzicht van drie jaar onderzoek gegeven.

Tijdbesteding en mestdosering emissie-arme mesttoediening

In het PROPRO-onderzoek is gedurende drie jaar emissie-arme mesttoediening toegepast. De kosten voor de uitvoering van emissie-arme mesttoediening in loonwerk worden voor de veehouder bepaald door de uurkosten en de tijdsduur die de werkzaamheden in beslag nemen. Om meer inzicht te krijgen in deze kosten zijn tijdwaarnemingen verricht aan de bemestingswerkzaamheden van de loonwerker.

In 1989 is gewerkt met een injecteur gekoppeld aan een tank met een inhoud van 6 m³. De tijd voor de werkzaamheden was gemiddeld 81 minuten en varieerde van 70 tot 100 minuten per ha bij een mestdosering van 40 m³/ha. Dit is exclusief de transporttijd voor de aanvoer van de mest naar het perceel. Ondanks de aanvoer van de mest naar het perceel was gemiddeld 48% van de tijd benodigd voor het injecteren en het keren en 52% voor het transport en vullen van de tanks.

In 1990 is gewerkt met een injecteur gekoppeld aan een tank met een inhoud van 22 m³. De mest is door de injecteur zelf bij de mestkelder of silo gehaald en/of aangevoerd met een tweede tank naar een tussenopslag aan de rand van het perceel. Voor een mestgift van 40 m³/ha was de gemiddelde totale tijd voor het werk per ha 60 minuten met een variatie van 52 tot 75 minuten. De transporttijd per tank vice versa naar de tussenopslag bedroeg gemiddeld 3 minuten en naar de mestkelder of silo 6 minuten. Het aandeel van het transport en vullen van de tanks bedroeg ca 30% van de totale werktijd op het veld.

In het vervolgonderzoek in 1991 werden de mestgiften gemeten om meer inzicht te verkrijgen in de werkelijke giften en de daarbij behorende transport- en vultijden. In dat jaar werd gewerkt met een zelfrijdende machine met afwisselend een mestinjecteur, zodeinjecteur en zodebemester. De werkbreedte van deze machines was respectievelijk 3, 4,2 en 5,6 m en de mestgift respectievelijk 40, 25 en 20 m³/ha. De belangrijkste conclusie was dat ongeacht de toedieningstechniek de capaciteit in m³ mest per uur gelijk was, namelijk 40 m³ per uur (alleen veldwerk). Een mestdosering met een afwijking van minder dan 10% bleek goed haalbaar.

De tijd benodigd voor emissie-arme mesttoediening vertoonde in de drie jaren een grote spreiding ten gevolge van de sterk wisselende praktijkomstandigheden in dit onderzoek. Modelberekeningen zijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de kosten van mesttoediening en de keuze voor het gebruik van een tussenopslag.

Effect op de graszode en gevolgen voor de graskwaliteit

Praktijkonderzoek is gedaan naar de kwaliteit van emissie-arme mesttoediening en de invloed hiervan op het grasland. Op een representatief aantal percelen (steekproef) is de kwaliteit van de technieken beoordeeld. Dit gebeurde aan de hand van een aantal criteria nl. slipsporen, insporing, afwerking, verbrokkeling, besmeuring, diepte en sluiting van de sleuven, verdroging, verbranding en vaststellen zodekwaliteit. De beoordeling van de proefpercelen vond gedurende het seizoen afhankelijk van de gekozen techniek drie tot vijf keer plaats.

Het bleek dat de eerste twee onderzoeksjaren relatief ongunstige jaren waren voor mest- en zode-injectie gedurende het groeiseizoen, vanwege de droogte in deze periode. Zowel bij mestinjectie als bij zode-injectie gedurende het groeiseizoen (ongeveer half april tot eind juni) werd verdroging en verbranding van het gras langs de injectiesleuven vastgesteld. Op een klein aantal percelen leidde dit tot blijvende schade aan de zode. Het is gebleken dat schade voorkomen kon worden door het toepassen van beregening. Na mestinjectie in het vroege voorjaar (van ongeveer half februari tot half april) werd nauwelijks verdroging van het gras geconstateerd.

Bij mestinjectie gaven slipsporen, insporing en verbrokkeling van de zode langs de injectiesleuven geen blijvende schade aan de zode.

Gedurende het groeiseizoen werd er gemiddeld een lichte teruggang van de zodekwaliteit geconstateerd, wat vooral een gevolg was van een natuurlijke slijtage van de zode.

Als alternatief voor mestinjectie in de zomer zijn zodebemesting en in iets mindere mate zode-injectie geschikt. De kans op verdroging en zodebeschadiging is gering. Maar ook voor de eerste snede kunnen deze technieken worden toegepast. Vooral zode-injectie vond veel toepassing vanwege de mogelijkheid om grotere hoeveelheden te kunnen doseren. Bovendien waren in het voorjaar geen schadelijke gevolgen vastgesteld als gevolg van

toepassing van deze technieken.

Daarnaast werden van een aantal representatieve percelen grasmonsters genomen na emissie-arme mesttoediening ter vaststelling van eventuele negatieve effecten hiervan op de diergezondheid (kopziekte en nitraatvergiftiging). Hiertoe werd per proefperceel van de eerste en tweede en derde snede na de emissie-arme mesttoediening een grasmonster genomen.

Op grond van de minerale samenstelling van het gras werd vastgesteld dat vooral in de eerste snede na mestinjectie de magnesiumvoorziening van het rundvee onvoldoende kan zijn en dat in de tweede en derde snede het nitraatgehalte te hoog was.

Als gevolg van een tweede gift in het groeiseizoen kan ook dan door hoge stikstof- en kaliumgehaltes de magnesiumvoorziening in het gedrang komen ondanks een ruime aanwezigheid van magnesium. Na zodebemesting en zode-injectie in het groeiseizoen was het nitraatgehalte vooral te hoog (derde snede).

BemestingsAdviesProgramma

Het BemestingsAdviesProgramma (BAP), geëxploiteerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, is toegepast voor de advisering van de graslandbemesting. De veehouder verstrekke in het vroege voorjaar en gedurende het groeiseizoen gegevens over het graslandgebruik en de -bemesting. Aan de hand hiervan en met de grondanalyse werd met het BAP een bemestingsadvies per snede gegeven.

Met het BAP kan goed rekening worden gehouden met de werkzame N uit dierlijke mest en kan de N-gift uit kunstmest hieraan aangepast worden.

Uit een totaaloverzicht van de uitgevoerde bemestingen bleek dat de bemestingsadviezen van het BAP (nog) niet volledig opgevolgd worden. Bovendien was de variatie groot. Wel daalde het gebruik van stikstof, in 1991 werd 28 kg N per ha minder gegeven dan in 1989. Dit kwam vooral door de sterke daling van het kunstmestgebruik. Het gebruik van dierlijke mest nam toe waardoor niet alleen meer stikstof uit dierlijke mest werd toegediend maar ook meer fosfaat en kalium. Vooral die laatste twee werden daardoor in te grote hoeveelheden toegediend.

In 1991 is ook gekeken naar de effecten op de bemestingstoestand van de bodem in PROPRO en is de kwaliteit van de mest bepaald. Het gehalte aan stikstof en vooral kalium in de mest liep op terwijl de bemestingstoestand van de bodem zich stabiliseerde of licht daalde.

Vooraf het juist gebruiken en toepassen van BAP en de verstrekke adviezen gebeurde nog niet voldoende. Soms werden adviezen niet volledig opgevolgd en overschreden. Hierdoor was er sprake van suboptimale bemesting gedurende het seizoen maar ook per snede.

Resultaten enquêtes

In september 1989 is elke deelnemer geïnterviewd over de ervaringen met mestinjectie. Daarnaast is een schriftelijke enquête gehouden onder de BAP-gebruikers. Over het algemeen is positief geoordeeld over mestinjectie en BAP, voorlichting en begeleiding blijft echter noodzakelijk voor acceptatie in de praktijk.

In 1991 werden opnieuw enkele enquêtes gehouden om de meningen na drie jaar onderzoek vast te leggen.

De deelnemers waren positief over emissie-arme mesttoediening en verwachtten weinig problemen bij het toepassen daarvan op bedrijfsniveau. Op enkele bedrijven kwamen schade-effecten aan de zode voor als gevolg van het toepassen van deze technieken. Over het onderzoek en de uitvoering daarvan was men goed te spreken en werd het nut ervan ingezien.

BAP werd door de deelnemers beschouwd als een goed hulpmiddel om de bemesting uit te voeren. Een aantal deelnemers had enige problemen bij het praktische gebruik hiervan.

SUMMARY

In 1988 a project was started with the objective to reduce the emission of ammonia from animal production in the Province of North Brabant. It was called the PROPRO project, after 'Praktijk-Onderzoek-PROject Beperking Ammoniakemissie Veehouderijbedrijven Noord Brabant'. In 1989 a subproject dealing with slurry injection was started, which was completed in 1991.

In a period of three years, research was carried out on the major aspects of incorporating tine injection, shallow injection and sward injection on farms. In the first year, only tine injection was examined, shallow injection was added in the second year, and sward injection in 1991. A total area of more than 400 ha grassland was involved in the experiments. In 1989 and 1990 the experiments were carried out on all plots which were evaluated at random, whereas in 1991 the systems were compared in a scheme in which an area of 130 ha grassland was evaluated intensively.

Research aspects were the time requirement and accuracy of application rate (quantity of slurry per hectare), effects on sward and grass quality, the fertilizer recommendation programme (Bemestings-Advies-Programma, BAP) and the collection of the experiences and opinions of farmers on low-emission techniques. The present report provides a summary of these aspects based on three years research.

Time requirement and low-emission application rates

Within the PROPRO project research into low-emission slurry application was carried out for a period of three years. The farm costs for having low-emission slurry application carried out on contract depend on the hourly costs and time required for the job to be performed. To gain better insight into these costs, the slurry application operations by the contractor were subjected to time observations.

In 1989 the operations were carried out with injection equipment attached to a 6-m³ tanker. With an application rate of 40 m³/hectare the time requirement for the job averaged 81 min/hectare, with a variation between 70 and 100 min. This figure does not include the transport time for delivering the slurry to the field. Despite the slurry being delivered to the field, on average 48% of the time was needed for injecting and manoeuvring, while 52% was for transport and filling of the tankers.

In 1990 the operations were carried out with injection equipment attached to a 22-m³ tanker. The slurry was collected by the same machine from the slurry pit or silo, and/or delivered by a second tanker to a transfer point on the field headland. With an application rate of 40 m³/hectare the time requirement for the operations averaged 60 min/hectare, with a variation between 52 and 75 min. The transport time per tanker vice versa from the transfer point on the field headland averaged

3 min and from the slurry pit or silo 6 min. About 30% of the total operating time on the field was needed for transport and filling the tankers.

In the follow-up research in 1991 the application rates were measured to gain a better insight into the actual amounts applied and the corresponding transport and filling times. In 1991 a self-propelled field tanker was used, alternately equipped for tine injection, shallow injection and sward injection. The working widths of these machines were 3, 4.2 and 5.6 m, and their application rates 40, 25 and 20 m³/hectare respectively. The main conclusion here was that the quantity applied per hour was the same, irrespective of application technique, namely 40 m³/h (fieldwork only). An application rate with a deviation of less than 10% proved well feasible.

During the three years of research, the time requirement for low-emission application showed a considerable variation because of the very different practical conditions under which the experiments were carried out. Model calculations have been carried out to obtain a better insight into the costs of slurry application and into the option of making use of a transfer point on the field headland.

Effects on sward and grass quality

Practical research has been carried out into the quality performance of low-emission slurry application and its effects on the grassland. The quality performance of the techniques was assessed on a representative (random) sample of plots. This was done on the basis of a range of criteria, such as wheelslip, rutting, finish of headland, crumbling, soiling, depth and closure of injection slots, die-back (desiccation, scorching) and sward quality. The experimental plots were assessed three to five times during the season, depending on the technique selected.

The first two years of experiments proved to be rather unfavourable for tine and shallow injection during the growing season because of the dry weather at the time. Both for tine injection and shallow injection desiccation and scorching (grass die-back) were observed along the slots during the growing season (about mid-April till the end of June). On a small number of plots this resulted in lasting sward damage. Applying overhead irrigation appeared to prevent damage. After tine injection early in spring (about mid-February till mid-April) hardly any grass desiccation under dry conditions was observed.

With tine injection wheelslip, rutting and sward crumbling along the slots did not result in lasting sward damage.

During the growing season, on average a slight decrease in sward quality could be observed, which was especially due to natural wear of the sward.

Useful alternatives to tine injection in the summer are sward injection and, to a slightly lesser

extent, shallow injection. The risk of grass desiccation and sward damage is small. These techniques can also be used for the first cut. Especially shallow injection was much used because it allows larger quantities to be applied. Furthermore, no harmful effects resulting from the use of these techniques were observed in spring.

Furthermore, grass samples were taken from a number of representative plots subject to low-emission application in order to establish any unfavourable effects of the grass quality on animal health (lactation tetany and nitrate poisoning). To this end, grass samples were taken from the first, second and third cuts of experimental plots after the low-emission application of slurry.

The analysis of the grass showed that magnesium supply to cattle can be insufficient, especially in the first cut after tine injection, and that the nitrate content was too high in the second and third cuts.

A second application in the growing season may lead to high nitrogen and potash contents which endangers the magnesium supply despite the fact that magnesium is amply present. And after sward injection and shallow injection in the growing season, especially the nitrate content was too high (in third cut).

Fertilizer recommendation programme (BAP)

The fertilizer recommendation programme (Bemestings-Advies-Programma, BAP), which is run by the Laboratory for Soil and Crop Testing, is used to issue fertilizer recommendations for grassland. Early in spring and during the growing season, farmers provided information on grassland use and plant nutrition. On the basis of this information and the soil analysis, using the BAP programme, fertilizer recommendations were issued for each cut.

With the BAP programme the active N in animal manure can be taken into consideration in order to calculate the amount of N to be applied in chemical fertilizer.

From an overall survey of nutrient applications it appeared that the BAP fertilizer recommendations are not (yet) being fully observed. Furthermore, there was a great variation. It has to be stated, however, that in 1991 less N was given (28 kg N per hectare) than in 1989. This fact was especially effectuated by the strong decrease in chemical fertilizer use. More manure was applied so that not only more N from manure was applied but also more phosphate and potash. Consequently, especially the latter two were applied excessively.

In 1991 the effects on soil nutrient availability were also regarded within the PROPRO project and the quality of slurry was determined. The N and especially K contents in the slurry rose whereas the soil nutrient availability stabilized or dropped slightly.

The BAP programme and the recommendations were not yet correctly applied and observed. In some cases, fertilizer recommendations were partly exceeded. As a consequence, plant nutrition was sub-optimal, not only throughout the season, but also for individual cuts.

Results of inquiries

In September 1989 each participant was interviewed about the experiences with slurry injection. In addition, questionnaires were collected from BAP users. Reactions on slurry injection and the BAP programme were generally positive, though advice and guidance remain necessary to improve acceptance in practical farming.

A few more inquiries were held in 1991 to record the opinions after three years of research. The participants were positive about low-emission slurry application techniques and do not expect many problems where the introduction on farms is concerned. A few farms experienced sward damage due to these techniques. As regards the research as such and the way it had been carried out people were satisfied, and its usefulness was recognized.

The participants considered the BAP programme a useful tool and a basis for plant nutrition activities. A few of them had experienced some difficulty in its practical use.

A list of translations of captions for tables, figures and appendix is given from page 91 on.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	1
2. Tijdbesteding als één van de kostenfactoren van emissie-arme mesttoediening en de nauwkeurigheid van de mestdosering	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Resultaten tijdwaarnemingen aan injecteur met 6 m ³ tankwagen (1989)	5
2.3. Resultaten tijdwaarnemingen aan injecteur met 22 m ³ tankwagen (1990)	9
2.4. Resultaten tijdwaarnemingen aan mestinjecteur, zode-injecteur en zodebemester met 10 m ³ zelfrijdende combinatie (1991)	14
2.5. Resultaten onderzoek nauwkeurigheid mestdosering injecteur, zode-injecteur en zodebemester met 10 m ³ zelfrijdende combinatie (1991)	22
2.6. Modelberekeningen en toepassing van tussenopslag en tweemanssysteem	24
2.7. Conclusies	25
2.8. Evaluatie	27
3. Emissie-arme mesttoediening: kwaliteit van uitvoering, effecten op de graszode en de minerale samenstelling van het gras	28
3.1. Inleiding	28
3.2. Resultaten graslandonderzoek 1989	30
3.3. Resultaten graslandonderzoek 1990	35
3.4. Resultaten graslandonderzoek 1991	43
3.5. Evaluatie	51
4. Bemestingspraktijk vergeleken met BAP-adviezen bij mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting	53
4.1. Inleiding	53
4.2. BemestingsAdviesProgramma in 1989	55
4.3. BemestingsAdviesProgramma in 1990	59
4.4. Grond- en mestmonstergegevens en gebruik BAP in 1991	64
4.5. Evaluatie	71

5. Ervaringen veehouders met emissie-arme mesttoediening en het BemestingsAdviesProgramma	73
5.1. Inleiding	73
5.2. Resultaten interview mestinjectie 1989	74
5.3. Resultaten enquête gebruik BAP 1989	76
5.4. Resultaten enquêtes 1991-1992	77
5.4.1. Zomer 1991	77
5.4.2. Herfst 1991	77
5.4.3. Voorjaar 1992	80
5.4.4. Interpretatie resultaten enquêtes 1991	81
5.4.5. Conclusies	84
5.5. Evaluatie	85
6. Conclusies	87
Literatuur	89
Bijlage 1: samenstelling werkgroep Mestinjectie	

1. INLEIDING

De verzuring is reeds enige jaren een actueel probleem. Een niet onaanzienlijk deel van deze verzuring wordt veroorzaakt door de emissie van ammoniak uit dierlijke mest.

In 1988 is een onderzoekprogramma (Anonymus, 1989a) opgesteld, gericht op de aanpak van de ammoniakemissie vanuit de Nederlandse landbouw, en geïntegreerd in het reeds lopende - door de overheid en het landbouwbedrijfsleven gecoördineerde en gefinancierde - mestonderzoekprogramma (FOMA). Eén van de onderdelen van het geïntegreerde onderzoekprogramma is het PRaktijkOn-derzoekPROject voor de beperking van de ammoniakemissie op veehouderijbedrijven, het zgn. PROPRO Noord-Brabant. Dit praktijk-onderzoekproject is opgebouwd uit een aantal deelprojecten die worden uitgevoerd in het proefgebied Moergestel/Oisterwijk.

Onderzoek heeft aangetoond dat de ammoniakemissie na het uitbrengen van dierlijke mest op grasland bijna geheel kan worden voorkomen door de mest te injecteren (Wadman, 1988). Mede op basis van dat uitgangspunt is, onder begeleiding van de PROPRO-werkgroep Mestinjectie, in 1988 begonnen met de voorbereidingen voor een deelproject Mestinjectie. (De samenstelling van de werkgroep is vermeld in de bijlage). Dit deelproject is erop gericht om een aantal belangrijke aspecten van de inpasbaarheid bij de toepassing van mestinjectie in de praktijk te onderzoeken. In de jaren 1989 en 1990 is op een groot aantal bedrijven in het proefgebied mest middels injectie aan grasland toegediend. Per jaar werd ca 400 ha grasland geïnjecteerd. Mede onder invloed van praktijkontwikkelingen werd in 1990 ook zode-injectie toegepast. Een belangrijk uitgangspunt daarbij was dat ook met zode-injectie een aanzienlijke reductie van de ammoniakemissie wordt gerealiseerd.

Mede door verdere ontwikkelingen en de introductie van de zodebemester is in 1991 is een systeemvergelijkingsproef opgezet waarin zowel mestinjectie, zode-injectie als zodebemesting werden vergeleken (met alleen gebruik van dunne rundermest). Op ongeveer 130 ha zijn deze technieken in het voorjaar en in het groeiseizoen toegepast en beoordeeld.

Tijdens de drie onderzoeksjaren zijn de emissie-arme mesttoedieningstechnieken uitvoerig onderzocht. Onderzoek is uitgevoerd naar de tijdbehoefte voor de uitvoering van de werkzaamheden bij emissie-arme mesttoediening en in 1991 is ook de nauwkeurigheid van de dosering tijdens het gebruik van deze technieken vastgesteld. Daarnaast is onderzocht wat de gevolgen zijn voor de graszode, hoe de graszode zich in het seizoen ontwikkelde wanneer emissie-arme mesttoediening meerdere keren werd toegepast. Ook is de minerale samenstelling van gras bepaald om de gevolgen voor de graskwaliteit vast te bepalen. Om de bemesting optimaal af te kunnen stemmen aan de toegepaste emissie-arme technieken is gebruik gemaakt van het BemestingsAdviesProgramma, in het later stadium is ook het gebruik van BAP door de deelnemers geanalyseerd en de toegepaste bemesting vastgelegd. Tot slot is door middel van een aantal enquêtes de mening gevraagd bij de

deelnemers over het project, de emissie-arme mesttoedieningstechnieken en het gebruik van BAP.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de onderzoekresultaten die in de jaren 1989, 1990 en 1991 zijn verzameld. Hierin komen de hierboven genoemde onderzoekaspecten aan de orde, te weten:

- Tijdbesteding uitvoering mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting en de nauwkeurigheid van de mestdosering (hoofdstuk 2);
- Kwaliteit mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting en effecten op het gras en graskwaliteit (hoofdstuk 3);
- BemestingsAdviesProgramma (hoofdstuk 4);
- Ervaringen van de veehouders (hoofdstuk 5).

De resultaten van de jaren per onderdeel worden uitvoerig beschreven met conclusies waarna een evaluatie over de drie jaren wordt gegeven.

Voorafgaande aan dit eindrapport is in 1991 een interimrapport verschenen (Snijders et al, 1991) met daarin de resultaten na twee jaar onderzoek met aanbevelingen voor verder onderzoek.

Over de resultaten van de deelonderzoeken zijn afzonderlijke, meer uitvoerige, rapporten verschenen die ieder onderzoekjaar afzonderlijk beschrijven. In het literatuuroverzicht staan alle publicaties vermeld.

2. Tijdbesteding als één van de kostenfactoren van emissie- arme mesttoediening en de nauwkeurigheid van de mestdosering

2.1. Inleiding

Een onderdeel van PROPRO was het vaststellen van de tijdbehoeftte voor de uitvoering van de werkzaamheden bij emissie-arme mesttoediening. Deze tijdbehoeftte vormt een belangrijk onderdeel van de kosten van emissie-arme mesttoediening. Naast de tijdwaarnemingen in 1989, 1990, en 1991 is in 1991 tevens per perceel de nauwkeurigheid van de mestdosering van de toedieningstechnieken bepaald.

Vanwege de hoge investeringskosten van een bemestingscombinatie zal de emissie-arme mesttoediening vaak in loonwerk worden uitgevoerd. De loonwerker kan de mesttoedieningsapparatuur meer uren per jaar inzetten dan een veehouder, waardoor de uurkosten van de machine beperkt blijven. Het in loonwerk uit laten voeren van emissie-arme mesttoediening brengt voor de veehouder de loonwerkkosten met zich mee. Het loonwerkstarief is veelal een uurtarief. De totale loonwerkkosten voor de uitvoering van de bemestingswerkzaamheden zijn opgebouwd uit:

- uurkosten van de machine(s) en de loonwerker
- de benodigde tijd voor de uitvoering van de werkzaamheden

De uurkosten van het loonwerk zijn een vast gegeven voor de veehouder. De veehouder heeft er daarom belang bij dat de werkzaamheden vlot kunnen verlopen, zodat de kosten voor hem beperkt blijven. Een goede verkaveling, goede toegankelijkheid van de percelen en van de mestopslag, homogene mest en een goede organisatie van de aanvoer van de mest kunnen de benodigde tijd voor de bemesting bekorten en verlagen daarmee de kosten.

Voor de loonwerker is de benodigde tijd per perceel van belang om een keuze te maken voor een bemestingssysteem met voldoende capaciteit dat het beste bij zijn klantenkring in de regio past. Hierbij moet o.a. rekening worden gehouden met de ligging van de percelen, transport over de weg, de gevraagde capaciteit in een bepaalde periode en de concurrentie.

De benodigde tijd voor de uitvoering van de werkzaamheden is afhankelijk van een groot aantal factoren, zoals lengte en breedte van het perceel, vorm van het perceel, rijsnelheid en werkbreedte van het werktuig (theoretische capaciteit), voorraad op het werktuig (tankgrootte), grondsoort en bodemgesteldheid, mestdosering etc.

Met betrekking tot de werkorganisatie bij emissie-arme mesttoediening wordt vaak onderscheid gemaakt in de methode waarop de mest naar het perceel wordt aangevoerd. De emissie-arme mesttoedieningswerkzaamheden kunnen worden uitgevoerd als:

éénmans-systeem :

één man verzorgt met de combinatie bemestingsmachine en tank alle werkzaamheden te weten de mesttoediening en de aanvoer van de mest.

twee- of meermans-systeem :

een man blijft met de bemestingsmachine op het perceel. De aanvoer van de mest naar het perceel wordt uitgevoerd door een tweede tank met chauffeur (evt. ook een derde) en tijdelijk opgeslagen in een tank of container aan de rand van het perceel. Een andere mogelijkheid is dat de aangevoerde mest rechtstreeks wordt overgepompt in de tank van de toedieningsapparatuur.

Van 1989 tot en met 1991 zijn tijdwaarnemingen verricht aan de bemestingswerkzaamheden. Het onderzoek is uitgevoerd met het doel meer inzicht te verkrijgen in de tijd, benodigd voor de uitvoering van emissie-arme mesttoediening en in de factoren die dit beïnvloeden. Hiertoe is, in een steekproef, op een aantal percelen van veehouders die deelnamen aan het PROPRO-deelproject 'Mestinjectie' de benodigde tijd voor alle bemestingswerkzaamheden geregistreerd, uitgesplitst naar bemesting, keren, transport en vullen van de tank.

Het onderzoek is in 1989 op 16 percelen (25 ha) en in 1990 op 25 percelen (37 ha) uitgevoerd. In 1991 werd onderzoek gedaan op 74 geselecteerde percelen (104 ha). De gemiddelde perceelgrootte bedroeg in de drie onderzoekjaren 1,5 ha. Deze grootte komt goed overeen met de gemiddelde perceelgrootte in het gebied. De bemestingswerkzaamheden in het onderzoek zijn steeds door dezelfde loonwerker uitgevoerd.

In 1989 en 1990 zijn de waarnemingen verricht aan een mestinjecteur, in 1991 zijn waarnemingen verricht aan een mestinjecteur, een zode-injecteur en een zodebemester.

Naast de tijdbesteding is in 1991 ook de mestdosering onderzocht. In 1989 en 1990 werd uitgegaan van de opgegeven mestgift. In 1991 is per perceel de werkelijk gedoseerde mestgift van de verschillende toedieningstechnieken gemeten.

In het volgende worden de opzet en de resultaten van het onderzoek, uitgevoerd door het DLO-Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO), kort weergegeven. Voor een uitgebreide beschrijving van de afzonderlijke onderzoekjaren wordt verwezen naar Huijsmans (1991) en Hoekstra en Huijsmans (1992).

2.2. Resultaten tijdwaarnemingen aan injecteur met 6 m³ tankwagen (1989)

Inleiding

In 1989 zijn de injectiewerkzaamheden met een injecteur uitgevoerd, gekoppeld aan een pomptankwagen met een inhoud van 6 m³ getrokken door een trekker met een vermogen van 107 kW. De tijdwaarnemingen voor het injectiewerk zijn op 16 percelen met een gezamenlijke oppervlakte van 25 ha uitgevoerd.

Op de meeste percelen is de mest met een tweede tank aangevoerd en is gebruik gemaakt van een voorraadcontainer voor tussenopslag aan de rand van het veld. In een enkel geval is de mest door de injectiecombinatie zelf uit de naast gelegen mestkelder gehaald.

In het volgende zal worden ingegaan op de tijd benodigd voor het injectiewerk, het keren, het transport en het vullen van de tank.

Injectie

De gemiddelde tijd voor de injectie bedroeg 28 minuten per ha bij een mest-gift van 40 m³ per ha en varieerde van 25 tot 31 minuten. De spreiding in de injectietijd bij de verschillende percelen werd bepaald door het verschil in de rijsnelheid die op de percelen mogelijk was. De rijsnelheid was gemiddeld 7,4 km/h en varieerde van 6,3 tot 9,6 km/h. Deze spreiding kon in het algemeen worden verklaard door de bodemcondities op het moment van de injectie en het meer of minder diep injecteren van de mest (trekkrachtbehoefte).

Tussen de verschillende hoogten van de opgegeven mestgiften is weinig verschil geconstateerd in de spreiding van de injectietijd. Door de keuze van het pomptoerental werd de mestdosering afgestemd op de rijsnelheid.

Keren

De keertijd op de kopakkers bedroeg gemiddeld 11 minuten per ha en varieerde van 4 tot 15,5 minuten per ha. De perceelvorm en afmetingen en de aanwezigheid van garen bepaalden voor een belangrijk deel de grote spreiding in de keertijd.

Transport, aan- en afkoppelen van slangen en vullen

Bij de meeste percelen is de mest naar het perceel aangevoerd door een tweede tank. De tijd voor de aanvoer was niet in het onderzoek opgenomen. Per tank is de totale tijd bepaald van het transport van en naar de tussenopslag op het veld, het aan- en afkoppelen van de slangen en het vullen.

Deze totale vultijd vertoonde een grote spreiding van 33 tot 54 minuten per ha bij een mestgift van 40 m³ per ha. De gemiddelde tijd bedroeg 42 minuten. Bij de mestgift van 20-25 m³ per ha bedroeg de tijd gemiddeld 25 minuten.

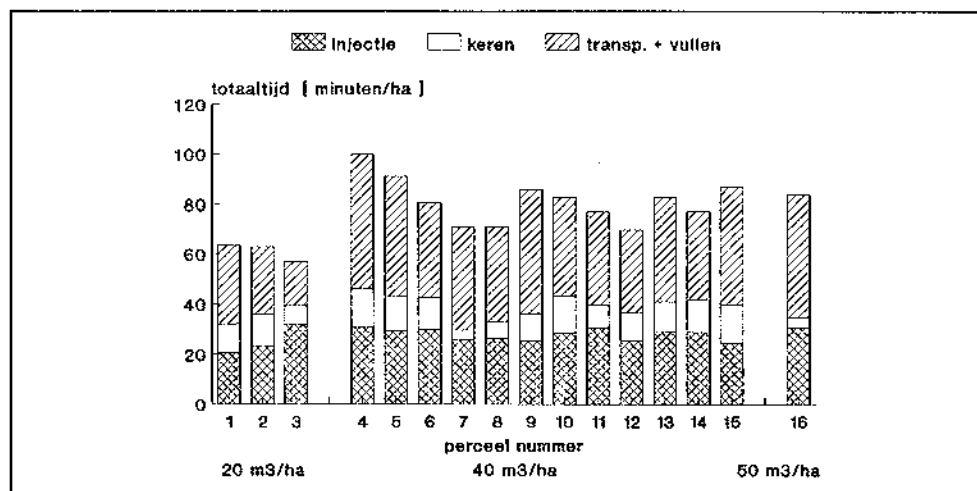
De spreiding in de vultijd is te verklaren, doordat de maximale tankinhoud niet geheel werd benut en door de spreiding in tijd voor het aan- en afkoppelen van de slangen, de transporttijd naar de (tussen-)opslag en de pomptijd voor het vullen van de tank.

Wanneer wordt uitgegaan van de opgegeven mestgift en grootte van het perceel is het minimum aantal te vullen tanks te berekenen. In de meeste gevallen zal een tank nooit geheel worden gevuld of leeggereden. De tank wordt niet maximaal gevuld door onvoldoende vacuüm of ter voorkoming van overlopen. Het niet geheel leegrijden van de tank is het gevolg van het op het kopeind bij de tussenopslag bijvullen van de tank alvorens verder te injecteren. Dit wordt gedaan om onnodige schade door extra keren en transport op het veld te voorkomen. De maximale tankinhoud zal daarom niet geheel worden benut. De tankinhoud is gemiddeld over alle percelen voor 82% benut, echter met een grote spreiding. Een kleine tankvulling kan betekenen dat meer keren moet worden gevuld dan noodzakelijk zou zijn bij benutting van de maximale tankinhoud. Bij het vullen van de tank gaat telkens tijd verloren met het aan- en afkoppelen van slangen en het transport naar de opslag.

In dit onderzoek (1989) is geen splitsing gemaakt tussen de tijd voor het vullen, het aan- en afkoppelen van slangen en het transport op het veld, zodat het aandeel van deze factoren niet aan te geven is. In het onderzoek in 1990 is deze splitsing wel gemaakt (zie 2.3).

Totale werktijd

De totale tijd per ha voor de verschillende werkzaamheden is bepaald exclusief de tijd benodigd voor de aanvoer van de mest naar de tussenopslag met een tweede tank. Deze totaal tijd is in figuur 1 gegeven met de onderverdeling naar de verschillende werkzaamheden. In tabel 1 is de (afgeronde) gemiddelde tijd per ha vermeld.



Figuur 1: Totaal benodigde tijd voor injectie, keren, transport en vullen van de tank (tankinhoud 6 m³) per ha per perceel bij een opgegeven mestgift van 20, 40 en 50 m³ per ha (exclusief aanvoer van mest naar het perceel) in 1989

Tabel 1: Gemiddelde benodigde tijd [minuten] per hectare voor injectie, keren, transport en vullen van de tank (tankinhoud 6 m³) bij een mestgift van 40 m³ per ha (exclusief aanvoer van mest naar het perceel)

HANDELING	GEMIDDELD	SPREIDING
Injectie	28	25 - 31
Keren	11	4 - 15
Vullen + transport	42	33 - 54
Totaal	81	70 - 100

De totaaltijd voor de injectie varieerde, bij de mestgift van 40 m³ per ha, van 70 tot 100 minuten per ha. Ondanks de korte afstand tot de tussenopslag of de mestkelder is gemiddeld 48% van de tijd van de injecteur nodig geweest voor het eigenlijke injectiewerk (injectie en keren) en 52% voor het transport en het vullen van de tanks. Ten gevolge van de kleine mesttank (6 m³) is dus veel tijd verloren gegaan met het transport naar de tussenopslag en het vullen. De gemeten tijd moet nog worden vermeerderd met de tijd voor de aanvoer van de mest met een tweede tank; deze tijd is in het onderzoek niet bepaald.

De verschillende omstandigheden tussen de percelen kunnen de totale werktijd nivelleren (korte injectietijd en lange vultijden) of juist versterken (lage rijsnelheid, een gerend perceel en de mestopslag op grote afstand).

De resultaten van dit onderzoek in het Propro-gebied in 1989 hebben er mede toe geleid dat in 1990 op een ander systeem is overgestapt. De benodigde tijd voor het vullen (incl. transport) en voor de aanvoer van de mest naar het perceel met een tweede tank, hebben de loonwerker doen besluiten over te stappen op een injecteur gekoppeld aan een tank met een inhoud van 22 m³. Bij deze beslissing was het de bedoeling om te gaan werken met een éénmanssysteem.

2.3. Resultaten tijdwaarnemingen aan injecteur met 22 m³ tankwagen (1990)

Inleiding

In 1990 zijn de meeste injectiewerkzaamheden met een injecteur uitgevoerd, gekoppeld aan een tankwagen met een inhoud van 22 m³ getrokken door een trekker met een vermogen van 181 kW. De tank en trekker waren uitgevoerd met een luchtdruk-wisselsysteem. De tijdwaarnemingen voor het injectiewerk zijn op totaal 25 percelen met een gezamenlijke oppervlakte van 37 ha uitgevoerd.

In 1990 is zowel het éénmans- als het tweemanssysteem toegepast. Zowel het zelf ophalen van de mest met de 22 m³ injectiecombinatie (éénmans-systeem) als de aanvoer met een tweede tank (tweemans-systeem) is in het onderzoek voorgekomen. De tijdwaarnemingen zijn alleen gedaan aan de injecteur met 22 m³ tank. De tijd voor aanvoer met een andere tank is niet geregistreerd. De transporttijd van de 22 m³ tank kan dus de tijd zijn voor transport naar de mestkelder en/of naar de tussenopslag. Beide situaties kunnen per perceel voorkomen.

In tegenstelling tot het onderzoek in 1989 is bij het vullen van de tank onderscheid gemaakt tussen de tijd voor het transport van en naar de opslag, de tijd voor aan- en afkoppelen van de slangen en de tijd voor het vullen van de tank.

Een aantal percelen is gecombineerd met elkaar afgewerkt. Dit kwam bijvoorbeeld voor indien bij het transport naar de vulplaats een nog te injecteren perceel werd gepasseerd. Ook als de tank nog gedeeltelijk vol was werd, alvorens te gaan vullen, reeds een start gemaakt met een nieuw perceel.

Injectie

De zuivere injectietijd werd met name bepaald door de rijsnelheid bij de bodemcondities en de diepte van de injectie (trekkrachtbehoefte voor de 3 brede injecteur). Gemiddeld bedroeg de injectietijd 24 minuten per ha (rijsnelheid 8,5 km/h). De tijd voor de injectie varieerde van 21 tot 28 minuten per ha (de rijsnelheden van 7 tot 9,5 km/h). De injectietijd was onafhankelijk van de mestgift daar de mestdosering was afgestemd op de rijsnelheid door keuze van het pomptoerental.

Keren

De keertijd varieerde van 9 tot 28 minuten per ha met een gemiddelde van 17 minuten. De perceelvorm en afmetingen en de aanwezigheid van geroen bepaalden voor een belangrijk deel de grote spreiding in de keertijd.

Aan- en afkoppelen van slangen en vullen van de tank

De gemiddelde vultijd per ha nam toe van gemiddeld 9,4 minuten per ha bij een mestgift van 30-35

m³/ha, tot 13 minuten bij 40-45 m³/ha en 23,5 minuten bij 50-55 m³/ha. Een toename in de vultijd bij hogere mestgiftten is een logisch gevolg van de grotere hoeveelheid mest die wordt uitgereden.

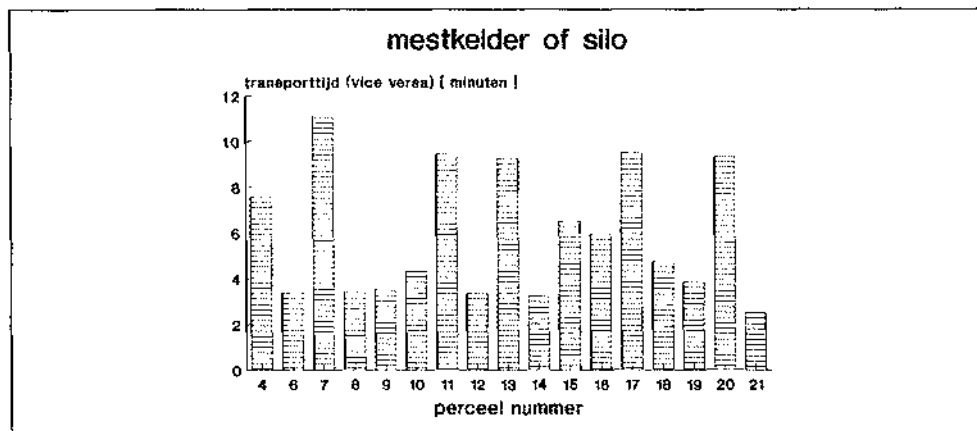
Voor 87 tanks is de transporttijd, de aan- en afkoppeltijd van de slangen en de vultijd per tank gemeten. De tijd voor het aan- en afkoppelen van de slangen was gemiddeld 1 minuut per tank. De gemiddelde vultijd van een tank was 4,6 minuten. De vultijd kon toenemen ten gevolge van problemen met het opzuigen van de mest.

De tankvulling bedroeg gemiddeld over alle percelen 78% (met een grote spreiding). Dit betekent dat de tank gemiddeld met 17 m³ is gevuld. Deze berekening geldt alleen wanneer de opgegeven mestgift ook werkelijk is uitgereden. Een kleine tankvulling kan betekenen dat meer keren moet worden gevuld dan noodzakelijk zou zijn bij benutting van de maximale tankinhoud.

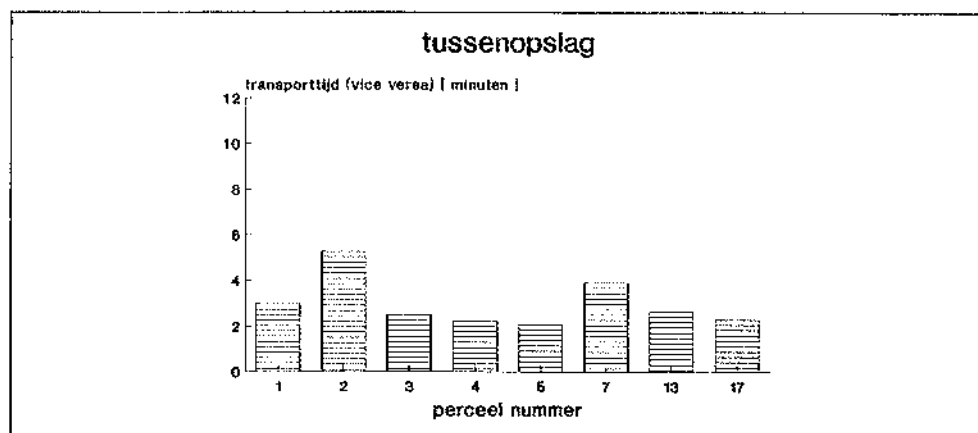
Transport

De transporttijden per perceel werden bepaald door het aantal tanks dat werd uitgereden, de transportafstand tot de vulplaats, de mogelijke rijnsnelheid op het veld, op kavelwegen of op de verharde weg en door de eventuele tijd benodigd voor draaien, keren en achteruitrijden bij de vulplaats. Dit groot aantal factoren maakte een onderlinge vergelijking van de transporttijden van de verschillende percelen en van de verschillende mestgiftten moeilijk. Een grote rol hierbij speelde natuurlijk ook of de mest door een tweede tank naar het perceel werd aangevoerd.

In het onderzoek zijn verschillende situaties van mestaanvoer voorgekomen. De transporttijden van de 22 m³ injectiecombinatie van en naar de mestopslag zijn gemeten van in totaal 151 transporten. In figuur 2A en 2B zijn de transporttijden (vice versa) per tank gegeven per perceel en gesplitst naar transport naar respectievelijk de mestkelder en de tussenopslag.



Figuur 2A: Gemiddelde transporttijd (vice versa) per tank van en naar de mestkelder of -silo (1990)



Figuur 2B: Gemiddelde transporttijd (vice versa) per tank van en naar de tussenopslag (1990)

De gemiddelde transporttijd per tank was 6 minuten (vice versa), wanneer de mest bij de mestkelder of silo werd gehaald en varieerde van 2,5 tot 11 minuten.

De gemiddelde transporttijd per tank was minder dan 3 minuten (vice versa) bij gebruik van een tussenopslag en varieerde van 2 tot meer dan 5 minuten per tank. De transporttijd was in dit geval de tijd van en naar de tussenopslag aan de rand van het perceel.

De totale transporttijd per ha wordt mede bepaald door het aantal transporten en is dus afhankelijk van de mestgift en tankvulling. De berekening van een transporttijd per ha gaf een zeer grote spreiding tussen de percelen. Dit is een gevolg van de reeds eerder genoemde factoren, zoals een verschil in transportafstand of een variërende rijsnelheid en het aantal transporten per perceel. In de transporttijd is ook inbegrepen de tijd voor draaien, keren en achteruitrijden bij de vulplaats, m.a.w. de toegankelijkheid van de mestopslag. Zo kon het voorkomen dat ondanks een kleinere mestgift de totale transporttijd per ha groter was dan bij een grotere mestgift.

Het aantal transporten per perceel is altijd een geheel aantal. Afhankelijk van de grootte van het perceel, de tankvulling cq. grootte en de mestgift kan hierdoor de transporttijd per ha sterk variëren. Het is daarom beter te rekenen met de transporttijd per tank per perceel in plaats van de tijd per ha of perceel. De transporttijd per ha kan worden berekend uitgaande van de transporttijden per tank. Ditzelfde geldt voor de vultijd per ha. Uitgaande van de vultijd per tank kan de vultijd per ha worden berekend bij aanname van de vullingsgraad van de tank en de mestgift.

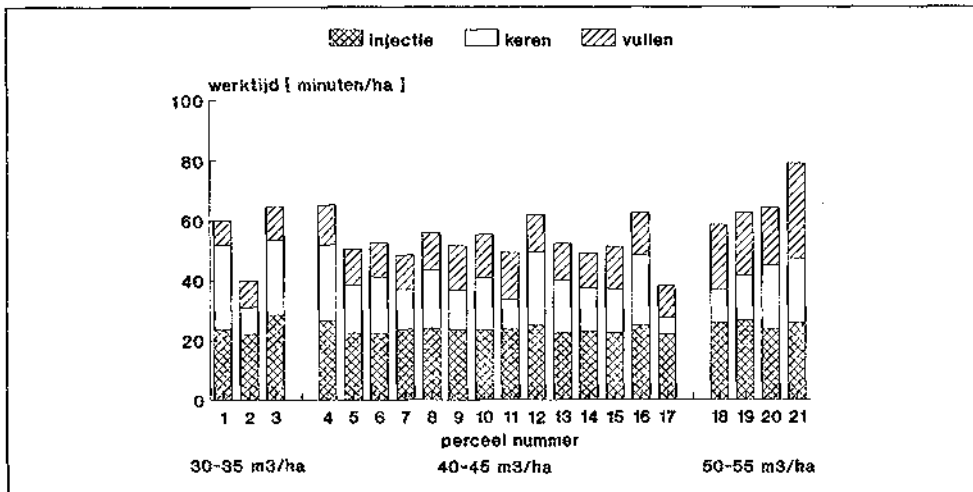
In tabel 2 zijn samengevat de gemiddelde tijden per tank voor het aan- en afkoppelen en vullen (gemiddeld over 87 tanks) en voor het transport van en naar de mestopslag (gemiddeld over 151 transporten).

Tabel 2: Gemiddelde tijden [minuten] voor transport naar de opslag (vice versa), aan- en afkoppelen van de slangen en vullen per tank in 1990

HANDELING	GEMIDDELD	SPREIDING
Aan- en afkoppelen	1,1	-
Vullen	4,6	2 - 13
Transport naar mestkelder	6	3 - 11
Transport naar tussenopslag	3	2 - 5

Totale werktijd

Om de gemiddelde totaaltijd per ha te bepalen moet de tijd voor injectie, keren, vullen en transport worden opgeteld. De transporttijden zijn sterk afhankelijk van het perceel en/of de (gedeeltelijke) aanvoer van de mest met een tweede tank naar het perceel. In figuur 3 is daarom de totale werktijd zonder het transport gegeven, onderverdeeld naar de tijd voor injectie, keren en vullen van de tanks (incl. aan- en afkoppelen van de slangen).



Figuur 3: Totaal benodigde tijd voor injectie, keren en vullen van de tank (tankinhoud 22 m³ per ha per perceel bij een opgegeven mestgift van 30 tot 55 m³ per ha (exclusief transporttijd) in 1990

De totaaltijd voor het injecteren, het keren en het vullen (excl. het transport) bedroeg gemiddeld 54 minuten per ha bij de mestgiftten van 30-35 m³/ha en 40-45 m³/ha. De spreiding bij deze mestgiftten bedroeg respectievelijk 40 tot 65 en 48 tot 65 minuten per ha. Bij de mestgift van 50-55 m³/ha bedroeg de gemiddelde tijd (excl. transport) 66 minuten per ha (58 tot 79 minuten per ha).

Voor het verkrijgen van de totaaltijd per ha moet de tijd voor het transport nog worden verrekend. In tabel 3 is een samenvatting gegeven van de resultaten van de tijdwaarnemingen bij een mestgift van 40 m³ per ha en bij gebruik van een tussenopslag. De transporttijd is 6 minuten per ha (4 tot 10 minuten per ha) en is berekend uitgaande van twee uitgereden tanks per ha (volgens tabel 2). De totale werktijd per ha bedraagt 60 minuten (52 tot 75 minuten per ha). Het aandeel van het transport en vullen van de tanks bedraagt circa 30% van de totale werktijd op het veld.

De grote spreiding was het gevolg van de reeds gegeven verklaringen voor de spreiding in de benodigde tijd voor de injectie, het keren en het vullen afzonderlijk. De verschillende factoren die de benodigde tijd voor de injectiewerkzaamheden bepalen kunnen elkaar versterken of nivelleren. Dit kan soms voor een perceel negatief uitpakken, omdat bijvoorbeeld een lange keertijd ook gepaard gaat met een grote vultijd door problemen met het opzuigen van de mest.

De grote spreiding in de resultaten geeft duidelijk aan dat het niet mogelijk is een betrouwbare gemiddelde tijd per ha te bepalen. Hierbij moet nog worden vermeld dat de gegevens betrekking hebben op een beperkt aantal percelen.

De gemiddelde transporttijd per tank kan worden gegeven voor het éénmans-systeem (de mest wordt door de 22 m³ combinatie zelf aangevoerd naar het perceel) of het tweemanssysteem (de mest wordt met een tweede tank aangevoerd naar het perceel), zoals in figuur 2 en 3 en tabel 2 is gegeven. De tijdbesteding voor een éénmanssysteem (injecteur verzorgt alles) kan niet zonder meer worden vergeleken met het tweemanssysteem, waarbij een tweede tank de mestaanvoer verzorgt.

Tabel 3: Gemiddelde benodigde tijd [minuten] per hectare voor injectie, keren en vullen van de tank (tankinhoud 22 m³) bij een mestgift van 40-45 m³ per ha (exclusief transport) in 1990

HANDELING	GEMIDDELD	SPREIDING
Injectie	24	22 - 27
Keren	17	10 - 25
Vullen	13	11 - 16
Transport	6	4 - 10
Totaal	60	52 - 75

2.4. Resultaten tijdwaarnemingen aan mestinjecteur, zode-injecteur en zodebemester met 10 m³ zelfrijdende combinatie (1991)

Inleiding

In 1991 zijn naast metingen aan injectie ook metingen aan zode-injectie en zodebemesting verricht. De werkzaamheden werden uitgevoerd met een zelfrijdende machine met een vermogen van 150 kW. De machine had een tank van 10 m³ waarachter een injecteur, een zode-injecteur en een zodebemester kon worden gemonteerd. Op 74 percelen met een gezamenlijke oppervlakte van 104 ha zijn in het voorjaar en in de zomer tijdwaarnemingen gedaan. In de meeste gevallen werd het twee-mansysteem toegepast. De benodigde tijd voor de aanvoer van de mest naar de tussenopslag op het perceel is niet onderzocht, zodat in het volgende alleen gesproken wordt van de werktijd op het veld.

Opzet perceelsplanning

In het voorjaar zijn drie technieken toegepast. In de zomer werden de meeste percelen nogmaals bemest door zode-injectie of zodebemesting. Mestinjectie is in de zomer niet toegepast, omdat dan de kans op droogteschade te groot is. In plaats van eenmalig 40 m³/ha mest te injecteren is het bijvoorbeeld mogelijk dezelfde hoeveelheid mest toe te dienen door tweemaal 20 m³/ha te zodebemesten. Om inzicht te verkrijgen in de tijdbesteding en de kosten van dergelijke combinaties is het onderzoek opgezet zoals weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Bemestingcombinaties, planning en uitvoering (aantal percelen) in 1991.

Technieken		Aantal percelen	
Voorjaar	zomer	planning	uitgevoerd
MI	n.v.t.	16	15
MI	ZI	16	15
MI	ZB	14	13
ZI	ZI	15	15
ZB	ZB	15	11
Totaal		76	69

Noot: MI: mestinjectie, ZI: zode-injectie, ZB: zodebemesting

In het voorjaar zijn de metingen van 70 van de 76 percelen verwerkt: 43 maal mestinjectie, 15 maal zode-injectie en 12 maal zodebemesting; samen 94,6 ha.

Eén perceel is niet bemest in verband met een te natte bodem, op één perceel is niet gemeten door te veel storing aan de machine en de waarnemingen van vier percelen zijn niet verwerkt door te veel storingen aan de zodebemester en onvolledige waarnemingen.

In de zomer waren alleen zode-injectie en zodebemesting aan de orde. Voor zode-injectie waren 31 percelen en voor zodebemesting 30 percelen gepland. In verband met de praktische uitvoering zijn drie extra percelen met zode-injectie gemeten zodat het aantal op 34 kwam. Bij de zodebemesting is één perceel wegens storing aan de machine uitgevallen en zijn vier percelen extra onderzocht, zodat het aantal percelen met zodebemesting 33 bedroeg. De gegevens van alle 67 percelen (90,4 ha) zijn verwerkt.

Het vullen van de tank

De vulling van de 10 m³-tank bedroeg gemiddeld 9500 l. Het vullen van de tank bestond uit drie handelingen: aankoppelen, opzuigen van de mest en afkoppelen. Het aan- en afkoppelen kostte samen gemiddeld 1 minuut. Het opzuigen van de mest duurde gemiddeld 4 minuten. De totale vultijd komt dan op 5 minuten per tank. Extremen ontstonden door dikke mest of doordat lucht werd gezogen. In het volgende wordt over de totale vultijd (= aankoppelen + zuigen + afkoppelen) gesproken. Omdat dezelfde machine werd gebruikt voor mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting is voor de vultijd geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende technieken. Aan de hand van deze resultaten is een gemiddelde vultijd per ha voor de verschillende technieken c.q. mestgiften te berekenen. Voor mestinjectie (40 m³ per ha) worden gemiddeld 4 tanks uitgereden en bedraagt de vultijd 20 minuten per ha. Voor zode-injectie (25 m³ per ha) bedraagt de vultijd 13 minuten per ha en voor zodebemesting (20 m³ per ha) 10 minuten per ha.

Mestinjectie

De gemiddelde werktijd voor mestinjectie is gegeven in tabel 5. De tijden zijn uitgesplitst naar de verschillende deelactiviteiten. De waarnemingen in het voorjaar betreffen 35 percelen (48,2 ha). In de zomer heeft geen mestinjectie plaatsgevonden.

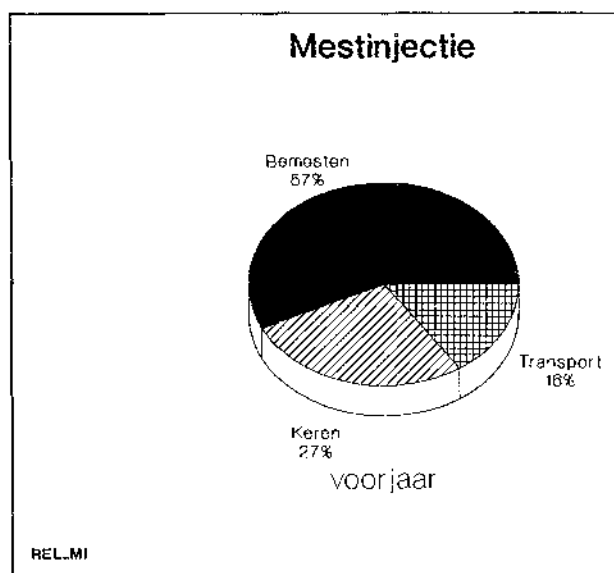
Tabel 5: Benodigde tijd per ha voor werkzaamheden op het veld bij mestinjectie met 10 m³ zelfrijder, werkbreedte: 3 m, mestdosering: 40 m³/ha (exclusief aanvoer van mest naar het perceel en vullen van de tanks) in 1991.

Activiteit	Tijd (min/ha)
bemesten (rechte stukken)	20'47"
keren (rechte stukken)	8'22"
bemesten (koepeinden)	2'01"
keren (koepeinden)	2'56"
transport op het veld	6'17"
Totaal	40'23"

Noot: In de tabel staat tweemaal keren vermeld: keren op de rechte stukken en keren op de koepeinden. De keertijd hoort bij de activiteit die op het keren volgt. Deze opsplitsing is gemaakt om de bewerking op te kunnen delen naar koepeinden en rechte stukken.

De werktijd op het veld varieerde van 34 tot 53 minuten per ha (exclusief aanvoer van de mest naar het perceel en tijd voor het vullen). De rijsnelheid op de rechte stukken varieerde van 7,2 tot 10,1 km/h en was gemiddeld 8,6 km/h. Deze spreiding kan worden verklaard door de verschillen in trekkracht, veroorzaakt door werkdiepte, grondsoort en bodemgesteldheid. De rijsnelheid op de kopeinden was gemiddeld iets lager (7,6 km/h).

In figuur 4 is het (procentueel) aandeel van de verschillende deelactiviteiten gegeven. Ruim de helft van de tijd was nodig voor bemesten, het andere deel werd in beslag genomen door keren en transport van en naar de tussenopslag.



Figuur 4: Relatieve tijdbesteding mestinjectie (veldwerk, dosering 40 m³/ha, werkbreedte 3 m, exclusief aanvoer van mest naar het perceel en vullen van de tanks) in 1991.

Totale werktijd

Voor de totale werktijd op het veld moeten de gegevens uit tabel 5 nog worden vermeerderd met de vultijd. De berekende vultijd voor mestinjectie is 20 minuten per ha, zodat de totale werktijd op het veld afgerond 60 minuten per ha bedraagt. Deze tijd wordt voor 57% besteed aan het bemesten en keren en voor 43% aan het veldtransport en vullen van de tanks.

Zode-injectie

In tegenstelling tot mestinjectie werd zode-injectie in het onderzoek zowel in het voorjaar als in de zomer uitgevoerd. De resultaten betreffen 14 percelen (17,0 ha) in het voorjaar en 26 percelen (33,7 ha) in de zomer. In tabel 6 zijn de tijden voor de verschillende deelactiviteiten gegeven.

Tabel 6: Benodigde tijd per ha voor werkzaamheden op het veld bij zode-injectie met 10 m³ zelfrijder, mestdosering: 25 m³/ha, werkbreedte: 4,2 m (exclusief aanvoer van mest naar het perceel en vullen van de tanks) in 1991.

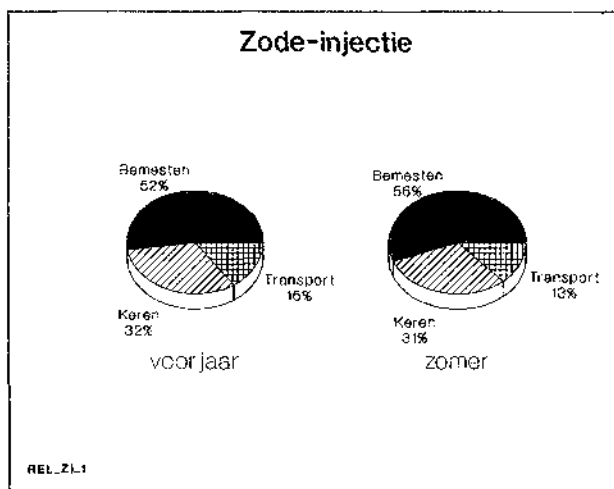
Activiteit	Tijd (min/ha) voorjaar	Tijd (min/ha) zomer
bemesten (rechte stukken)	16'10"	14'03"
keren (rechte stukken)	8'06"	6'29"
bemesten (koepeinden)	1'49"	1'31"
keren (koepeinden)	2'40"	2'07"
transport op veld	5'07"	3'40"
Totaal	33'52"	27'50"

De werktijd per ha varieerde van 27 tot 44 minuten in het voorjaar en van 23 tot 38 minuten in de zomer. De kortere tijd in de zomer was een gevolg van de kortere keertijd en harder rijden (tabel 7). Het harder rijden was een gevolg van de gegroeide ervaring van de chauffeur en de minder diepe sleuven.

Tabel 7: Rijsnelheden bij zode-injectie met 10 m³ zelfrijder.

	Rijsnelheid (km/h)		
	minimum	gemiddeld	maximum
voorjaar	7,2	7,6	9,0
zomer	7,6	9,0	10,8

De onderverdeling van de werktijd op het veld is gegeven in figuur 5. Alle tijden voor de deelactiviteiten waren lager in de zomer (tabel 6). Het aandeel van de verschillende deelactiviteiten blijft gelijk (zie figuur 5).



Figuur 5: Relatieve tijdbesteding zode-injectie (veldwerk, mestdosering 25 m³/ha, werkbreedte 4,2 m, exclusief aanvoer van mest naar het perceel en vullen van de tanks) in 1991.

Totale werktijd

Voor de totale werktijd op het veld moet de benodigde tijd voor het vullen nog worden verrekend. De totale werktijd op het veld bedraagt bij een berekende vultijd voor zode-injectie van 13 minuten per ha, afgerond 40-45 minuten per ha. Net als bij mestinjectie wordt ruim de helft van de tijd (60%) besteed aan het bemesten en keren en circa 40% aan het veldtransport en vullen van de tanks.

Zodebemesting

Zodebemesting werd zowel in het voorjaar als in de zomer toegepast. De resultaten betreffen de gegevens van negen percelen (12,4 ha) in het voorjaar en 29 percelen (37,5 ha) in de zomer. In tabel 8 zijn de tijden voor de verschillende deelactiviteiten gegeven.

Tabel 8: Benodigde tijd per ha voor werkzaamheden op het veld bij zodebemesting met 10 m³ zelfrijder, mestdosering: 20 m³/ha, werkbreedte: 5,6 m (exclusief aanvoer van mest naar het perceel en vullen van de tanks) in 1991.

Activiteit	Tijd (min/ha)	
	voorjaar	zomer
bemesten (rechte stukken)	13'22"	9'04"
keren (rechte stukken)	4'55"	4'16"
bemesten (kopeinden)	1'15"	1'09"
keren (kopeinden)	2'01"	1'41"
transport op veld	4'14"	3'35"
Totaal	25'47"	19'45"

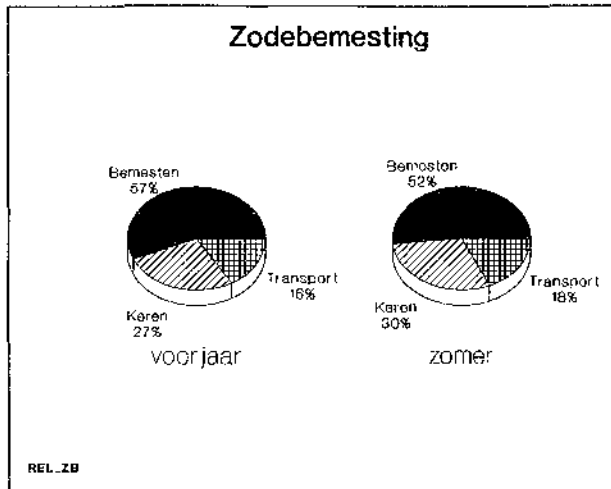
De werktijd varieerde van 22 tot 33 minuten per ha in het voorjaar en van 16 tot 26 minuten in de zomer.

De tijd per ha bedroeg in de zomer minder dan in het voorjaar. In de zomer was relatief minder tijd nodig voor bemesten. Dit kwam door de hogere rijsnelheid. De rijsnelheden staan vermeld in tabel 9. De rijsnelheid was in de zomer duidelijk hoger dan in het voorjaar. Dit kan worden verklaard doordat de chauffeur in de zomer kon opschakelen en soms twee versnellingen hoger reed dan in het voorjaar en door de minder diepe sleuven (lager benodigde trekkracht).

Tabel 9: Rijsnelheden bij zodebemesting met 10 m³ zelfrijder in 1991.

	Rijsnelheid (km/h)		
	minimum	gemiddeld	maximum
voorjaar	4,7	7,6	9,0
zomer	9,0	10,4	12,2

In figuur 6 is de onderverdeling van de werktijd op het veld gegeven.



Figuur 6: Relatieve tijdbesteding zodebemesting (veldwerk, mestdosering 20 m³/ha, werkbreedte 5,6 m).

Totale werktijd

Voor de totale tijd per ha moet de tijd voor het vullen nog worden verrekend. De totale werktijd op het veld bedraagt, inclusief de berekende vultijd van 10 minuten per ha, 30-35 minuten per ha. Net als bij mestinjectie en zode-injectie wordt ruim de helft van de tijd (57%) besteed aan het bemesten en keren en circa 43% aan het veldtransport en vullen van de tanks.

Totaaltijd per ha

Een samenvatting van de resultaten van de tijdwaarnemingen in 1991 is weergegeven in tabel 10. In dit overzicht is tevens de tijd opgenomen voor het vullen van de tanks. De gemiddelde capaciteit van alle drie systemen bedroeg 40 m³ per uur. Indien de uurkosten van de machines gelijk zouden zijn zijn de kosten per m³ mest gelijk.

Tabel 10: Werktijd per ha, inclusief vullen, exclusief aanvoer van mest naar het perceel (zelfrijder, 10 m³ tank, PROPRO 1991)

Techniek	Werk-breedte (m)	Dosering (m ³ /ha)	Werkijd per ha (min)	Rijsnelheid (km/h)
mestinjectie	3,0	40	60	8,6
zode-injectie	4,2	25	40-45	9,0
zodebemesting	5,6	20	30-35	10,4

Spreiding

De spreiding van de totaaltijd is opgebouwd uit de spreiding van alle deelactiviteiten. Zo is de spreiding in keertijd een gevolg van de verschillen in de lengte van de percelen. De oorzaak van de spreiding in de tijd voor bemesten op de rechte stukken kan worden verklaard door de verschillen in rijsnelheid. De spreiding in bemestingstijd op de kopeinden is groot door de korte stroken. De kopeinden maken echter maar een klein deel uit van het perceel; de rijsnelheid op de kopeinden heeft minder invloed op de werktijd dan de snelheid op het rechte stuk. Het verschil in tijd voor transport op het veld (van en naar de tussenopslag) is weer een gevolg van de vorm van het perceel. De tank werd in de meeste gevallen geheel leeg gereden. De transporttijd is minimaal wanneer de tank na een even aantal perceellengtes leeg is. Als de tank halverwege of aan het eind van het perceel leeg is wordt de transporttijd relatief groot.

De mestdosering heeft geen invloed op de tijd van bemesten en keren; wel op de transporttijd op het veld omdat bij een lagere dosering minder mest aangevoerd hoeft te worden.

2.5. Resultaten onderzoek nauwkeurigheid mestdosering injecteur, zode-injecteur en zodebemester met 10 m³ zelfrijdende combinatie (1991)

Inleiding

De mestdosering is voor de veehouder van belang omdat bij een ongewenst lage mestgift de kosten per m³ mest oplopen. Bij overdosering kan de minerale samenstelling van het gras ongunstig worden beïnvloed. Hierdoor kunnen problemen ontstaan met de gezondheid van het vee. Naar aanleiding van onduidelijkheden over de hoogte van de gerealiseerde mestdosering in 1989 en 1990 is besloten in 1991 de mestgift te meten met behulp van een mobiele weegbrug. De gebruikte zelfrijdende mesttoedieningsmachine was voorzien van een verdringerpomp en een computergestuurde doseerregeling.

De nauwkeurigheid van de toegediende hoeveelheid mest is afhankelijk van het computergeregelde systeem, het slippercentage, de mate waarin delen van het perceeloppervlak niet bemest (langs randen, greppels of geren) of dubbel bemest zijn (wanneer de werkbreedte groter is dan een nog te bemesten strook op het land). Ook door onnauwkeurig werken kunnen variaties in de dosering optreden.

Opzet

Op dezelfde percelen van het tijdbestedingonderzoek is tegelijkertijd het doseringonderzoek uitgevoerd. De perceeloppervlakten zijn opgemeten en de mesthoeveelheid is bepaald door de uit te rijden mesttanks vol en leeg te wegen met behulp van een mobiele weegbrug. De metingen zijn op alle percelen uitgevoerd bij iedere techniek. In totaal zijn bijna 400 tanks gewogen.

Resultaten onderzoek mestdosering

Gedurende het voorjaar functioneerde de doseercomputer van de mesttoedieningsmachine niet goed. Dit had tot gevolg dat een grote spreiding optrad in de mestdosering. Door het onregelmatig uitstromen van de mest kwam afwisselend te veel en te weinig mest in de sleuven. Na het vervangen van de doseercomputer waren deze problemen opgelost.

Tabel 11 geeft een overzicht van de gewenste en de gerealiseerde mestdosering. Uit deze tabel blijkt dat de gerealiseerde dosering niet ver afwijkt van de gewenste.

Tabel 11: Gewenste en gerealiseerde mestdosering in m³/ha in 1991.

Systeem	Gewenste dosering	Gerealiseerde dosering					
		voorjaar			zomer		
		min.	gem.	max.	min.	gem.	max.
mestinjectie	40	33,8	39,0	43,3		n.v.t.	
zode-injectie	25	17,5	26,1	31,7	18,3	24,2	27,2
zodebemesting	20	20,2	22,0	25,6	18,4	20,4	21,7

In het voorjaar kwamen geen overlopende sleuven voor. Tijdens de zomer ontstonden bij zode-injectie regelmatig problemen met overlopen van de sleuven. De machine kon niet dieper worden afgesteld, zodat gekozen moest worden voor een lagere mestdosering. Door het dichtdrukken van de sleuven bij zode-injectie werd de mestdosering in sommige gevallen beperkt, omdat de mest uit de sleuven werd geperst. Ook bij zodebemesting, waarbij de sleuven open blijven staan, kwam het soms voor dat de sleuven overliepen, met name wanneer onder droge omstandigheden de grond te hard was om een voldoende diepe sleuf te maken.

Conclusies

De afwijking van de mestdosering was gemiddeld 5 tot 10%. Bij zode-injectie en zodebemesting werd in sommige gevallen de mestgift beperkt doordat de sleuven overliepen. In die gevallen was de gewenste mestdosering praktisch niet goed uitvoerbaar.

De door slip veroorzaakte afwijking is niet gemeten, maar wordt klein verondersteld. De afwijking van de dosering als gevolg van slip is uit te sluiten door de werkelijke rijsnelheid te meten in plaats van de omtreksnelheid van de wielen, zoals nu het geval was.

2.6. Modelberekeningen en toepassing van tussenopslag en tweemans-systeem

Uit modelberekeningen is duidelijk gebleken hoeveel tijd kan worden gewonnen bij het systeem met de grotere tank. Afhankelijk van de omstandigheden in de regio moet worden gekozen voor het systeem met de optimale verhouding tussen de capaciteit en de uurkosten van de apparatuur. Voor de loonwerker is het daarbij van belang rekening te houden met de perceelsgrootten, transportafstanden, verkaveling, grondsoort en bodemgesteldheid in zijn werkgebied.

Opgemerkt moet worden dat het grote gewicht van de grote tankwagens de toepasbaarheid hiervan op een aantal grondsoorten moeilijk maakt vanwege het risico van insporing en bodemverdichting en van slijpschade veroorzaakt door de trekker.

Bij de keuze wel of geen gebruik van een tussenopslag spelen de kosten van de toedieningstechniek, de aanvoertank, de tussenopslag en de arbeid een belangrijke rol. De kostenverhouding tussen enerzijds de mesttoedieningstechniek en anderzijds de aanvoertank en tussenopslag bepaalt bij welke transporttijd naar de mestopslag het voordeliger is te werken als eenmans- of tweemanssysteem met tussenopslag. De loonwerker kan bij de kostenoverweging deze berekening maken voor de meest voorkomende situaties in de regio.

Naast het kostenaspect spelen bij de keuze voor gebruik van tussenopslag ook de volgende factoren een rol:

- de afstemming van de mestaanvoercapaciteit op de injectiecapaciteit
- de snelheid van de uitvoering van het werk
- de geschiktheid van de tanks en banden voor wegtransport
- mogelijkheid tot meewerken door de veehouder
- afstand mestopslag tot perceel

2.7. Conclusies

In dit onderzoek is alleen gekeken naar de werktijd op het veld, niet naar de benodigde tijd voor de aanvoer van mest naar het perceel. De werktijd op het veld vertoonde een grote spreiding. In 1989 varieerde de totaal tijd voor het veldwerk van 70 tot 100 minuten per ha en in 1990 van 52 tot 75 minuten per ha. In 1991 bedroeg de werktijd (afgerond) per ha 60 minuten bij mestinjectie, 40 minuten bij zode-injectie en 30 minuten bij zodebemesting. De spreiding was in dat jaar $\pm 25\%$.

De resultaten van het tijdbestedingonderzoek zijn samengevat in tabel 12. Uit deze tabel blijkt dat met de 22 m³ tank sneller gewerkt kan worden dan met de 6 m³ tank. De tijdwinst van een grote tank komt tot uiting in het minder vaak vullen. Daardoor wordt de transporttijd (op het veld) kleiner. Ook van invloed op de vultijd zijn de capaciteit van de pomp en de dikte van de mest. Uit de tabel blijkt ook dat met de zelfrijder het keren vlotter verloopt en dat door de kleinere tank het vullen meer tijd kost dan met de 22 m³ combinatie. De tijd benodigd voor bemesten en keren neemt af naarmate de werkbreedte van de toedieningsmachine groter wordt. Bij een grotere werkbreedte moet echter rekening gehouden worden met de trekkrachtbehoefte behorende bij de techniek.

Tabel 12: Werktijd per ha in minuten (exclusief aanvoer van mest naar het perceel)

Systeem	Bemesten	Keren	Vullen	Transport op veld	Totaal
6 m ³ tank MI	28	11	samen 42		81
22 m ³ tank MI	24	17	13	6	60
10 m ³ zelfrijder					
MI	23	11	20	6	60
ZI	16	8	13	4	41*
ZB	10	6	10	4	30*

MI = mestinjectie, werkbreedte 3 m, 40 m³/ha

ZI = zode-injectie, werkbreedte 4,2 m, 25 m³/ha

ZB = zodebemesting, werkbreedte 5,6 m, 20 m³/ha.

* = waarnemingen zomer

Wanneer de gegevens uit tabel 12 relatief worden bekeken blijkt dat in alle jaren het aandeel van de tijd voor het transport op het veld en het vullen van de tanks groot was; samen 32 tot 52% van de totale werktijd. De keertijd is sterk afhankelijk van de perceelvorm en de aanwezigheid van geren en greppels. Geren en greppels vergroten de werktijd per ha.

In 1991 bleek dat de capaciteit (m³ per uur) voor de drie onderzochte systemen mestinjectie (3 m; 40 m³/ha), zode-injectie (4,2 m; 25 m³/ha) en zodebemesting (5,6 m; 20 m³/ha) gelijk was, nl. 40 m³ per uur. Om onnodig wachten van de bemestingscombinatie op het perceel te voorkomen moet de aanvoer van mest naar het perceel ook minimaal 40 m³ per uur bedragen.

Bij de metingen is in 1989 en 1990 uitgegaan van de opgegeven mestgift per ha. De grootte van de mestgift is van essentieel belang voor de verklaringen van de vultijden en transporttijden per ha. In het onderzoek is een grote spreiding in de benutting van de tankinhoud tussen de verschillende percelen geconstateerd. Deze kan gedeeltelijk worden verklaard door de perceelsvorm, daar steeds aan de kopeinden na een aantal omgangen werd bijgevuld. Meer waarschijnlijk is dat een spreiding optreedt in de werkelijk gegeven mestgift. Om inzicht te verkrijgen in de nauwkeurigheid van de mestdosering is in het vervolgonderzoek in 1991 de werkelijke mestgift gemeten. In dat jaar werd een andere mesttoedieningsmachine gebruikt met een computergestuurde verdringerpomp. De tank werd steeds leegereden alvorens te gaan vullen. Voor en na het vullen werd het gewicht van de machine bepaald. De mestdosering (mestgift per ha) bleek met deze combinatie een afwijking te hebben van minder dan $\pm 10\%$.

2.8. Evaluatie

De waarnemingen in het tijdbesteding- en mestdoseringonderzoek zijn gedaan onder praktijkomstandigheden. Vooral het laatste onderzoekjaar is intensief gemeten aan de tijdbesteding en is ook de mestgift per ha nauwkeurig bepaald. De resultaten zijn specifiek voor de regio Moergestel-Oisterwijk.

De resultaten vertonen een grote spreiding ten gevolge van de vele wisselende omstandigheden in de praktijk. Daaruit voortvloeiend is het niet zinvol om een algemene kostprijs per m³ toegediende mest te geven. Het is daarom aan te raden om per toedieningstechniek een vaste prijs per ha in combinatie met een uurtarief te hanteren.

De onderlinge verschillen in de werktijd tussen percelen zijn verklaarbaar door een combinatie van factoren. Zo is op een bepaald perceel de tijd vooral bepaald door de perceelsvorm en de afstand tot de mest(tussen)opslag. Op een ander perceel zijn de bodemomstandigheden van grote invloed op de werksnelheid. Voor beide percelen echter kan de totaaltijd per ha gelijk zijn. Het is gebleken dat de mesttoediening op percelen met greppels of geren aanmerkelijk meer tijd kost. Op grote, rechthoekige percelen is de werktijd het kortst.

Binnen dit onderzoek is de werktijd op het veld onderzocht; de tijd voor de aanvoer van mest naar het perceel is niet onderzocht. Bij gebruik van een tussenopslag verdient het echter wel aanbeveling rekening te houden met de grote capaciteit van de machine op het veld. Wanneer de mestaanvoer niet voldoende is, wat voorkomt bij een ongunstige ligging van het perceel of een grote afstand tussen de mestopslag en het perceel, zal de machine op het veld kostbare minuten moeten wachten.

Niet alleen de transportafstand tussen de mestopslag en het perceel bepaalt de benodigde tijd voor de aanvoer van de mest, maar ook de bereikbaarheid van de mestopslag heeft een belangrijke invloed op de aanvoercapaciteit. Een goede bereikbaarheid van de mestopslag is daarom aan te raden.

In de drie jaren van onderzoek maakte het vullen van de tank en het transport van en naar de (tussen)opslag een groot deel uit van de werktijd.

In het eerste en tweede onderzoekjaar is de mesthoeveelheid per ha niet bepaald. Vermoedelijke sterke schommelingen in de mestgift gaven aanleiding tot het meten van de mesthoeveelheid in het laatste onderzoekjaar. In dat jaar werd een nieuwe mesttoedieningsmachine gebruikt die was voorzien van een computergestuurde verdringerpomp. De metingen gaven aan dat met deze machine de afwijking van de mestdosering (mestgift/ha) minder dan 10% is. De elektronische doseerregeling in combinatie met een hydraulisch aangedreven verdringerpomp wordt door de hoge aanschaffkosten, voornamelijk op loonwerkmachines gebruikt.

3. EMISSIE-ARME MESTTOEDIENING; KWALITEIT VAN UITVOERING, EFFECTEN OP DE GRASZODE EN OP DE MINERALE SAMENSTELLING VAN HET GRAS

3.1. Inleiding

Een onderdeel van PROPRO was om onder praktijkomstandigheden onderzoek te doen naar de kwaliteit van emissie-arme mesttoediening (mestinjectie vanaf 1989, zode-injectie vanaf 1990 en zodebemesting vanaf 1991) en naar de effecten op de graszode en op de minerale samenstelling van het gras, voorzover die van invloed was op de diergezondheid (kopziekte en nitraatvergiftiging).

Daarnaast is in 1990 gedurende het groeiseizoen op enkele percelen op fosfaatfixerende grond, het effect van een extra bemesting met fosfaatkunstmest op het fosforgehalte van het gras nagegaan. Tevens zijn in 1990 en 1991 op een aantal percelen de effecten van mestinjectie en zode-injectie op de minerale samenstelling van het gras vergeleken.

In de proefjaren werden in het voorjaar en in de zomer een representatief aantal percelen beoordeeld (steekproef). De beoordeling vond plaats binnen enkele dagen na injectie, binnen één week na de eerste snede of beweiding en in augustus/ september. De emissie-arme mesttoediening werd beoordeeld op (uitvoering van het werk): het optreden van slipsporen, insporing, verbrokkeling van de zode langs de injectiesleuven en besmeuring van het gras met mest. Daarnaast werd beoordeeld op: de mate van sluiting van de injectiesleuven, de kwaliteit van afwerking van de perceelsranden en de injectiediepte. Bij de beoordeling van de effecten op de graszode werden de volgende criteria gebruikt: verdroging en verbranding van het gras en de zodekwaliteit.

Bij de keuze van de percelen in de steekproef werd met de volgende gegevens rekening gehouden: tijdstip van injectie, geschiktheid van de bodem voor injectie, mestsoort, loonwerker, aantal injecties en de methode van mestaanwenden (mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting).

In 1989 vond op 221 percelen grasland (diepe) mestinjectie plaats. Hieruit werden 54 representatieve percelen geselecteerd (24% van het totaal) waar het injectieresultaat werd beoordeeld. In 1990 vond op 301 percelen grasland mestinjectie en/of zode-injectie plaats. Hieruit werden 166 representatieve percelen geselecteerd (55% van het totaal) voor de beoordeling van het injectieresultaat. In 1991 vond een vergelijkingsproef plaats waarin de 3 emissie-arme mesttoedieningssystemen met elkaar werden vergeleken. Deze proef vond plaats op geselecteerde percelen (ongeveer 130 ha). Alle percelen werden afhankelijk van de toegepaste technieken 3 tot 5 keer beoordeeld. Het onderzoek werd uitgevoerd door het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) in samenwerking met Heidemij Adviesbureau, het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhou-

derij en Paardenhouderij (PR) en het Regionaal Onderzoek Centrum Cranendonck (ROC-Cranendonck).

In dit verslag wordt een samenvatting van de resultaten van het onderzoek in 1989, 1990 en 1991 weergegeven. Voor een uitvoerige verslaggeving van het onderzoek per jaar wordt verwezen naar afzonderlijke rapporten (Geurink et al: 1990, 1991, 1992).

3.2. Resultaten graslandonderzoek 1989

Inleiding

In 1989 is op 221 percelen grasland mest geïnjecteerd. De geïnjecteerde percelen zijn in drie groepen verdeeld:

groep I: percelen die één keer vroeg in het voorjaar zijn geïnjecteerd;

groep II: percelen die twee keer zijn geïnjecteerd;

groep III: percelen die één keer laat in het voorjaar zijn geïnjecteerd.

De vroege injectie werd uitgevoerd in de periode van begin maart tot half april en de tweede en late injectie van ongeveer half mei tot eind juni. Van de 221 percelen werden er 190 één keer vroeg geïnjecteerd, 23 percelen twee keer en 8 percelen één keer laat. Van alle percelen werd 64% met 40 m³ dunne rundermest geïnjecteerd, 24% met 30 m³ dunne vleesvarkensmest, 10% met 40 - 50 m³ dunne fokvarkensmest en 2% met 30 m³ dunne kippenmest. Van 74% van de percelen was de bodem goed geschikt voor injectie, van 17% matig en van 9% slecht, volgens kartering van het Staring Centrum (Anonymus, 1989b). Van de éénmalig vroeg geïnjecteerde percelen is 40% na injectie kunstmatig beregend; van de percelen die twee keer zijn geïnjecteerd 78% en van de percelen die éénmalig laat zijn geïnjecteerd 75%.

Uit de neerslaggegevens blijkt dat de maanden maart en april nat waren; mei en augustus waren extreem droog, terwijl ook de neerslag in de maanden juni, juli en september aan de lage kant bleef.

Resultaten van de injectie

De beoordeling van de injectie op de percelen in de steekproef is samengevat in tabel 13A t/m C. De beoordeling van slipsporen, insporing, afwerking van de perceelsranden, verbrokkeling van de zode, besmeuring van het gras met mest, injectiediepte en sluiting van de injectiesleuven heeft betrekking op de beoordeling direct na injectie (eerste beoordeling). Voor verdroging en verbranding worden de resultaten van de eindbeoordeling gegeven. Voor zodekwaliteit worden de resultaten van zowel de uitgangstoestand (eerste beoordeling) als de eindbeoordeling gegeven.

Tabel 13A t/m C: Beoordeling van de kwaliteit van injectie in 1989 (% percelen in de steekproef met de betreffende waardering) Slipsporen, insporing, afwerking van de perceelsranden, verbrokkeling van de zode, besmeuring van het gras met mest, injectiediepte en sluiting van de injectiesleuven zijn enkele dagen na injectie waargenomen. Voor verdroging en verbranding worden de resultaten van de eindbeoordeling gegeven. Voor zodekwaliteit worden de resultaten van zowel de uitgangstoestand (eerste beoordeling) als de eindbeoordeling gegeven.

Tabel 13A: Eenmaal mestinjectie (vroeg, 41 percelen)

Aspect	Goed/niet	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	80	20	0
Insporing	66	24	10
Afwerking randen	75	10	15
Verbrokkeling	76	24	0
Besmeuring	95	5	0
Sluiting sleuven	66	32	2
Injectiediepte		7 - 14 cm	
Verdroging ¹⁾	78	22	0
Verdroging ²⁾	69	31	0
Verbranding	80	20	0
Zodekwaliteit ³⁾	29	56	15
Zodekwaliteit ⁴⁾	61	18	21

Tabel 13B: Tweemaal mestinjectie (5 percelen)

Aspect	Goed/niet	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	100	0	0
Insporing	100	0	0
Afwerking randen	100	0	0
Verbrokkeling	80	20	0
Besmeuring	100	0	0
Sluiting sleuven	60	40	0
Injectiediepte		8 - 13 cm	
Verdroging ¹⁾	100	0	0
Verdroging ²⁾	nvt.	nvt.	nvt.
Verbranding	100	0	0
Zodekwaliteit ³⁾	80	20	0
Zodekwaliteit ⁴⁾	80	20	0

Tabel 13C: Éénmaal mestinjectie (laat, 8 percelen)

Aspect	Goed/niet	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	100	0	0
Insporing	88	12	0
Afwerking randen	100	0	0
Verbrokkeling	75	25	0
Besmeuring	100	0	0
Sluiting sieuen	75	25	0
Injectiediepte	8 - 13 cm		
Verdroging ¹⁾	62	38	0
Verdroging ²⁾	42	58	0
Verbranding	62	38	0
Zodekwaliteit ³⁾	75	25	0
Zodekwaliteit ⁴⁾	75	13	12

¹⁾ alle percelen in de steekproef

²⁾ alle percelen zonder beregening

³⁾ beoordeling van de uitgangssituatie

⁴⁾ eindbeoordeling

N.B. De kolom "goed/niet" is in alle gevallen het percentage met gunstige waardering van het betreffende aspect (dus: geen slipsporen, goede sluiting van de injectiesleuven, etc.)

Uit tabel 13 (A t/m C) blijkt dat:

- slipsporen en insporing vooral voorkwamen bij vroege injectie (vooral op laaggelegen, natte en venige plekken);
- de afwerking van de perceelsranden alleen bij vroege injectie te wensen overliet;
- verbrokkeling van de zode langs de injectiesleuven in alle groepen percelen voorkwam;
- besmeuring van het gras met mest alleen bij vroege injectie is waargenomen, overigens slechts in geringe mate;
- de injectiediepte in alle groepen percelen varieerde tussen 7 en 14 cm;
- de sluiting van de injectiesleuven in alle groepen percelen te wensen overliet;
- zowel bij vroege als bij late injectie verdroging (en/of verbranding) van het gras ten gevolge van mestinjectie is vastgesteld (in de tweede groep percelen in de steekproef werd in alle situaties beregend); het was moeilijk verdroging en verbranding van elkaar te scheiden;
- van de vroeg geïnjecteerde percelen een hoog percentage een matige of slechte zodekwaliteit had (bij de eerste beoordeling was het percentage percelen met een matige of slechte zodekwaliteit al hoog; dit was geen gevolg van injectie).

Opgemerkt dient te worden dat vanaf de tweede beoordeling er vrijwel geen slipsporen, insporing en verbrokkeling van de zode meer werd geconstateerd.

Factoren die het injectieresultaat beïnvloeden

Aan de hand van rangcorrelatie is nagegaan of bepaalde factoren effect hadden op het injectieresultaat. Hieruit kan het volgende worden geconcludeerd:

- naarmate er later in het voorjaar werd geïnjecteerd (en dus droger was) kwamen er minder slipsporen en insporing voor en was de afwerking van de perceelsranden beter, terwijl verdroging en verbranding van het gras toenam;
- naarmate de bodem beter geschikt was voor injectie kwamen er minder slipsporen en insporing voor;
- naarmate het organische stofgehalte in de bodem hoger was kwam minder verdroging en verbranding voor;
- dat het werk uitgevoerd was door verschillende loonwerkers - met verschillende injectie-apparatuur - had een duidelijke invloed op slipsporen, insporing, afwerking van de perceelsranden, verbrokkeling van de zode en sluiting van de injectiesleuven;
- tegen de verwachting in is geen effect van het niveau van N-bemesting op de mate van verdroging gevonden. Waarschijnlijk was er te weinig verschil in N-bemesting;
- op percelen waar kunstmatige beregening werd toegepast kwam nauwelijks verdroging en verbranding voor;
- naarmate de zodekwaliteit bij de uitgangstoestand slechter was (vooral bij een holle stand van het gras) kwamen meer slipsporen, insporing en verbrokkeling van de zode voor en was de afwerking van de perceelsranden slechter.

Schade aan de graszode door mestinjectie

Op een aantal percelen werd blijvende schade aan de graszode vastgesteld door verdroging en verbranding. Deze schade was ongetwijfeld een gevolg van het uitzonderlijke droge groeiseizoen en de vrij late injectie. Op deze percelen was de schade van dien aard dat de gebruikers in aanmerking kwamen voor schadevergoeding. De schade aan de graszode bestond uit opbrengstderving en kwaliteitsverlies van het gras en de kosten voor herstel van de zode. Op 9% van de oppervlakte die in 1989 is geïnjecteerd kwam blijvende schade aan de graszode voor. In de steekproef was het percentage met schade aanmerkelijk hoger. Dit is een gevolg van het feit dat in de steekproef procentueel minder percelen zijn beregend. Daarnaast is het mogelijk dat buiten de steekproef niet alle percelen met blijvende schade door de veehouders zijn gemeld. De opbrengstderving op de percelen met blijvende schade was doorgaans op een beperkt deel van het perceel geconcentreerd en werd voor het gehele perceel geschat op een verlies van 500 tot 1600 kg drogestof per ha. In de steekproef is voor een aantal percelen met blijvende schade herinzaai

geadviseerd. In het algemeen ging het om percelen die in het voorjaar een matige tot slechte zodekwaliteit hadden. Duidelijk kwam naar voren dat door tijdig te beregenen in een droge periode schade door verdroging en verbranding kan worden voorkomen.

Invloed van mestinjectie op de minerale samenstelling van het gras

Voor het vaststellen van de invloed van mestinjectie op de minerale samenstelling van het gras werd van 27 representatief gekozen percelen kort voor de eerste en tweede beweiding of snede een grasmonster genomen waarin de gehalten aan N, NO_3^- , K en Mg werden bepaald. Bij de selectie van de percelen is rekening gehouden met de K-toestand van de bodem en met de mestsoort.

Op grond van de gehalten aan Mg, K en ruw eiwit (N-gehalte $\cdot 6.25$) in het gras werd er een schatting gegeven van de Mg-voorziening van het rund. De resultaten van deze schatting geven aan dat in de eerste snede slechts op 33% van de percelen de Mg-voorziening van het rund voldoende zou zijn, op 54% onvoldoende en op 13% ernstig tekort. In de tweede snede zou de Mg-voorziening aanmerkelijk beter zijn, namelijk op 67% van de percelen voldoende, op 33% onvoldoende en op geen enkel perceel ernstig tekort. Opvallend waren de hoge K-gehalten in het gras. In ruim de helft van het aantal grasmonsters was het K-gehalte hoger dan 35 g/kg drogestof. Er werd geen duidelijk verband gevonden tussen de K-toestand van de bodem en het K-gehalte in het gras. Bij injectie van 40 m³ dunne rundermest per ha en bij een K-toestand van de bodem van "voldoende" werd echter meer K gegeven dan nodig is voor optimale groei van de eerste sneden. Dit ging gepaard met hoge K-gehalten in het gras (luxue consumptie). Aangenomen mag worden dat droogte gedurende de groei mede verantwoordelijk was voor de hoge K-gehalten in het gras. Extra Mg-bemesting geeft onder deze omstandigheden onvoldoende verhoging van het Mg-gehalte in het gras om de Mg-voorziening van de dieren veilig te stellen.

Het percentage percelen waarvan het nitraatgehalte in het gras boven de laagste norm voor rundvee (1,7 g NO_3^- -N per kg drogestof; kritische grens in gras dat wordt geconserveerd als voordroogkuil of hooi) uitkwam, bedroeg in de eerste snede 8% en in de tweede snede 50%. In de tweede snede werd op 8% van de percelen de norm voor rundvee van 3,4 g NO_3^- -N per kg drogestof (kritische grens in gras voor zomerstalvoeding) overschreden. Wanneer uitsluitend dit gras (vooral de tweede snede) na conservering aan de dieren gevoerd zou worden, zou de kans op nitraatvergiftiging duidelijk aanwezig zijn.

Uit bovenstaande gegevens over de graskwaliteit kan geconcludeerd worden dat het aanbod van N en K na mestinjectie in veel gevallen te hoog was, wellicht mede veroorzaakt door een te ruim gebruik van N- en K-kunstmest.

3.3. Resultaten graslandonderzoek 1990

Inleiding

In 1990 is op 301 percelen grasland mest- en/of zode-injectie toegepast. In 1990 werd naast mestinjectie in het vroege voorjaar, vanaf begin mei zode-injectie toegepast. De geïnjecteerde percelen zijn in vijf groepen verdeeld:

groep I: Eénmaal mestinjectie (feb/mrt);

groep II: Eénmaal zode-injectie (mei/juni);

groep III: Eénmaal zode-injectie (mei/juni) na mestinjectie (feb/mrt);

groep IV: Tweede zode-injectie (juli) na mestinjectie (feb/mrt) en na eerste zode-injectie (mei/juni);

groep V: Tweede zode-injectie (mei/juni) na eerste zode-injectie (feb/mrt).

De verdeling van de 301 percelen over de vijf groepen was als volgt (het aantal percelen in de steekproef is tussen haakjes gegeven): 156 percelen in groep I (58), 47 in groep II (36), 74 in groep III (52), 7 in groep IV (5) en 17 in groep V (15).

Van alle percelen werd 67% met dunne rundermest geïnjecteerd, 24% met dunne vleesvarkensmest, 8% met dunne fokvarkensmest en 1% met dunne kippenmest. Van 75% van de percelen was de bodem goed geschikt voor injectie, van 15% matig en van 10% slecht.

Bij mestinjectie zijn dezelfde hoeveelheden mest per ha geïnjecteerd als in 1989. Bij zode-injectie is altijd 20 m³ per ha gegeven, ongeacht de mestsoort.

In groep I werd 41% van de percelen kunstmatig beregend, in groep II 50%, in groep III 54%, in groep IV 100% en in groep V 59%. Uit de neerslaggegevens blijkt dat de maanden februari en juni nat waren en dat de maanden maart, april en mei wat droger waren dan gemiddeld. Opvallend was de extreme droogte in juli en augustus. In deze maanden viel resp. ongeveer 30 en 25 mm neerslag tegen 78 en 75 mm normaal.

Resultaten van de injectie

De beoordeling van de injectie op de percelen in de steekproef is samengevat in tabel 14 (A t/m E). De beoordeling van slipsporen, insporing, afwerking van de perceelsranden, verbrokkeling van de zode, besmeuring van het gras met mest, injectiediepte en sluiting van de injectiesleuven heeft betrekking op de beoordeling direct na injectie (eerste beoordeling). Voor verdroging en verbranding worden de resultaten van de eindbeoordeling gegeven. Voor zodekwaliteit worden de resultaten van zowel de uitgangstoestand (eerste beoordeling) als de eindbeoordeling gegeven.

Tabel 14 (A t/m E): Beoordeling van de kwaliteit van injectie in 1990 (% percelen in de steekproef met de betreffende waardering). Slipsporen, insporing, afwerking van de perceelsranden, verbrokkeling van de zode, besmeuring van het gras met mest, injectiediepte en sluiting van de injectiesleuven zijn enkele dagen na injectie waargenomen.

Voor verdroging en verbranding worden de resultaten van de eindbeoordeling gegeven. Voor zodekwaliteit worden de resultaten van zowel de uitgangstoestand (eerste beoordeling) als de eindbeoordeling gegeven.

Tabel 14A: Éénmaal mestinjectie (feb/mrt): Groep I

Aspect	Goed/niet	Vrij goed/ licht	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	95	5	0	0
Insporing	64	24	12	0
Afwerking randen	43	38	17	2
Verbrokkeling	59	29	5	7
Besmeuring	97	3	0	0
Sluiting sleuven	67	21	10	2
Injectiediepte (cm)		8 - 15		
Verdroging ¹⁾	88	12	0	0
Verdroging ²⁾	81	19	0	0
Verbranding	90	10	0	0
Zodekwaliteit ³⁾	26	43	19	12
Zodekwaliteit ⁴⁾	15	45	19	21

Tabel 14B: Éénmaal zode-injectie (mei/juni): Groep II

Aspect	Goed/niet	Vrij goed/ licht	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	86	14	0	0
Insporing	69	25	6	0
Afwerking randen	28	64	5	3
Verbrokkeling	6	42	33	19
Besmeuring	19	53	17	11
Sluiting sleuven	3	47	33	17
Injectiediepte (cm)		8 - 11		
Verdroging ¹⁾	69	28	3	0
Verdroging ²⁾	85	10	5	0
Verbranding	69	28	3	0
Zodekwaliteit ³⁾	33	56	8	3
Zodekwaliteit ⁴⁾	50	36	14	0

Tabel 14C: Eenmaal zode-injectie (mei/juni) na mestinjectie (feb/mrt): Groep III

Aspect	Goed/niet	Vrij goed/ licht	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	100	0	0	0
Insporing	96	4	0	0
Afwerking randen	42	40	8	10
Verbrokkeling	13	54	21	12
Besmeuring	21	60	9	10
Sluiting sleuven	6	58	25	11
Injectiediepte (cm)		6 - 12		
Verdroging ¹⁾	79	17	2	2
Verdroging ²⁾	57	39	4	0
Verbranding	81	17	2	0
Zodekwaliteit ³⁾	29	36	27	8
Zodekwaliteit ⁴⁾	4	50	27	19

Tabel 14D: Tweede zode-injectie (juli) na mestinjectie (feb/mrt) en na eerste zode-injectie (mei/jun): Groep IV

Aspect	Goed/niet	Vrij goed/ licht	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	80	20	0	0
Insporing	60	40	0	0
Afwerking randen	40	40	20	0
Verbrokkeling	0	60	40	0
Besmeuring	0	100	0	0
Sluiting sleuven	0	80	20	0
Injectiediepte (cm)		9 - 10		
Verdroging ¹⁾	100	0	0	0
Verdroging ²⁾	nvt.	nvt.	nvt.	nvt.
Verbranding	100	0	0	0
Zodekwaliteit ³⁾	20	60	20	0
Zodekwaliteit ⁴⁾	60	20	20	0

Tabel 14E: Tweede zode-injectie (mei/juni) na eerste zode-injectie (feb/mrt): Groep V

Aspect	Goed/niet	Vrij goed/ licht	Matig	Slecht/sterk
Slipsporen	100	0	0	0
Insporing	80	20	0	0
Afwerking randen	47	53	0	0
Verbrokkeling	7	60	26	7
Besmeuring	40	40	13	7
Sluiting sleuven	6	67	20	7
Injectiediepte (cm)		7 - 11		
Verdroging ¹⁾	80	0	7	13
Verdroging ²⁾	40	0	20	40
Verbranding	80	0	7	13
Zodekwaliteit ³⁾	20	53	27	0
Zodekwaliteit ⁴⁾	27	40	33	0

¹⁾ alle percelen in de steekproef

²⁾ alle percelen zonder berekening

³⁾ beoordeling van de uitgangssituatie

⁴⁾ eindbeoordeling

N.B. De kolom "goed/niet" is in alle gevallen het percentage met gunstige waardering van het betreffende aspect (dus: geen slipsporen, goede sluiting van de injectiesleuven, etc.)

Uit tabel 14A t/m E blijkt dat:

- slipsporen in geringe mate voorkwamen en alleen in de groepen I, II en IV (vooral op laaggelegen, natte plekken);
- insporing in lichte mate in alle groepen percelen voorkwam; matige insporing kwam alleen voor in de groepen I en II, terwijl nergens sterke insporing werd geconstateerd;
- de afwerking van de perceelsranden in alle groepen te wensen overliet al was het percentage percelen met een slechte afwerking klein;
- verbrokkeling van de zode langs de injectiesleuven vooral voorkwam bij zode-injectie (groep II, III, IV en V) en vooral werd waargenomen op jong grasland onder droge omstandigheden; daarnaast bleek dat zode-injectie na mestinjectie en herhaald zode-injecteren met een tussenperiode van 4-6 weken verbrokkeling in de hand werkte;
- besmeuring van het gras met mest alleen bij zode-injectie werd waargenomen; het ontbreken van een ganzevoet bij de zode-injecteur heeft mogelijk tot gevolg dat bij een dosering van ongeveer 20 m³ per ha per keer het bergend vermogen voor mest in de bodem te klein is, met name bij een (te) geringe injectiediepte;

- de sluiting van de injectiesleuven bij zode-injectie te wensen overliet; een jonge zode in combinatie met droge grond leidde tot slechtere sluiting;
- de gemiddelde injectiediepte bij mestinjectie (groep I) 13 cm bedroeg en bij zode-injectie in de groepen II, III, IV en V resp. 10, 10, 9 en 10 cm;
- er enige lichte verdroging van het gras ten gevolge van mestinjectie (groep I) voorkwam; bij zode-injectie (groepen II, III, en V) werd lichte, matige en sterke verdroging geconstateerd; in groep IV werden alle percelen beregend en werd verdroging voorkomen (verdroging en verbranding waren moeilijk te onderscheiden);
- de zodekwaliteit vóór mesttoedienen in het algemeen redelijk goed was, 70-80% van de percelen kreeg de beoordeling goed tot vrij goed; de zodekwaliteit in de groepen I en III was bij de eindbeoordeling iets achteruit gegaan.

Opgemerkt dient te worden dat vanaf de tweede beoordeling er vrijwel geen slipsporen, insporing en verbrokkeling van de zode meer werden geconstateerd.

Factoren die het injectieresultaat beïnvloeden

Aan de hand van rangcorrelatie is nagegaan of bepaalde factoren effect hadden op het injectieresultaat. Hieruit kan het volgende worden geconcludeerd:

- naarmate de bodem beter geschikt was voor injectie kwam op de percelen in groep I en II minder insporing voor; op de percelen in groep III kwam nauwelijks insporing voor;
- naarmate de zodekwaliteit in groep II bij de uitgangstoestand slechter was, was de sluiting van de injectiesleuven op de percelen slechter;
- op de percelen met kunstmatige beregening werd weinig verdroging of verbranding van het gras vastgesteld.

Uit een vergelijking van de kwaliteit van mestinjectie in 1989 en 1990 (alleen mestinjectie werd in beide jaren uitgevoerd) blijkt dat in 1990 de technische uitvoering duidelijk beter was dan in 1989. Daarnaast werd in 1990 nauwelijks blijvende schade door extra verdroging van het gras ten gevolge van mestinjectie geconstateerd. Voor beide constateringën zijn een aantal oorzaken aan te voeren:

- bredere banden op de injecteur en trekker en een lage bandenspanning;
- beter vakmanschap bij de bediening van de injecteur;
- mestinjectie werd in 1990 vroeger uitgevoerd (vanaf ongeveer half februari tot half april); hierdoor werd het nadelig effect van de droogteperiode in mei voorkomen, dit in tegenstelling tot 1989;
- diepere injectie (in 1990 gemiddeld 13 cm en in 1989 11 cm).

Schade aan de graszode door mest- en zode-injectie

In 1990 is alleen bij zode-injectie op een aantal percelen blijvende schade aan de graszode door verdroging en verbranding vastgesteld. Hierbij moet bedacht worden dat mestinjectie alleen in het vroege voorjaar werd toegepast en zode-injectie vooral gedurende het groeiseizoen en de kans op verdroging en verbranding daardoor bij zode-injectie duidelijk groter was. Mestinjectie later in het groeiseizoen zou in 1990 ongetwijfeld tot schade aan de graszode geleid hebben. Op percelen met droogteschade was deze van dien aard dat de gebruikers in aanmerking kwamen voor schadevergoeding. De schade aan de graszode bestond uit opbrengstderving en kwaliteitsverlies van het gras en de kosten voor herstel van de zode. De opbrengstderving was doorgaans op een beperkt deel van het perceel geconcentreerd en werd voor het gehele perceel geschat op een verlies van 600 tot 1200 kg drogestof per ha. Bij mestinjectie is slechts op 0,4% van de oppervlakte blijvende schade ten gevolge van extra verdroging vastgesteld. Bij zode-injectie is op 4,5% van de oppervlakte blijvende schade ten gevolge van extra verdroging geconstateerd. Deze droogteschade kwam uitsluitend voor op niet beregende percelen. Op 1,9% van de oppervlakte bestond de schade uit het lostrekken van de zode. Dit kwam vooral voor bij herhaald injecteren.

Invloed van mestinjectie en zode-injectie op de minerale samenstelling van het gras

Voor het vaststellen van de invloed van de methode van mesttoediening op de minerale samenstelling van het gras zijn van 35 representatief gekozen percelen grasmonsters genomen. De grasmonsters zijn kort voor de eerste, de tweede en in een aantal gevallen voor de derde beweiding of snede na de voorjaarsinjectie genomen. Hierin zijn de gehalten aan N, NO_3^- , K en Mg bepaald. Bij de selectie van de percelen werd rekening gehouden met de K-toestand van de bodem en met de mestsoort. Op grond van de gehalten aan Mg, K en ruw eiwit ($\text{N-gehalte} \cdot 6,25$) in het gras werd een schatting gegeven van de Mg-voorziening van het rund. De resultaten van deze schatting geven aan dat in de eerste snede de Mg-voorziening slechts op 32% van de percelen voldoende zou zijn, op 61% onvoldoende en op 7% ernstig te kort. In de tweede snede zou de Mg-voorziening aanmerkelijk beter zijn namelijk op 79% van de percelen voldoende, op 21% onvoldoende en op geen enkel perceel ernstig tekort. In de derde snede zou de Mg-voorziening op alle percelen voldoende zijn.

In tabel 15 wordt de gemiddelde samenstelling van het gras in de eerste, tweede en derde snede gegeven. Tussen haakjes de gemiddelde samenstelling in 1989. Uit deze tabel blijkt het volgende:

- het N-gehalte was in alle sneden hoog; gemiddeld was het gehalte in 1990 nog iets hoger dan in 1989;
- het K-gehalte was eveneens hoog; er was weinig verschil tussen de beide jaren;
- het Mg-gehalte steeg gedurende het groeiseizoen; in 1990 was het Mg-gehalte iets hoger dan in 1989;

- het nitraatgehalte was vrij hoog en steeg gedurende het groeiseizoen; ook hier waren de waarden in 1990 iets hoger dan in 1989;
- het produkt K*re was in alle sneden hoog.

Tabel 15: Gemiddelde minerale samenstelling van het gras in 1990 in de eerste sneden na injectie van dunne mest. Tussen haakjes de gemiddelde samenstelling van het gras in 1989.

SNEDE	AANTAL PERCELEN	N _t	K	Mg	NO ₃ -N	K*RE/100
1	31 (24)	40 (35)	36 (34)	2,4 (2,1)	1,1 (0,8)	87
2	28 (12)	40 (38)	34 (37)	2,8 (2,6)	2,3 (2,0)	86
3	12	43	32	3,1	3,3	90

De hoge K-gehalten in het gras waren te verwachten. Bij injectie van b.v. 40 m³ dunne rundermest per ha bij een K-toestand van de bodem van "voldoende" wordt namelijk meer K gegeven dan nodig is voor optimale groei van de eerste sneden. Dit zal gepaard gaan met hoge K-gehalten in het gras (fluxe consumptie). Aangenomen mag worden dat droogte gedurende de groei mede verantwoordelijk was voor de hoge K-gehalten in het gras. Extra Mg-bemesting geeft onder deze omstandigheden onvoldoende verhoging van het Mg-gehalte in het gras om de Mg-voorziening van de dieren veilig te stellen.

Het percentage percelen waarvan het nitraatgehalte in het gras boven de laagste norm voor rundvee (1,7 g NO₃-N per kg drogestof) uitkwam, bedroeg in de voorsnede 0%, in de eerste snede 14%, in de tweede snede 71% en de derde snede 92%. In de tweede snede wordt op 18% van de percelen de norm voor rundvee van 3,4 g NO₃-N per kg drogestof overschreden en de derde snede 50%. In de derde snede werd op 8% van de percelen de hoogste norm van 4,5 g NO₃-N per kg drogestof overschreden. Wanneer uitsluitend dit gras (vooral de tweede snede en derde snede) na conservering aan de dieren gevoerd zou worden, zou de kans op nitraatvergiftiging duidelijk aanwezig zijn. Uit bovenstaande gegevens over de graskwaliteit kan geconcludeerd worden dat het aanbod van N en K na mestinjectie in veel gevallen te hoog was, wellicht mede veroorzaakt door een te ruim gebruik van N- en K-kunstmest.

Op een klein aantal percelen werd de samenstelling van het gras vergeleken na het toedienen van een gelijke hoeveelheid mest met een mestinjecteur (diepe injectie) en met een zode-injecteur.

Uit de samenstelling van het gras bleek dat in de eerste snede bij zode-injectie het K-gehalte duidelijk hoger was dan bij mestinjectie. In de tweede snede was bij mestinjectie het nitraatgehalte duidelijk hoger dan bij zode-injectie. Het produkt K*re was in de eerste snede bij zode-injectie duidelijk hoger dan bij mestinjectie.

Invloed van fosfaatfixerende grond op het fosforgehalte in gras

In 1990 werd op enkele percelen op fosfaatfixerende grond gedurende het groeiseizoen het effect van verschillende hoeveelheden dunne mest en fosfaatkunstmest op het fosforgehalte van het gras onderzocht. Uit de resultaten bleek dat er geen betrouwbaar verschil was in fosfaatgehalte van het gras tussen percelen met een fosfaatbemesting volgens het bemestingsadviesprogramma (BAP) en percelen met extra fosfaatbemesting. Blijkbaar was het aanbod van fosfaat uit de grond zonder extra fosfaatbemesting voldoende. Ook werd visueel geen verschil in grasopbrengst geconstateerd. Bij de interpretatie van deze gegevens moet bedacht worden dat de grasopbrengst in 1990 ten gevolge van droogte 30 tot 40% lager was dan normaal en dus ook de fosfaatbehoefte van het gras lager was.

3.4. Resultaten graslandonderzoek 1991

Inleiding

In 1991 werden op 14 bedrijven combinaties van drie methoden van emissie-arm mesttoedieningen vergeleken te weten mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting. De vergelijking vond plaats onder vrijwel dezelfde omstandigheden (weer en grondsoort). De opzet van het onderzoek was zodanig dat ook combinaties van deze methoden konden worden vergeleken. Voor de uitvoering van het werk werd steeds dezelfde basismachine gebruikt namelijk een vierwielig moerasvoertuig met een opgebouwde mesttank van 10 m³ inhoud. In tabel 16 staan de combinaties van emissie-arme mesttoedienings-methoden die werden vergeleken.

Tabel 16: Toegepaste combinaties van emissie-arme mesttoedieningssystemen tijdens onderzoek in 1991: Tijdstip en aantal keren beoordelen

Behandeling	Voorjaar		Zomer		Herfst (eindbeoordeling)	
	Voorjaar	Zomer	1e	2e		
MI	-	*	*	nvt	nvt	*
MI	ZB	*	*	*	*	*
MI	ZI	*	*	*	*	*
ZI	ZI	*	*	*	*	*
ZB	ZB	*	*	*	*	*

MI = mestinjectie (systeem Rumpstad).

ZI = zode-injectie (systeem Rumpstad).

ZB = zodebemesting (systeem Vredo).

De toediening in het groeiseizoen (zomer) vond plaats vóór de derde snede.

Bij mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting werd vóór de eerste snede resp. 40, 27 en 23 ton dunne rundermest per ha per keer toegediend. In het groeiseizoen werd alleen zode-injectie en zodebemesting toegepast en werd resp. 24 en 21 ton per ha gegeven (gemeten door het IMAG-DLO onderzoek; paragraaf 2.5.).

Beoordeling van de uitvoering van het werk en de effecten op de zode

De effecten van de verschillende methoden van emissie-arme mesttoediening werden visueel beoordeeld.

De beoordeling vond plaats op de volgende tijdstippen:

- binnen enkele dagen na mesttoediening;
- na de eerste snede of beweiding volgend op de mesttoediening;

- in de herfst voor het vaststellen van de eindsituatie.

Op percelen waar zowel in het voorjaar als in de zomer mest werd toegediend heeft vijf keer een beoordeling plaats gevonden en op percelen waar alleen in het voorjaar mest werd gegeven drie keer. Bij de voorjaarsbeoordeling werd ook de uitgangssituatie van de zode vastgelegd, hierdoor zou een eventuele verslechtering van de botanische samenstelling als gevolg van de werkzaamheden in de loop van het seizoen kunnen worden vastgesteld.

Bij de beoordeling werd gekeken naar:

* Technische uitvoering

- slijpsporen
- insporing
- verbrokkeling langs de injectiesleuven
- sluiting van de injectiesleuven
- besmeuring van het gras
- afwerking van de perceelsranden
- injectiediepte.

* Effecten op de zode

- zodekwaliteit
- verdroging/verbranding van het gras

Resultaten

In Tabel 17 worden de resultaten van de beoordelingen op de verschillende tijdstippen samengevat.

Tabel 17: Overzicht van de beoordeling van enkele belangrijke aspecten van de kwaliteit van het werk en van de effecten op de graszode. De beoordeling van de zodekwaliteit staat uitgedrukt in percentage percelen met de waardering goed tot vrij goed. De andere kenmerken staan uitgedrukt in percentage percelen met de waardering goed (dus: geen verbrokkeling, goede sleufsluiting en geen besmeuring van het gras).

Aspect en tijdstip van de beoordeling	combinaties				
	Voorjaar	MI	MI	MI	ZI
Zomer	--	ZB	ZI	ZI	ZB
ZODEKWALITEIT (GOED/VRIJ GOED):					
- enkele dagen na voorjaarsgift	50	53	84	39	50
- enkele dagen na zomergift	nvt.	71	72	67	69
- eindbeoordeling	50	47	66	61	62
VERBROKKELING (GEEN):					
- enkele dagen na voorjaarsgift	61	71	50	67	94
- enkele dagen na zomergift	nvt.	88	33	44	100
- eindbeoordeling	100	100	89	89	100
SLEUFSLUITING (GOED):					
- enkele dagen na voorjaarsgift	61	65	56	11	nvt.
- enkele dagen na zomergift	nvt.	nvt.	0	0	nvt.
- eindbeoordeling	100	100	89	94	nvt.
BESMEURING (GEEN):					
- enkele dagen na voorjaarsgift	100	100	100	39	69
- enkele dagen na zomergift	nvt.	18	22	22	44
- eindbeoordeling	100	100	100	100	100

Op grond van Tabel 17 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Zodekwaliteit: Het percentage percelen met de beoordeling vrij goed tot goed was betrekkelijk laag. Er zijn gedurende het groeiseizoen wel enige veranderingen opgetreden. Soms is de zodekwaliteit iets verbeterd, soms iets verslechterd. Er was echter geen duidelijk effect van de behandelingen.
- Verbrokkeling: Bij alle methoden van emissie-arme mesttoediening kwam nog iets verbrokkeling voor, vooral bij zode-injectie. Bij de eindbeoordeling bleek de schade door verbrokkeling bij zode-injectie nog niet geheel hersteld.
- Sleufsluiting: Het valt op dat vooral bij zomertoepassing van zode-injectie de sleufsluiting niet optimaal was. Er was zelfs geen enkel perceel met een goede sleufsluiting. Waarschijnlijk zal de droge zomer hierop van invloed zijn geweest.
- Besmeuring: Bij mestinjectie kwam geen besmeuring van het gras voor. Bij zode-injectie en zodebemesting kwam veel besmeuring voor vooral bij zomertoediening. Dit was een gevolg van te ondiepe sleuven (vooral tijdens droogte) in combinatie met te hoge mestdosering.

Van de andere beoordeelde aspecten kan nog het volgende worden opgemerkt:

- Injectiediepte: Bij mestinjectie werd op een redelijk constante diepte geïnjecteerd namelijk gemiddeld op 13 cm (spreiding van 9-15 cm). Met zode-injectie was de diepte in het voorjaar gemiddeld 9 cm (spreiding van 7-10 cm) en in de zomer 8 cm (spreiding van 3-9 cm). Met zodebemesting werd zowel in het voorjaar als in de zomer vrij ondiep bemest namelijk gemiddeld op 4 cm (spreiding van 1-5 cm).
- Verdroging/verbranding: Ondanks de vrij droge zomer was er weinig droogteschade ten gevolge van mesttoediening. Beregening voorkwam niet altijd verdroging/verbranding (mogelijk werd er te laat en te weinig beregend).
- Slip en insporing: In de natte maand juni kwam enige insporing voor op lagere percelen, slip kwam niet of nauwelijks voor.
- Afwerking: In het algemeen was de afwerking, zowel van de kopakkers als van de aansluiting van de werkgangen goed tot vrij goed (ervaring van de chauffeur bleek zeer belangrijk). Door het gebruik van een zware machine die meermalen over de kopakkers reed werd in een aantal gevallen groeiremming geconstateerd. Deze schade door berijding herstelde zich voor een groot deel in het groeiseizoen. Voorjaarsschade herstelde zich in de regel wat vlotter dan schade ontstaan in het groeiseizoen.

Invloed van emissie-arm mesttoediening op de minerale samenstelling van het gras

Om het effect te bepalen van deze methoden van mesttoediening op de minerale samenstelling van gras werden van 35 representatieve percelen van de eerste, tweede en derde snede gras-monsters genomen (bij uitsluitend mestinjectie in het voorjaar werd de derde snede niet bemon-

sterd). Op grond van de gehalten aan N, K, Mg en nitraat in het gras werd de kwaliteit van het gras voor het vee beoordeeld. De beoordeling heeft betrekking op de situatie waarbij het rantsoen volledig uit vers of geconserveerd gras bestaat.

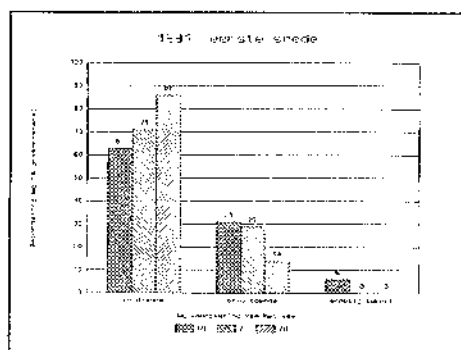
Kopziekte kan optreden wanneer het dier tekort heeft aan magnesium. Naast het Mg-gehalte in het rantsoen spelen de N- en K-gehalten hierbij een rol. Een zware K-bemesting verhoogt het K-gehalte in het gras en verlaagt het Mg-gehalte. Daarnaast wordt door hoge N- en K-gehalten in het rantsoen de Mg-benutting in het rund verminderd.

Een hoog nitraatgehalte in vers of geconserveerd gras kan leiden tot nitraatvergiftiging bij het rund. Uit ander onderzoek zijn aanwijzingen dat zelfs een lichte nitraatvergiftiging kan leiden tot aborteren van de vrucht. Het maximaal aanvaardbare nitraatgehalte in gras is afhankelijk van de vorm waarin het gevoederd wordt. Bij beweiding mag het gras maximaal 4.5 g nitraat-N per kg drogestof bevatten, bij verse gevoeding op stal 3.4 g en bij voeding van hooi of voor- droogkuil slechts 1.7 g.

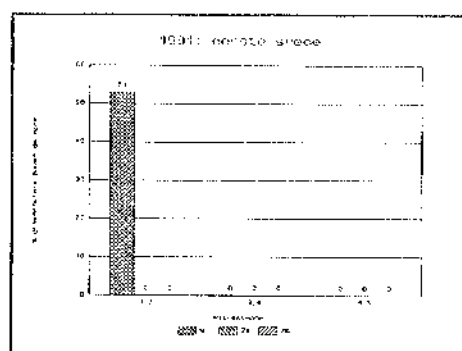
Resultaten

In Figuur 7A t/m F wordt het percentage grasmonsters gegeven waar de Mg-voorziening van het dier voldoende, onvoldoende of ernstig tekort zou zijn. Tevens wordt voor nitraat het percentage grasmonsters gegeven waarvan het gehalte boven de normen uitkwam.

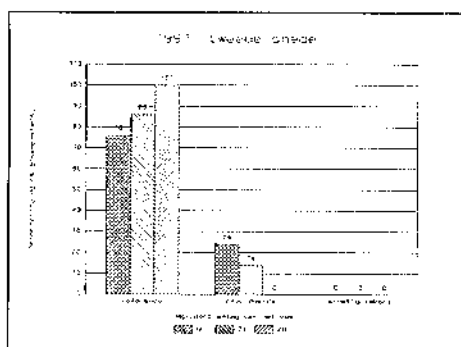
Figuur 7 (A t/m F): Schatting van de Mg-voorziening en de mate van overschrijding van de nitraatnormen voor het vee (percentage grasmonsters) van de eerste, tweede en derde snede na verschillende methoden en tijdstippen van mesttoediening. (MI = mestinjectie, ZI = zodeinjectie en ZB = zodebemesting)



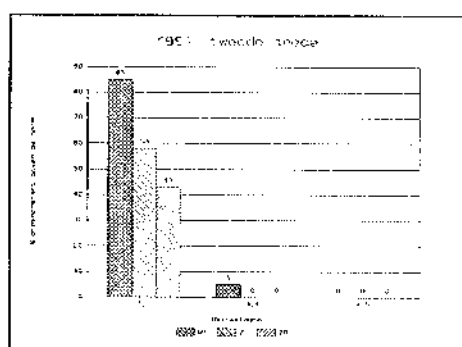
figuur 7A: percentages grasmonsters magnesiumvoorziening



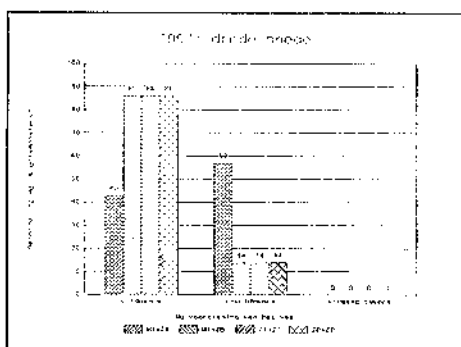
figuur 7B: percentages grasmonsters nitraatnorm



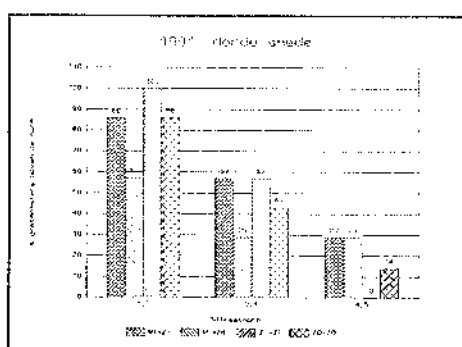
figuur 7C: percentages grasmonsters magnesiumvoorziening



figuur 7D: percentages grasmonsters nitraatnorm



figuur 7E: percentages grasmonsters magnesiumvoorziening



figuur 7F: percentages grasmonsters nitraatnorm

Uit Figuur 7 (A t/m F) blijkt het volgende:

- In de eerste snede was de Mg-voorziening voor het vee na zode-injectie en vooral na zodemesting duidelijk beter dan na mestinjectie. Bij zode-injectie en zodemesting waren de N- en K-gehalten in het gras lager.
- In de eerste snede was alleen na mestinjectie het nitraatgehalte te hoog (53 % van de grasmonsters bevatte meer dan 1.7 g nitraat-N per kg drogestof). Dit in tegenstelling tot 1989 en 1990 toen in de eerste snede na mestinjectie weinig te hoge nitraatgehalten voorkwamen.
- In de tweede snede waren bij alle bemestingsmethoden de nitraatgehalten te hoog; bij injectie overschreed zelfs 85 % van de grasmonsters de laagste nitraatnorm en 5 % de norm van 3.4 g nitraat-N per kg drogestof.
- In de derde snede was vooral bij de combinatie mestinjectie en zode-injectie de Mg-voorziening onvoldoende. In de derde snede waren de N- en K-gehalten zeer hoog.
- In de derde snede waren de nitraatgehalten vaak te hoog. In veel gevallen werd de laagste norm van 1.7 g nitraat-N per kg drogestof overschreden. In een aantal gevallen werd zelfs de hoogste nitraatnorm van 4.5 g nitraat-N per kg drogestof overschreden. Er was geen duidelijk verschil tussen de bemestingsmethoden.

Opgemerkt dient te worden dat de keuze van de verschillende combinaties gericht was op het verkrijgen van informatie over de technische uitvoerbaarheid en de effecten op de graszode van deze combinaties. Dit had tot gevolg dat in een aantal gevallen aanmerkelijk meer kalium werd gegeven dan nodig was voor optimale groei van het gras.

Conclusies

De vaak onvoldoende Mg-voorziening in de eerste snede werd veroorzaakt door hoge N- en K-gehalten en lage Mg-gehalten in het gras. De betere Mg-voorziening in de latere sneden was vooral een gevolg van hogere Mg-gehalten. Het merendeel van de percelen werd in het voorjaar met magnesium bemest. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat door Mg-bemesting vooral in een situatie met een ruim aanbod van kalium het Mg-gehalte van het gras onvoldoende wordt verhoogd om de Mg-voorziening van het rund veilig te stellen.

De hoge K-gehalten in het gras zijn voor een belangrijk deel het gevolg van te hoge K-giften via dunnemest. De hoge N- en nitraatgehalten zijn vooral het gevolg van het hoge N-bemestingsniveau en onvoldoende aanpassen van de kunstmestgift na het toedienen van dunnemest.

Het nauwkeurig opvolgen van de bemestingsadviezen zowel bij het toedienen van organische mest als kunstmest, is de beste mogelijkheid om overbemesting en als gevolg daarvan diergezondheidsproblemen te voorkomen.

Opgemerkt dient te worden dat vooral in 1991 in veel gevallen de grasopbrengsten ten gevolge van droogte laag waren en dat de kans op te hoge bemesting daardoor toegenomen zal zijn.

Gedurende de proef werd geen nauwkeurig onderzoek gedaan naar de gezondheid van het vee.

Toch kan op grond van informatie van de veehouders geconcludeerd worden dat zich weinig ernstige problemen bij het vee hebben voorgedaan. Dit zijn niet meer problemen voordeden was vooral te danken aan de samenstelling van het rantsoen. Vooral in de stal periode bestond het rantsoen voor een belangrijk deel uit snijmaïssilage die lage N-, K- en nitraatgehalten heeft. Maar ook in de zomer bestond het rantsoen soms voor een deel uit maïssilage. Tevens werd in een aantal gevallen extra magnesium verstrekt door middel van het krachtvoer of het toedienen van gebrande magnesiet. Er zijn aanwijzingen dat maïssilage in het rantsoen een gunstige werking op de Mg-voorziening van het dier heeft doordat het dier de magnesium uit een dergelijk rantsoen beter benut dan uit een rantsoen gebaseerd op uitsluitend vers gras of voordroogkuil.

3.5. Evaluatie

Op een groot aantal representatieve percelen waar mest emissie-arm werd toegediend werd de kwaliteit van mesttoedienen (uitvoering van het werk) beoordeeld. Daarnaast werd nagegaan wat op langere termijn de effecten op de graszode waren. De beoordeling gebeurde direct na mesttoediening, binnen één week na de eerste snede of beweiding na mesttoediening en in de herfst vond een eindbeoordeling plaats. Op basis van deze beoordelingen zijn de technische resultaten van de systemen;

Mestinjectie:

- in het voorjaar een goed resultaat
- na de eerste snede kans op schade (verdroging)
- enige schade bij het in de grond brengen en oplichten van de injectie tanden

Zode-injectie:

- enige verbrokkeling langs de sleuven
- soms onvoldoende sluiting van de sleuven
- enige besmeuring van het gras met mest
- machineschade herstelt zich grotendeels in het seizoen

Zodebemesting:

- tengevolge van ondiepe sleufjes en/of te grote gift besmeuring van het gras met mest (overlopen van de sleuven)

Algemeen:

- * geen invloed van emissie-arm mesttoedienen op de zodekwaliteit
- * verdroging als gevolg van emissie-arm mesttoedienen gering
- * bij zomertoediening gaf zodebemesting het beste resultaat
- * vooral onder droge omstandigheden werd bij zode-injectie en zodebemesting niet altijd de gewenste diepte van de sleufjes bereikt

Invloed van emissie-arm mesttoedienen op graskwaliteit en diergezondheid

Om het effect te bepalen van emissie-arme mesttoediening van dunne mest op de minerale samenstelling van gras werden van een aantal representatieve percelen grasmonsters genomen. Op grond van de gehalten aan stikstof, kalium, magnesium en nitraat in het gras werd de kwaliteit van het gras voor het rund beoordeeld. Samengevat waren de effecten van de diverse systemen als volgt:

Mestinjectie voorjaar:

- * in de eerste snede slechte magnesiumvoorziening van het vee door hoge stikstof- en kalium-

gehalten en lage magnesiumgehalten in het gras (kans op kopziekte)

- * in de tweede snede duidelijk betere magnesiumvoorziening door hogere magnesiumgehalten in het gras

- * in de tweede snede vooral hoge nitraatgehalten

Zode-injectie en zodebemesting voorjaar:

- * in de eerste snede betere magnesiumvoorziening dan bij mestinjectie door lagere stikstof- en kaliumgehalten

- * in de tweede snede vooral hoge nitraatgehalten (iets minder hoog dan bij mestinjectie)

Zode-injectie en zodebemesting voor derde snede (tweede bemesting):

- * in de derde snede bij zodebemesting en vooral bij zode-injectie zeer hoge nitraatgehalten

Algemeen:

- * de hoge kaliumgehalten zijn voor een belangrijk deel het gevolg van de hoge kaliumbemesting via dierlijke mest

- * de hoge stikstof- en nitraatgehalten zijn vooral het gevolg van het hoge stikstofbemestingsniveau en onvoldoende aanpassen van de kunstmestgift na toedienen van dierlijke mest

4. BEMESTINGSPRAKTIJK VERGELEKEN MET BAP-ADVIEZEN BIJ EMISSIE-ARME MESTTOEDIENING

4.1. Inleiding

Een doel van PROPRO was om het grasland te bemesten met minimale emissie van meststoffen naar lucht, grond- en oppervlaktewater. In dit kader dient bij de bemesting van grasland rekening gehouden te worden met verschillende factoren: verschillen in de werking van meststoffen, de wijze van toedienen, de grondsoort en de bodemvruchtbaarheid. Hiernaast speelt mee de door de veehouder beoogde grasopbrengst per snede, het gewenste stikstofniveau op jaarbasis en het gebruik van het grasland.

Het blijkt in de praktijk met de huidige hulpmiddelen, zoals een bemestingskaart, lastig te zijn om met al deze aspecten voldoende rekening te houden. Met name als dunne mest geïnjecteerd wordt, is het moeilijk om rekening te houden met de bemestende waarde van de dierlijke mest. Dit omdat de plantenvoedende stoffen niet alleen beschikbaar komen voor de eerste snede na emissie-arme mesttoediening, maar ook verspreid over de volgende snedes. Het in PROPRO toegepaste Bemestingsadviesprogramma (BAP), ontwikkeld door de Stichting Koppeling Melkcontrôle-Veevoeding en geëxploiteerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) te Oosterbeek, was een goed hulpmiddel om de bemesting af te stemmen op emissie-arme mesttoediening.

In het BAP wordt per perceel, voor iedere snede afzonderlijk, een bemestingsadvies berekend. De veehouder beschikt daardoor gedurende het gehele groeiseizoen over actuele bemestingsadviezen. Bij de berekening van de bemestingsadviezen in het BAP wordt rekening gehouden met bovengenoemde factoren, waarbij de veehouder gedurende het seizoen informatie levert over het gebruik en de uitgevoerde bemesting van de percelen grasland. De veehouder geeft voor aanvang van het groeiseizoen aan hoeveel stikstof hij dat jaar wil geven, incl. de stikstof uit dierlijke mest (gewenst stikstofniveau). Aan het eind van het weideseizoen krijgt de veehouder een totaaloverzicht van de uitgevoerde bemestingen.

In eerste instantie werd BAP alleen gebruikt ter ondersteuning van de proefopzet. In een later stadium is zowel het gebruik van BAP als de toegepaste bemesting door de deelnemers onderzocht. Verder zijn de in BAP gebruikte analyse-resultaten van grond- en mestmonsters in de beschouwingen meegenomen.

Het onderzoek is uitgevoerd door het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR). In dit rapport worden de resultaten van de toepassing van het BAP kort beschreven, voor 1989, 1990 en 1991. Vervolgens worden de resultaten kort geëvalueerd. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de afzonderlijke rapportages per onderzoeksjaar (Sniijders; 1990 en 1991 en Loonen; 1992).

4.2. BemestingsAdviesProgramma in 1989

Deelname BAP

De bedrijven (32) die in het kader van PROPRO mest hebben laten injecteren en hun percelen overwegend in eigen gebruik hadden voor de rundveehouderij deden mee aan BAP. In totaal hebben deze bedrijven 446 ha grasland laten opnemen in BAP. In het volgende zal het effect van de advisering volgens BAP beschreven worden.

Daarnaast zijn de resultaten vergeleken met de ervaringen met BAP van bedrijven buiten het PROPRO-gebied, die in 1989 BAP gebruikt hebben voor de bemestingsadvisering van het grasland. Deze bedrijven worden samengevat onder de noemer "KMV-BAP". Het betrof 140 bedrijven die totaal 3833 ha grasland in BAP hebben laten opnemen. Hierbij waren deelnemers aan het demonstratie-project "Mesttoepassing met minimale ammoniakemissie" (DEMO-project) en BAP-test-bedrijven. Bij de vergelijking van PROPRO en "KMV-BAP" moet bedacht worden dat in PROPRO elke veehouder die deelnam aan het programma mestinjectie ook gebruik maakte van BAP, terwijl het bij "KMV-BAP" om geselecteerde veehouders ging. De begeleiding werd bij "KMV-BAP" verzorgd door de bedrijfsvoorlichters van de voormalige Consulentschappen voor de Rundveehouderij en in PROPRO door de begeleider van het project.

Gebruik BAP

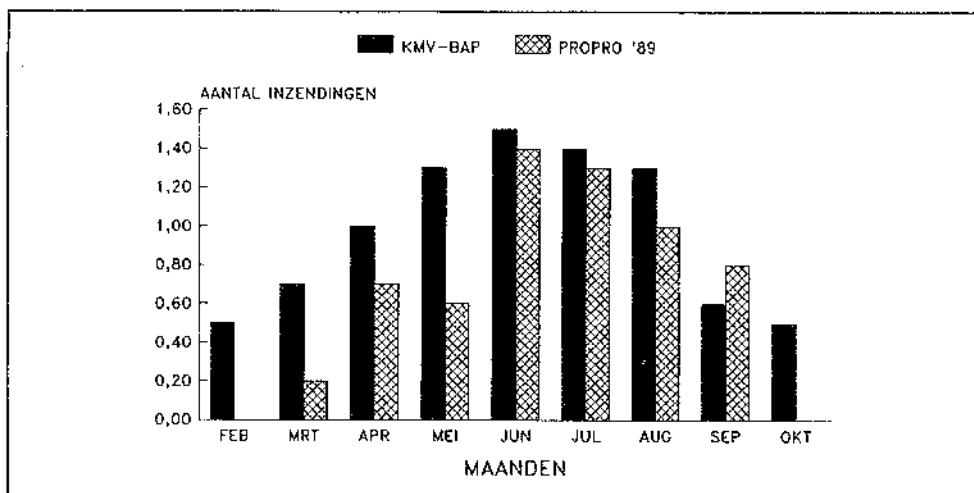
Er wordt alléén een bemestingsadvies verstrekt als de veehouder gebruiks- en bemestingsgegevens opstuurt. Het aantal adviezen in het seizoen is dus gelijk aan het aantal inzendingen van de deelnemer. Om op tijd voor de volgende snede een advies te hebben, wordt aangeraden om zeker twee keer per maand (in het weide-seizoen) een informatieformulier op te sturen. Uit figuur 8 blijkt dat zelfs in de maanden met de snelste grasgroei, mei, juni en juli, het aantal inzendingen lager ligt dan gemiddeld twee per maand.

Duidelijk is ook dat het aantal inzendingen per deelnemer in PROPRO lager ligt dan bij "KMV-BAP". Dit geldt met name tot juni. Na mei 1989 werden de bedrijven in PROPRO intensiever begeleid waardoor het aantal inzendingen steeg.

De bemesting met stikstof

De stikstofbemesting kwam gemiddeld redelijk goed overeen met het stikstofadvies. Het gemiddelde stikstofadvies in PROPRO was op jaar-basis 367 kg per ha en de gemiddelde bemesting was 378 kg werkzame stikstof per ha. Voor "KMV-BAP" waren de resultaten resp. 378 en 357 kg stikstof per ha.

In PROPRO was ongeveer 20% van de stikstofbemesting afkomstig uit dierlijke mest, tegenover



Figuur 8: Gemiddeld aantal ingezonden BemestingsInformatieFormulieren per deelnemer per maand in 1989

14% bij "KMV-BAP". Dit hoge aandeel in PROPRO wordt veroorzaakt doordat ruim 70% van de graslandpercelen van de BAP-deelnemers in PROPRO geïnjecteerd is met dierlijke mest. Hierdoor kon een hoge werkingscoëfficiënt van de stikstof in de mest bereikt worden. Tevens is bij injectie sprake van relatief vrij hoge giften dunne mest, 40 m³ dunne rundermest of 30 m³ dunne vleesvarkensmest per ha.

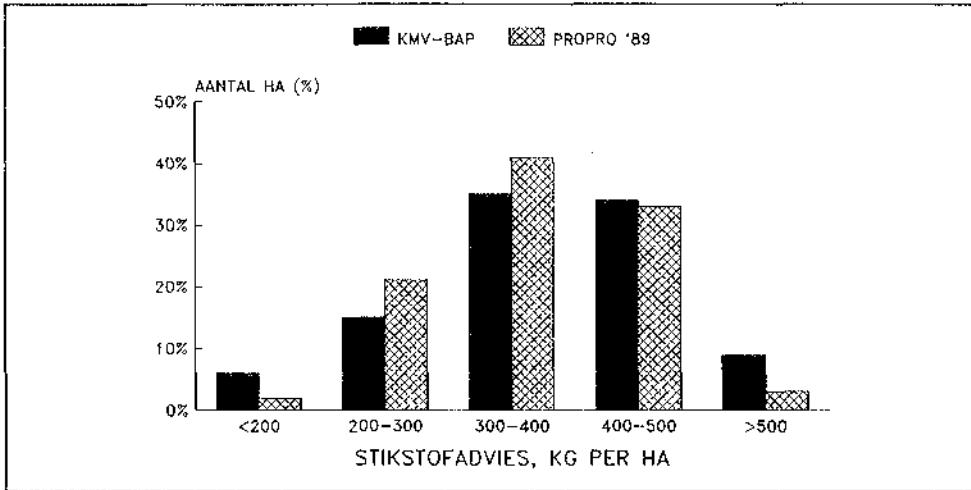
Afwijkingen van het gemiddelde stikstofadvies en de gemiddelde stikstofbemesting

Rond het gemiddelde stikstofadvies en de -bemesting was een grote spreiding. Dit blijkt uit de figuren 9 en 10. In deze figuren zijn de stikstofadviezen resp. de -bemestingen verdeeld in 5 klassen. Van elke klasse is het percentage van het graslandareaal aangegeven dat met de betreffende hoeveelheid stikstof is geadviseerd of bemest.

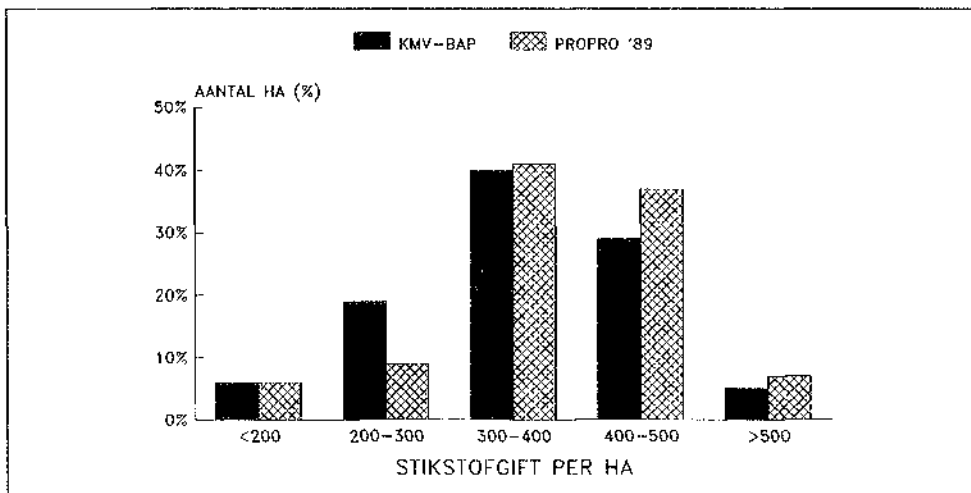
Opvallend is dat voor ongeveer 40% van het totale graslandareaal een stikstofadvies boven 400 kg/ha (op jaarbasis) is gegeven. Dit hoge advies kon gegeven worden als van een perceel veel snedes gehaald werden. Aangenomen moet worden dat het dan lichte snedes betrof, terwijl de advisering (per snede) gebaseerd was op normale snedes. Ook valt op dat 44% van het graslandareaal in PROPRO meer dan 400 kg stikstof per ha heeft gekregen tegen 34% bij "KMV-BAP".

De bemesting met fosfaat en kali

In figuur 11 worden de resultaten van de fosfaat- en kali-advisering en -bemesting samengevat. Duidelijk is te zien dat de PROPRO-BAP percelen gemiddeld lager zijn geadviseerd dan de "KMV-BAP" percelen. De adviezen in PROPRO zijn zelfs zodanig laag dat bij injectie van 40 m³ dunne rundermest het gemiddelde advies reeds gehaald of overschreden zou worden. Met 40 m³



Figuur 9: Gedeelte van het graslandareaal in BAP, bij verschillende hoogten van de stikstofadvise-
ring in 1989

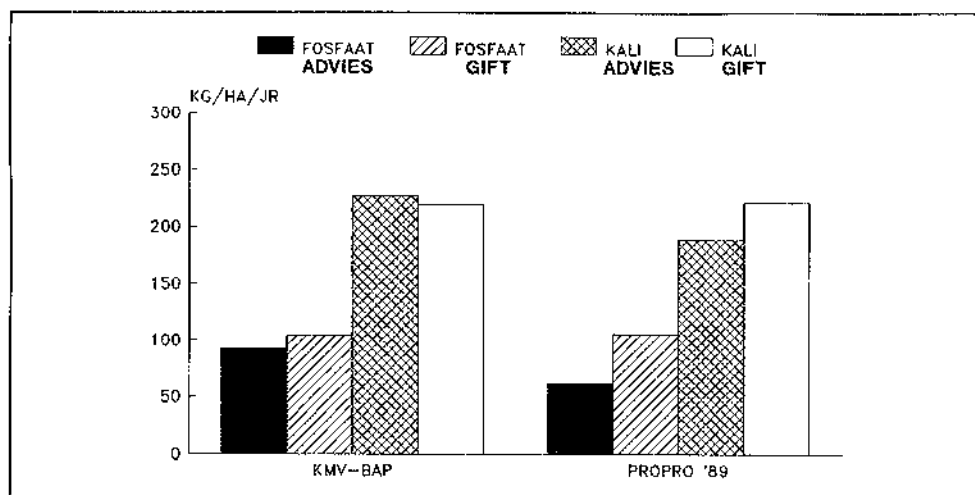


Figuur 10: Gedeelte van het graslandareaal in BAP bij verschillende hoogten van de stikstofbemes-
ting in 1989

geïnjecteerde dunne rundermest wordt namelijk 72 kg werkzame fosfaat en 188 kg werkzame
kali gegeven.

De lage adviezen zijn waarschijnlijk grotendeels te wijten aan de gemiddeld vrij hoge fosfaat- en
kalitoestand van de bodem in dit gebied, in vergelijking met de KMV-BAP percelen. Uit het
"Werkplan mestinjectie" (Anonymus, 1989b) blijkt namelijk dat 50% van de oppervlakte een
fosfaattoestand heeft van "ruim voldoende" of "hoog" en dat 45% van het graslandareaal een

kalitoestand heeft van "ruim voldoende", "hoog" of "zeer hoog".



Figuur 11: Hoogte van het gemiddelde fosfaat- en kaliumadvies en de gemiddelde fosfaat- en kaliumbemesting op jaarbasis in 1989

De fosfaat- en kali-advisering werd in PROPRO forser overschreden dan bij "KMV-BAP". Een mogelijke oorzaak is dat door de ruime toepassing van mestinjectie in PROPRO, in vergelijking met het KMV-BAP-gebied, relatief meer mest op het grasland gebracht is en minder op het maaisland.

4.3. Het bemestingsadviesprogramma 1990

Deelname BAP

Van de 32 bedrijven die in 1989 deelnamen aan BAP, hebben 31 bedrijven die in het kader van PROPRO mest hebben laten (zode) injecteren en die hun percelen overwegend in eigen gebruik hadden voor de rundveehouderij in 1990 meegedaan aan BAP. In totaal hebben deze bedrijven 489 ha grasland laten opnemen in BAP. In het volgende zal het effect van 2 jaar bemestingsadvisering volgens het BAP in PROPRO beschreven worden. Daarnaast wordt een vergelijking gemaakt met de ervaringen met het gebruik van BAP in 1990 in het gebied van de DLV-teams (Dienst Landbouw Voorlichting) van Boxtel, Uden en Horst. In het vervolg te noemen "Zuid-Oost", waarin 130 bedrijven aan BAP deelnamen, met in totaal 2593 ha grasland in het BAP. Hierbij waren deelnemers aan het demonstratie-project 'Mesttoepassing met minimale ammoniakemissie' (DEMO-project) en BAP-test-bedrijven. Bij de vergelijking van PROPRO en "Zuid-Oost" moet bedacht worden dat in PROPRO elke veehouder die deelnam aan het programma mestinjectie ook gebruik maakte van het BAP, terwijl het in "Zuid-Oost" om geselecteerde veehouders ging. De begeleiding werd in "Zuid-Oost" verzorgd door de bedrijfsdeskundigen van de DLV en in PROPRO door de begeleider van het project.

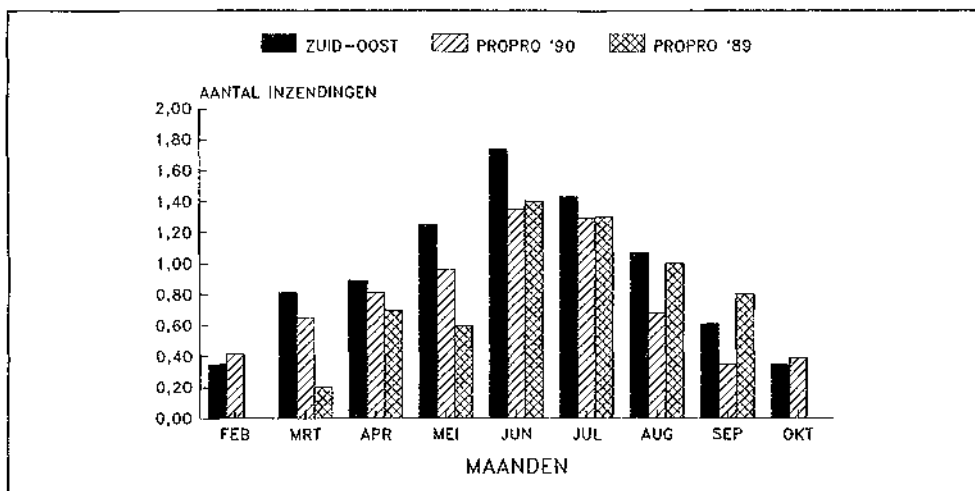
Gebruik BAP

Evenals in 1989 gold ook in 1990 dat er alleen een advies werd gegeven als de deelnemer een informatieformulier opstuurde. Uit figuur 12 blijkt dat zelfs in de maanden met de snelste grasgroei, mei, juni en juli, het gemiddelde aantal inzendingen lager ligt dan gemiddeld twee per maand, zodat de bedrijven minder dan twee adviezen per maand kregen. Betwijfeld moet worden of dit aantal inzendingen, en dus adviezen, groot genoeg was om de veehouder voor elk perceel voor elke snede op tijd van een bemestingsadvies te voorzien. Wel was in 1990 de gemiddelde inzendfrequentie in PROPRO hoger dan in 1989, maar lager dan in "Zuid-Oost".

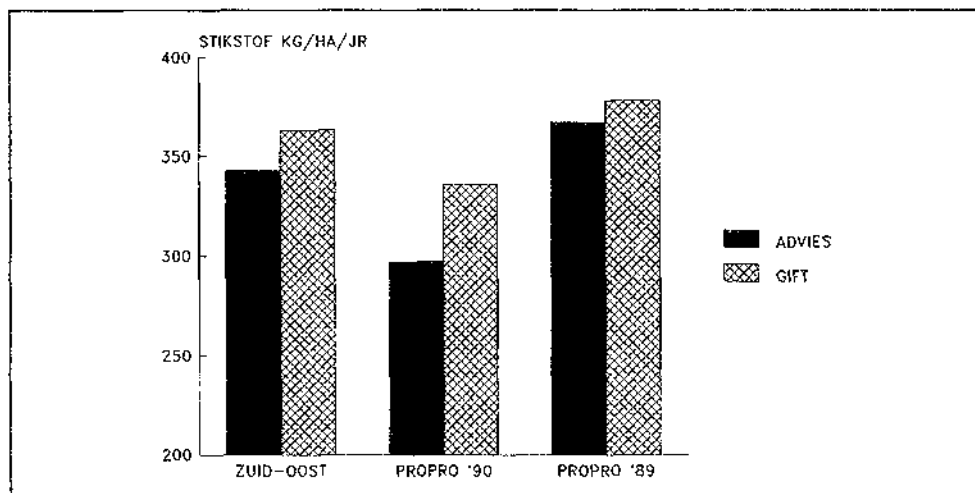
De bemesting met stikstof

In figuur 13 zijn de resultaten van de stikstofadvisering en -bemesting in PROPRO 1989 en 1990 en in "Zuid-Oost" samengevat. Duidelijk is hierin te zien dat in 1990 in PROPRO de stikstofadvisering en -bemesting lager was dan in 1989.

Het gemiddelde advies op jaarbasis in PROPRO was 297 kg stikstof per ha in 1990 en 367 kg per ha in 1989. De gemiddelde bemesting bedroeg 336 kg stikstof per ha in 1990. In het eerste jaar van BAP in PROPRO (1989) was de gemiddelde gift 378 kg stikstof per ha. Van "Zuid-Oost" zijn alleen de cijfers voor 1990 beschikbaar. De gemiddelde advisering en bemesting was resp. 343 en 363 kg stikstof per ha.



Figuur 12: Gemiddeld aantal ingezonden BemestingsInformatieFormulieren per deelnemer per maand in 1989 en 1990



Figuur 13: Hoogte van het gemiddelde stikstofadvies en de -bemesting op jaarbasis, PROPRO in 1989 en 1990 en "Zuid-Oost" in 1990

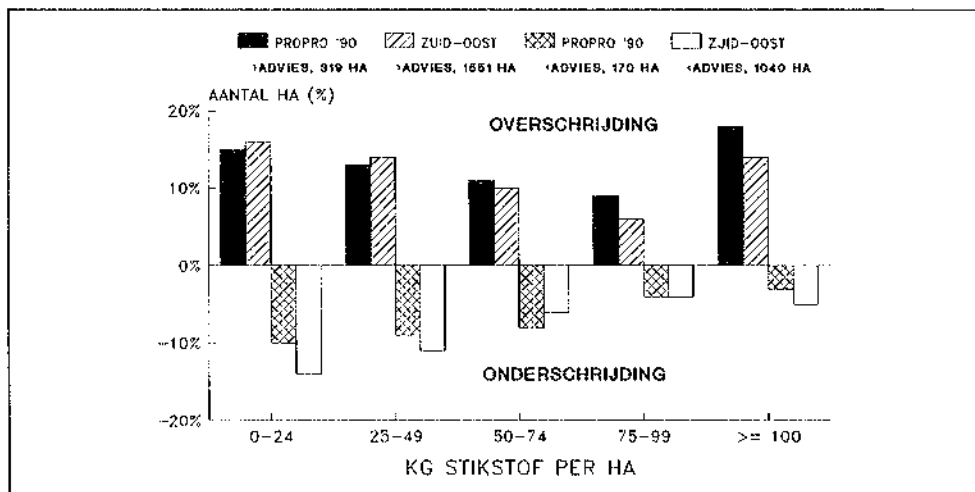
Voor de verschillen tussen de jaren zijn enkele mogelijke oorzaken aan te geven. Ten eerste werd, door een verandering van de rekenregels in BAP, het stikstofadvies per snede beter afgestemd op de behaalde droge stofopbrengst. Een andere oorzaak was dat de zomer van 1990 erg droog was, met name juli en de eerste helft van augustus, waardoor veel bedrijven in PROPRO een snede gemist hebben. Een verklaring voor de gemiddeld hogere stikstofbemesting in "Zuid-Oost" kan zijn dat daar gemiddeld 5,7 snedes van een perceel gehaald zijn, tegenover 4,5 in PROPRO 1990. Onduidelijk is waardoor dit hogere aantal snedes verklaard kan worden.

Een derde mogelijke oorzaak van de verschillen tussen de jaren is dat de PROPRO-deelnemers in de loop van de afgelopen twee jaar bewuster, zuiniger zijn gaan bemesten. Dit onder invloed van de aandacht die de graslandbemesting krijgt in PROPRO en de ervaring opgedaan met BAP in 1989.

Opvallend is in alle gevallen het hoge percentage van de stikstofgift uit dierlijke mest (20-25%). Dit is een gevolg van de gebruikte mesttoedieningsmethoden, zoals mestinjectie en zodeinjectie. Hiermee kunnen in het seizoen vrij grote hoeveelheden dunne mest op grasland gebracht worden, met een hoge werking van de daarin aanwezige stikstof. Ook in "Zuid-Oost" was een hoog aandeel van de gegeven stikstof afkomstig uit dierlijke mest (21%). Dit is waarschijnlijk veroorzaakt doordat veel dierlijke mest met emissie-arme methoden is toegediend (veel veehouders in "Zuid-Oost" namen deel aan het DEMO-project).

Verskil advies en werkelijke gift stikstof

In het voorgaande zijn gemiddelde stikstofgiften en -adviezen gegeven. Dat rond deze gemiddelden een zeer grote spreiding optreedt, blijkt uit figuur 14. Hierin wordt het percentage van de oppervlakte in BAP aangegeven met een onder- of overschrijding van de stikstofbemesting ten opzichte van het advies.



Figuur 14: Gedeelte van het graslandareaal in BAP, bij verschillende hoogten van over- of onderschrijding van de stikstofbemesting t.o.v. de -advisering in 1990

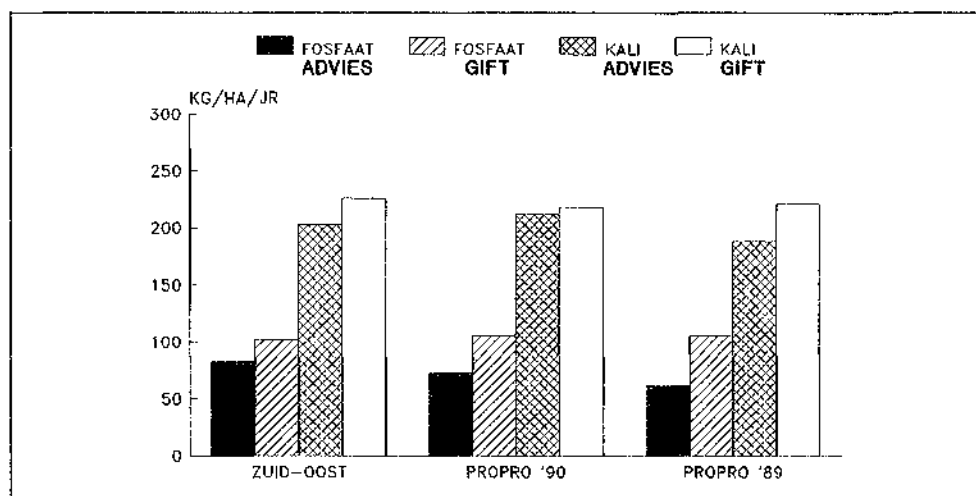
De mate van afwijking van het advies is in figuur 14 verdeeld in 5 klassen, zowel voor onder- als overbemesting met stikstof. Per klasse wordt per categorie (over- of onderbemesting met stikstof) in de figuur het percentage van het totale graslandareaal aangegeven, voor zowel PROPRO als "Zuid-Oost". Het blijkt dat bijna 40% van het PROPRO-grasland 50 kg stikstof of

meer dan het BAP-advies heeft gekregen. Voor "Zuid-Oost" is dit 30%. Onderschrijding van het advies is minder voorgekomen. Een hoeveelheid van 50 kg stikstof (of meer) beneden het advies is gegeven op 15% van het graslandareaal in PROPRO en ook op 15% in "Zuid-Oost".

Opgemerkt moet worden dat de advisering afgestemd wordt op het door de boer gewenste stikstofniveau (tussen minimaal 200 en maximaal 400 kg stikstof per ha). Bij een intensiever gebruik van het grasland dan in het voorjaar gepland, is het mogelijk dat de advisering hoger uitkomt dan het door de veehouder aangegeven niveau. Uit andere gegevens blijkt dat in "Zuid-Oost" voor 25% van het grasland geadviseerd is meer dan 400 kg stikstof te geven. In PROPRO was dit 36% in 1989 en in 1990 8%. In "Zuid-Oost" heeft 34% meer dan 400 kg stikstof per ha (waarvan 4% boven de 500 kg) gekregen. In PROPRO 1989 is 44% van het grasland bemest met meer dan 400 kg stikstof per ha (waarvan 7% boven de 500 kg), in 1990 was dit 26% (waarvan 5% boven de 500 kg). Uit het bovenstaande volgt dat nog veel winst (bedrijfs-economisch en milieukundig) te behalen valt uit het op de norm bemesten.

De bemesting met fosfaat en kali

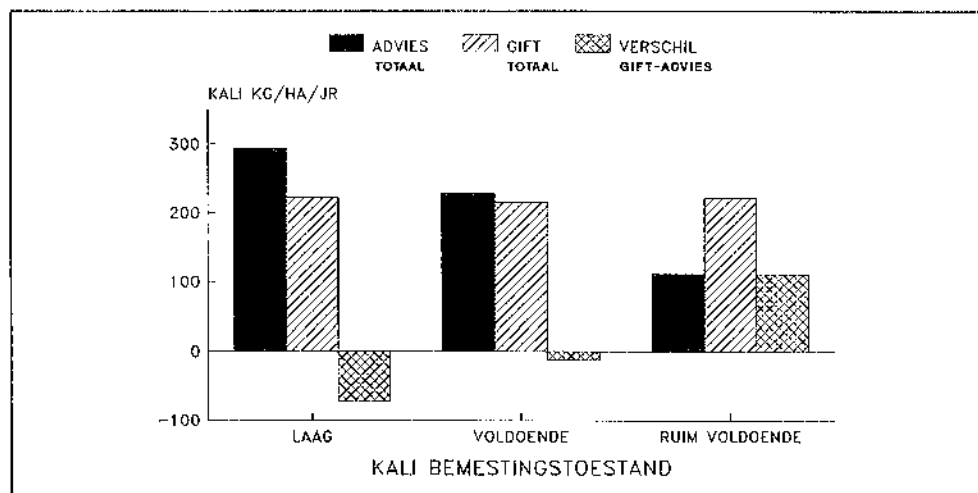
In figuur 15 zijn de resultaten van de fosfaat en kali-advisering en bemesting samengevat.



Figuur 15: Hoogte van het gemiddelde fosfaat- en kaliumadvies en de gemiddelde fosfaat- en kaliumbemesting op jaarbasis in 1989 en 1990

Het kunstmestgebruik voor fosfaat en kali is zeer laag. Dit ligt dicht bij het advies, want met de dierlijke mest kan men vrijwel volledig in de behoefte voorzien. Als mestinjectie toegepast wordt zal men, afhankelijk van de bemestingstoestand, voor de eerste snede een bemesting met fosfaat-kunstmest moeten geven. Dit omdat de fosfaat uit dierlijke mest, toegediend met de mestinjecteur slechts traag beschikbaar komt voor het gewas.

Gemiddeld komen de bemestingen redelijk overeen met de adviezen. Dat de spreiding echter groot is blijkt bijvoorbeeld uit figuur 16. Hierin wordt voor PROPRO de kali-advisering en -bemesting weergegeven, afhankelijk van de kali-toestand van de grond.



Figuur 16: Kaliumadvisering en -bemesting en het verschil hiertussen, afhankelijk van de kaliumtoestand van de grond. PROPRO 1990

Uit deze figuur is af te lezen dat de hoogte van de bemesting met kali niet afhankelijk is van de kalitoestand van de grond en dus is de bemesting (over het algemeen) onafhankelijk van de advisering uitgevoerd. Naarmate de kalitoestand van de grond hoger is, wordt de afwijking van het advies groter (overbemesting).

In de praktijk wordt onvoldoende rekening gehouden met de fosfaat- en kalibemestingstoestand van de grond en het gebruik van het perceel, bij het uitrijden van dierlijke mest. Meestal wordt de dierlijke mest gelijk over het bedrijf verdeeld, met name op intensieve bedrijven. Bij een gift van 40 m³ dunne rundermest per ha, wordt al 220 kg kali gegeven. Bij een lage kalitoestand van de grond en een maaipercantage van 200% wordt dan te weinig en bij een hoge kalitoestand van de grond en 200% maaien wordt dan teveel gegeven. Een soortgelijk beeld vindt men ook bij de kalibemesting in PROPRO en bij de fosfaatbemesting in PROPRO en "Zuid-Oost".

4.4. Grond- en mestmonstergegevens en gebruik BAP in 1991

Deelname BAP

In 1991 namen 30 bedrijven deel aan het onderzoek (deel I: vrije keuze proef en deel II: vergelijkingsproef) met in totaal 447 ha grasland. Daarvan viel ongeveer 130 ha in deelonderzoek II en op deze percelen werd een vooraf vastgestelde hoeveelheid dierlijke mest toegediend.

Bij de interpretatie van cijfers voortkomende uit het gebruik van BAP is met deze proefopzet rekening gehouden maar het bleek dat alleen de inzendfrequentie van BAP-informatie (BIF) hierdoor beïnvloed werd. De bemesting (kunst- en dierlijkemest) werd door de bedrijven uit deel II met behulp van BAP afgestemd op de proefopzet.

Op alle overige percelen was het gebruik en de bemesting geheel in handen van de bedrijven zelf. Wel werden de bedrijven door de onderzoekers, waar nodig en indien gevraagd, begeleid, om tot een optimaal gebruik te komen van diverse emissie-arme mesttoedieningstechnieken en voor een juist gebruik van BAP.

De resultaten van 1991 worden met de twee voorgaande proefjaren, 1989 en 1990, vergeleken.

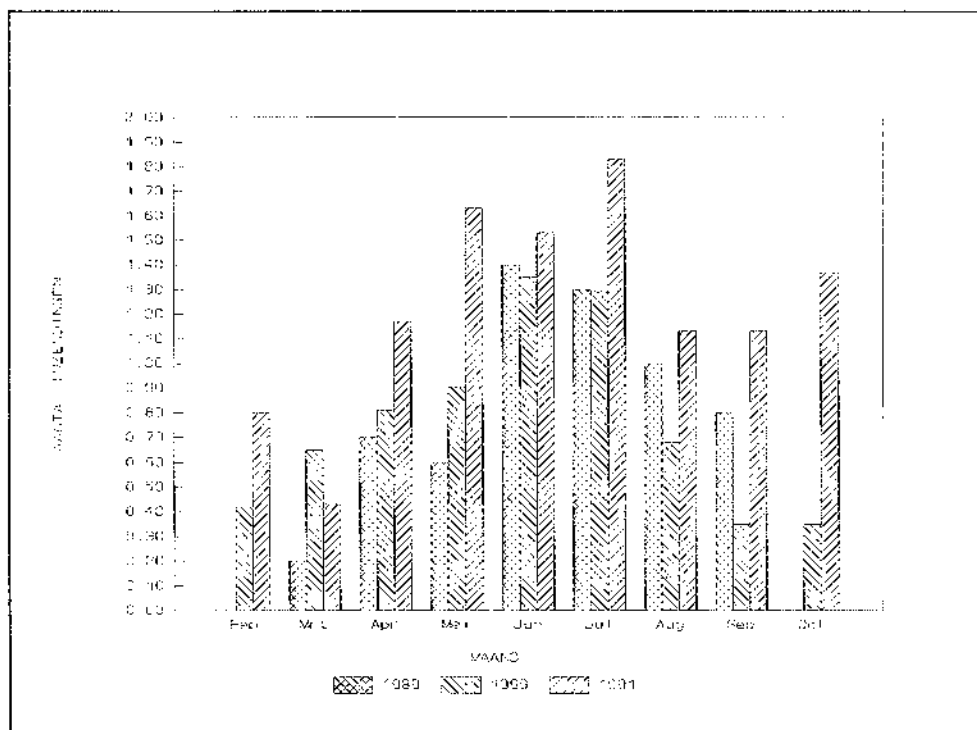
Gebruik BAP

In figuur 17 staat een overzicht van de inzendfrequentie van de PROPRO-BAP deelnemers over de proefjaren.

Het aantal inzendingen van een BIF per bedrijf per maand liep in de drie proefjaren op maar bereikte nooit het gewenste niveau van twee inzendingen per maand. Dit niveau wordt door de exploitant van BAP, het BLGG in Oosterbeek, als het aantal gezien dat nodig is voor een optimaal gebruik van BAP. Het blijkt dat in de maanden mei, juni en juli de inzendfrequentie het hoogste lag (snelste groei). De toename in de afgelopen jaren was over het gehele seizoen en niet in een bepaalde periode. Deze was dus niet een gevolg van wisselende groeiomstandigheden maar van een beter gebruik. Ervaring en het bekend raken met het programma zijn van belang voor het gebruik ervan maar dat duurde enige tijd. Zelfs na drie jaar onderzoek met intensieve begeleiding lag het inzendniveau nog te laag. Bedrijven die in het kader van het onderzoek extra begeleid werden lieten een intensiever gebruik van BAP zien, echter zodra die begeleiding wegviel liep deze intensiteit terug naar het niveau van de overige bedrijven.

Door de te lage inzendfrequentie zal niet ieder bedrijf voor elk perceel een juist en tijdig advies ontvangen hebben. Door het gebruiken van eigen interpretaties van de bemestingsbehoefte konden afwijkingen ontstaan van de adviezen waardoor het effect van BAP afnam. Dit bleek ook uit de grote spreiding van de inzendingen en de variatie in de gift van meststoffen. Vooral dat laatste is met het oog op een effectief gebruik van meststoffen ongewenst.

Meer dan de helft van de bedrijven gaf tijdens bedrijfsbezoeken aan gedurende het groeiseizoen



Figuur 17: Inzendfrequentie PROPRO-BAP deelnemers tijdens proefjaren

begeleiding nodig te hebben bij het gebruik van BAP. Vaak werden adviezen verkeerd afgelezen of werd er informatie verkeerd geregistreerd. Voor een goed gebruik van BAP is een intensieve begeleiding gedurende enige jaren nodig. Vooral die bedrijven die geen voortrekkersrol vervullen en zich meer volgend opstellen vragen aandacht.

Analysecijfers mest- en grondmonsters

Voor een optimaal gebruik van BAP is het mogelijk om mest- en grondmonster analyse cijfers in te voeren. Hierdoor kan de gift van meststoffen (waarvan de samenstelling bekend is) op bedrijfsniveau afgestemd worden op de behoefte bij een bepaald gebruik.

In tabel 18 en 19 staan de resultaten van de analysecijfers van de mest en grondmonsters over de drie proefjaren.

Vooraf het drogestof-, het stikstof- en het kaliumgehalte stegen tijdens de proefperiode. Daarbij viel op dat het drogestof gehalte de norm bereikte terwijl het stikstof- en kaliumgehalte de norm overschreden.

Om het mestvolume te beperken zal op bedrijfsniveau geprobeerd worden het drogestof gehalte te verhogen door bedrijfsaanpassingen. Dit werd ook in het onderzoeksgebied nagestreefd. De toename van het stikstof en kaliumgehalte moet vooral gezocht worden in de constante aanvoer

van mineralen en de steeds geringere afvoer hiervan. Met name de verliezen naar bodem, water en lucht werden kleiner waardoor de stikstof- en kaliumgehalten in de mest toenamen.

Tabel 18: Analysecijfers monsters dunne rundermest PROPRO 1989-1991 (gehalten in g/kg vers product). Cijfers MgO en Na₂O van 1989 en 1990 ontbreken.

	D.S.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O
1989	82	4.9	1.8	5.7	-	-
1990	84	4.9	1.9	5.9	-	-
1991	95	5.1	1.8	6.5	1.3	0.7
NORM	95	4.4	1.8	5.5	1.0	1.0

Tabel 19: Analysecijfers PROPRO-BAP percelen over drie proefjaren en twee monsterdieptes (1988, 1990, 1991: 0-5 cm en 0-20 cm)

JAAR	O.S.	pH	MgO	Na ₂ O	P-AL	K-g
1988	3.8	5.2	172	3	47	25
1990	4.4	5.0	181	3	43	31
1991	4.8	5.1	190	3	41	27
90:20 ¹	3.8	5.0	157	3	46	24
91:20 ²	4.1	5.0	163	3	45	23
STRWA ³	-	4.8-5.5	151-250	5-9	30-39	16-25

Bij de grondmonsteranalysecijfers bleek dat het fosfaat- en kaliumgehalte te hoog zijn ondanks een dalende tendens. Daarentegen is het natriumgehalte te laag en steeg het magnesiumgehalte licht maar bleef binnen de norm.

Het fosfaatgehalte was in de diepere laag hoger t.o.v. de 0-5 cm laag maar het kalium- en het magnesiumgehalte waren in de diepere laag weer lager. Door te hoge bemestingen met fosfaat en kalium (zie verder) bleven de gehalten aan de hoge kant.

¹: Gegevens van de 0-20 cm laag in 1990

²: Gegevens van de 0-20 cm laag in 1991

³: Streefwaardes voor zandgrond uit het handboek voor de rundveehouderij (PR-Lelystad 1988)

Graslandgebruik en gebruik dierlijke mest

Het graslandgebruik kan per jaar sterk verschillen afhankelijk van seizoensomstandigheden. Toch bleek het totale maaipercantage en in mindere mate het maaipercantage voor de eerste snede tamelijk constant (zie tabel 20)

Tabel 20: Overzicht graslandgebruik PROPRO-BAP percelen 1989-1991

JAAR	Gem aantal sne- den/perc	Gem aantal maaisneden	Maaï% eerste snede	Maaï% totaal
1989	4.9	1.8	72	175
1990	4.5	1.7	67	175
1991	6.1	1.8	60	180

De bedrijven winnen onafhankelijk van de groei een vaste hoeveelheid ruwvoer voor de stalperiode en gebruiken de rest voor beweiding. Bovendien hangt de voederwinning ook sterk af van de veebezetting. Schijnbaar was deze tijdens de proefperiode niet veel veranderd.

Het gebruik van dierlijke mest in m³ per ha per jaar nam tijdens de proefperiode toe tot 49 m³ per ha in 1991. Bij mestinjectie (toepassing éénmaal in het groeiseizoen) werd 35-40 m³ toegevend en bij zode-injectie en zodebemesting (toepassing anderhalf keer per groeiseizoen) ruim 20 m³ per gift.

De bemesting met stikstof

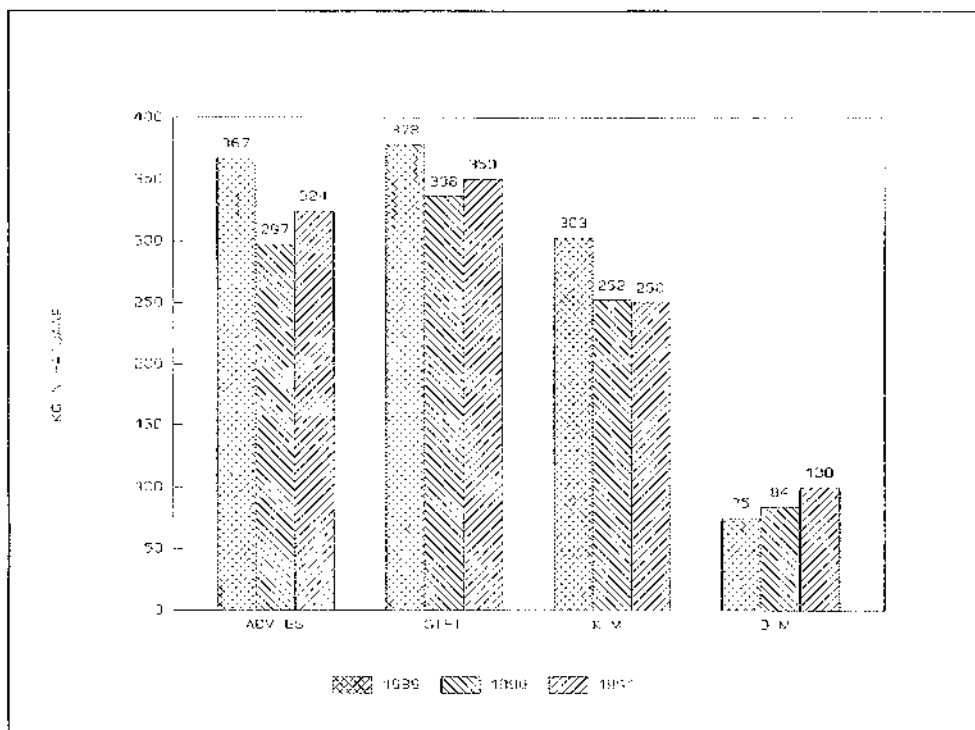
In figuur 18 staat een overzicht van de stikstofadvisering en bemesting over de drie proefjaren. Uit deze figuur blijkt dat de advisering en bemesting van stikstof seizoensafhankelijk is maar gezien het aantal sneden (tabel 20) een dalende tendens vertoont (350 kg N/ha over 6.1 sneden in 1991). De absolute gift van kunstmeststikstof nam af tot 250 kg N/ha en de gift van werkzame stikstof uit dierlijke mest nam toe tot 100 kg N/ha (28% van de totaalgift).

Door het intensieve en optimale gebruik van BAP kon het gebruik van stikstof (per snede) dalen. Ook werd door verbeterde inzichten bij de deelnemers (voorlichting) steeds meer op de norm bemest. Hierdoor namen de verliezen af en kon de gift beperkt worden.

Wel moet bedacht worden dat de daling in het stikstofgebruik een gevolg is van managementaanpassingen. Voor echt structureel lagere bemestingsniveau's zal dit geen oplossing zijn omdat dan door de bedrijven opbrengstdervingen van het grasland gevreesd worden.

Verschil advies en werkelijke gift stikstof

De toegepaste bemesting door de bedrijven week nogal eens af van de BAP-adviezen. Bovendien was de spreiding in die afwijkingen groot. Vooral de percelen met hoge bemestingsniveau's



Figuur 18: Stikstofadvisering en -bemesting van PROPRO-BAP percelen tijdens proefperiode (1989-1991) in kg N/ha/jaar (de gift is het totaal van de kunstmest (K.M.) en de dierlijke mest (D.M.))

vertoonden afwijkingen. Het betrof zowel (forse) onder- als overschrijdingen. Het aanpassen van de kunstmestgift na het gebruik van dierlijke mest liet te wensen over. Vaak werd in die situaties te veel bemest.

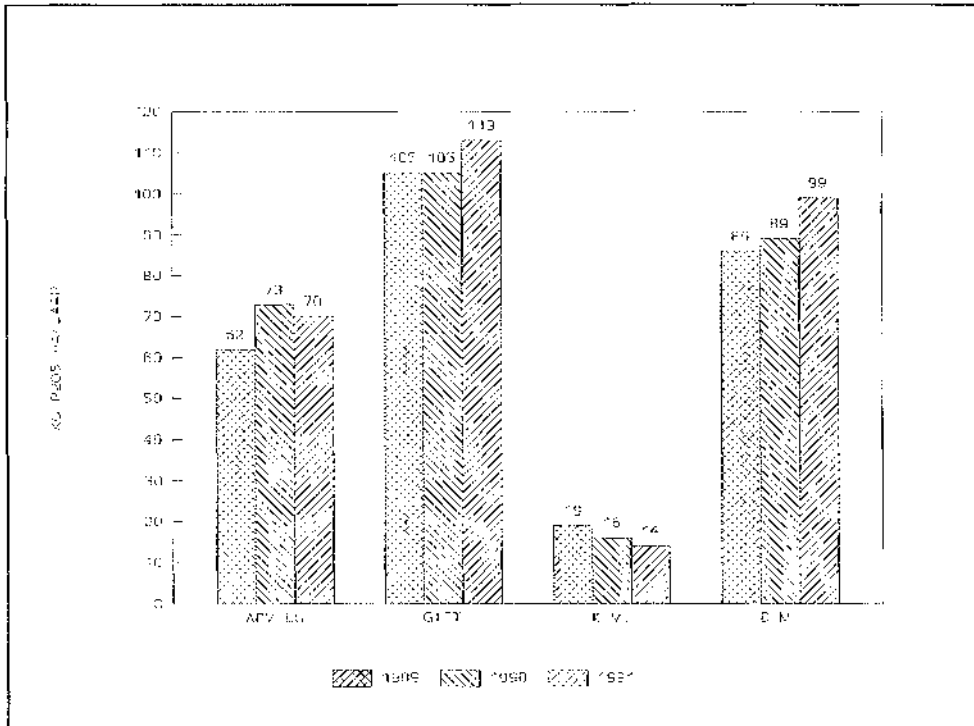
Door de onder- en overschrijdingen werd potentiële groei onbenut gelaten of werd overmatig bemest. Hier liggen nog vele mogelijkheden om het stikstofgebruik te optimaliseren.

De bemesting met fosfaat en kalium

In figuur 19 en 20 staat een overzicht van respectievelijk de fosfaat- en kaliumbemesting.

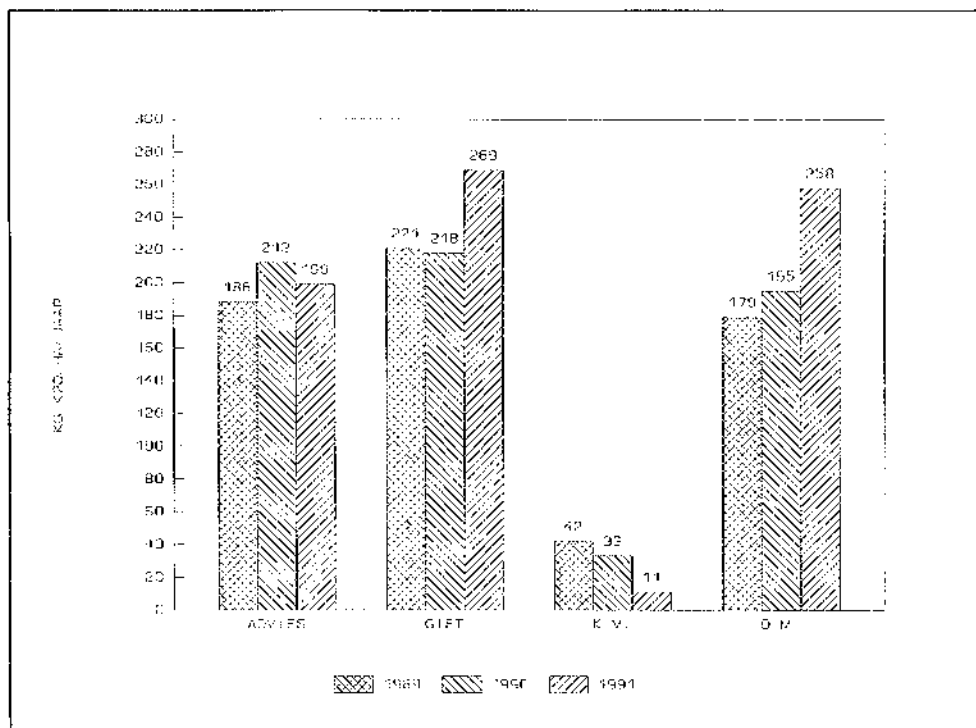
Zowel de fosfaat- als kaliumadvisering en -bemesting lieten tijdens de proefperiode eenzelfde tendens zien. De absolute giften liepen parallel met de adviezen maar waren gemiddeld hoger dan dat advies. Per snede daalde het gebruik van fosfaat en kalium.

Het gebruik van kunstmest nam voor beide meststoffen fors af maar het gebruik van kalium en fosfaat uit dierlijke mest nam sterk toe. Door het beschikbaar komen van technieken om in het groeiseizoen mest toe te dienen, omdat er een behoefte aan stikstof was en voor afvoer van mest, werd veelvuldig hiervan gebruik gemaakt. Het als gevolg daarvan teveel toedienen van fosfaat en kalium werd schijnbaar voor lief genomen. Vóór de eerste snede kwam soms een



Figuur 19: Fosfaatadvisering en -bemesting van PROPRO-BAP percelen tijdens proefperiode (1989-1991) in kg P_2O_5 /ha/jaar (De gift is het totaal van kunstmest (K.M.) en dierlijke mest (D.M.))

fosfaat en/of kalium tekort voor, maar in het groeiseizoen betrof de gift bijna altijd een overschrijding van de adviezen. Bovendien werd maar zeer beperkt rekening gehouden met de bemestingstoestand van de bodem en het graslandgebruik. Op 50% van de totale oppervlakte werd meer dan 100 kg fosfaat en meer dan 200 kg kalium boven het advies bemest. Verder deed zich het probleem voor dat door de te hoge bemesting (fosfaat en kalium) de bemestingstoestand te langzaam of niet daalde. BAP gaat wel van een daling uit en hierdoor adviseerde BAP in een volgend jaar op een te hoog niveau. Dit versterkte het effect van een langzame daling. Beter is het dat rekening gehouden kan worden met overschotten uit voorgaande jaren waardoor eerder evenwichtssituaties bereikt kunnen worden. Regelmatig een grondonderzoek laten uitvoeren en de bemesting afstemmen aan de behoefte (voorkomen overbemesting) kan dit probleem beperken.



Figuur 20: Kaliumadvisering en -bemesting van PROPRO-BAP percelen tijdens proefperiode (1989-1991) in kg K/ha/jaar (de gift is het totaal van kunstmest (K.M.) en dierlijke mest (D.M.))

Gebruik overige meststoffen

Andere meststoffen die gebruikt werden waren vooral magnesium, natrium en in mindere mate koper en cobalt.

Koper en cobalt werden zeer zelden in de vorm van kunstmest toegediend. Meestal werd door de gift van dierlijke mest in de behoefte voorzien.

Het natriumgehalte (wat bijna overal te laag was) werd op peil gebracht door de gift van dierlijke mest en door het strooien van landbouwsout of kalizout in het voorjaar. Toch gebeurde dat blijkbaar onvoldoende gezien het lage gehalte in de bodem.

Vanwege tekorten die de bedrijven vreesden werd naast de magnesium uit dierlijke mest op bijna alle bedrijven extra magnesium toegediend (nodig voor het rund) in de vorm van kieseriet of magnesamon op het grasland en magnesium in het krachtvoer. Het magnesiumgehalte in de grond was op peil (tabel 2) maar door een overmatige gift aan kalium konden gezondheidsproblemen ontstaan bij het vee (kopziekte, melkziekte).

4.5. Evaluatie

In het PROPRO onderzoek naar de beperking van ammoniakemissie op bedrijfsniveau bij het toedienen van dunne rundermest aan grasland werd het BemestingsAdviesProgramma (BAP) gebruikt om de bemesting met emissie-arme technieken optimaal af te stemmen aan bedrijfsspecifieke omstandigheden. Dit programma verstrekt aan de hand van de bemestingstoestand van de bodem en samenstelling van de gebruikte mest en meststoffen adviezen voor de bemesting van het grasland.

In de drie proefjaren werd BAP geïntroduceerd en gebruikt op ruim 30 bedrijven die in omvang, samenstelling en ontwikkeling een doorsnede waren van het proefgebied. De bedrijven werden intensief begeleid bij het gebruik van BAP.

Bedacht moet worden dat de gegevens die voortkomen uit het gebruik van BAP door de bedrijven zelf zijn opgegeven (soms met begeleiding) waardoor afwijking van de werkelijkheid niet uitgesloten is.

Het gebruik van het programma bleek voor meer dan de helft van de bedrijven niet eenvoudig. Zelfs na drie jaar werden nog fouten gemaakt bij het invullen van formulieren, adviezen verkeerd afgelezen en werd hulp van de onderzoekers ingeroepen. Ook het inzenden van informatie gebeurde niet frequent genoeg. Hierdoor waren de adviezen soms te laat, onvolledig of op onjuiste gegevens gebaseerd. Een intensieve begeleiding was en is noodzakelijk om deze problemen te voorkomen. Vooral het aangeven van het belang van nauwkeurig bemesten (landbouwkundig en milieukundig) is vereist. Hierdoor kan betrokkenheid worden verkregen en zien de deelnemers het nut ervan in waardoor het gebruik van BAP verbeterd.

De totaalgift van stikstof daalde in de proefjaren van 378 naar 350 kg N/ha/jaar. Het gebruik van kunstmeststikstof daalde van 303 naar 250 kg N/ha/jaar en de gift van werkzame stikstof uit dierlijke mest nam toe van 75 tot 100 kg N/ha/jaar. Vooral door het ter beschikking komen van emissie-arme technieken werd in het groeiseizoen meer dierlijke mest toegediend. Per snede daalde de totale stikstofgift van 75 naar 53 kg N/ha (totaalgift gedeeld door aantal sneden).

Door het gebruik van meer dierlijke mest op grasland stegen de totaalgiften van fosfaat en kalium van respectievelijk 105 naar 113 kg P_2O_5 /ha/jaar en van 221 naar 269 kg K_2O /ha/jaar. Vooral door hogere kaliumgehalten in dierlijke mest nam de kaliumgift sterk toe t.o.v. de fosfaatgift.

Het gebruik van kunstmestfosfaat en -kalium nam af tot zeer lage hoeveelheden. De gift van fosfaat en kalium uit dierlijke mest was vooral zo hoog omdat vanuit stikstofbemestingsoogpunt een behoefte aan dierlijke mest was. Het teveel aan fosfaat en kalium werd derhalve voor lief genomen.

Doordat de mest in het groeiseizoen en in grote hoeveelheden werd toegediend waren verliezen buiten het groeiseizoen beperkt. Dit bleek ook uit de analysecijfers van grondmonsters. Ondanks

dat er op norm werd geadviseerd (BAP-adviezen) bleef de fosfaat- en kaliumbemestingstoestand te hoog. Daardoor liepen gehalten in het op het eigen bedrijf gewonnen ruwvoer op wat ook in de mest hogere gehalten veroorzaakte (kalium en in mindere mate stikstof).

Uit het onderzoek bleek verder dat bijna altijd de werkelijke gift de adviezen voor stikstof-, fosfaat- en kaliumbemesting overschreed alhoewel het verschil tussen advies en gift voor stikstof gedurende de proefperiode kleiner werd. Evenwel was de spreiding erg groot. Het aanpassen van de bemesting aan de hoeveelheid werkzame nutriënten in de dierlijke mest gebeurde onvoldoende. Hierdoor werd er te veel bemest of werd juist mogelijke groei onbenut gelaten (te weinig bemest). Het nauwkeurig en op norm bemesten (naar behoefte) kan zeker nog tot daling van het kunstmestgebruik leiden zonder het gevaar van opbrengstdervingen. Omdat BAP geen rekening houdt met bemestingsoverschotten uit voorgaande jaren was het mogelijk dat te hoge bemestingsadviezen verstrekt werden. Er werd geen rekening gehouden met nawerking van dierlijke mest. Onderzoek hiernaar en eventuele aanpassing van de BAP programmatuur is gewenst.

Het gebruik van bemestingsadviesprogramma's op bedrijfsniveau is zeer nuttig en moet gestimuleerd worden. Hierdoor vindt op bedrijfsniveau een nauwkeurige bemesting plaats.

Ook het jaarlijks laten onderzoeken van de op het bedrijf aanwezige mest kan het gebruik van extern aangevoerde mineralen beperken waardoor overschotten kunnen dalen. Tot slot is inzicht in de bemestingstoestand van de bodem onontbeerlijk voor een juiste bemesting. Regelmatig de grond laten bemonsteren (één keer per 4 jaar) is een minimale vereiste.

5. ERVARINGEN VEEHOUDERS MET EMISSIE-ARME MESTTOEDIENING EN HET BEMESTINGS-ADVIESPROGRAMMA

5.1. Inleiding

Een onderzoeksaspect van het deelproject mestinjectie van PROPRO was het verwerven van inzicht in de gedachten en meningen die de deelnemers hadden over de toegepaste emissie-arme mesttoedieningstechnieken en de inpasbaarheid en de gevolgen daarvan voor hun bedrijfsvoering.

In 1989 waren al een mondelinge en schriftelijke enquête gehouden om de ervaringen en meningen van de deelnemers over deze technieken en BAP te peilen.

Als vervolg op die enquêtes is in de herfst van 1991 een uitvoerige enquête gehouden onder de deelnemers over het project zelf, de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en de gevolgen van emissie-arme mesttoediening op grasland en het gebruik van BAP. Hieraan voorafgaand is in de zomer van 1991 een kleine enquête gehouden over de voorlopige ervaringen met BAP. In het voorjaar van 1992 zijn een aantal afrondende vragen gesteld omdat dan ook een oordeel gegeven kan worden over effecten één jaar na beëindiging van het project.

De deelnemers konden zelf de enquêtes invullen. Indien dat gewenst werd zijn de enquêtes gezamenlijk met de PROPRO-begeleider ingevuld. Er zijn verschillende vraagstellingsmethoden gehanteerd. Naast open vragen betrof het veelal vragen met meerdere antwoordmogelijkheden. Ook zijn een aantal vragen gesteld die beantwoord konden worden aan de hand van een waarderingschaal.

Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten van de enquêtes in 1991 wordt verwezen naar de afzonderlijke rapportage hierover (Loonen; 1992).

5.2. Resultaten interview mestinjectie in 1989

Uit de interviews is af te leiden dat men in het algemeen vrij positief is over het programma mestinjectie in PROPRO-verband. Onduidelijk is of deze mening beïnvloed is doordat deelname aan PROPRO er tegelijk voor zorgde dat de mest op een zwaar gesubsidiëerde wijze op (in) het land kwam. Ondanks het in het algemeen positieve oordeel zijn nog vele opmerkingen gemaakt over de gevolgen van mestinjectie voor het grasland, voor het milieu en voor de bedrijfsvoering. Veel van deze opmerkingen zijn naar voren gekomen ten gevolge van het droge weer in de zomer van 1989.

Op 65% van de bedrijven werd de eerste stikstof pas in de tweede helft van maart of in de eerste helft van april gestrooid. Dit is vrij laat, temeer als men bedenkt dat, in tegenstelling tot voorgaande jaren, de geïnjecteerde percelen vroeg in het voorjaar geen drijfmest kregen. Door de late stikstofgift, in combinatie met een in 1989 vrij late mestinjectie, wekt het geen verbazing dat vele geïnterviewden met nadruk wezen op de tegenvallende opbrengst van de eerste snede.

Ook op andere punten wordt voorlichting (en eventueel nader onderzoek) nodig geacht. Hierbij wordt gedacht aan:

- Het positieve effect van mestinjectie op het milieu en op het gebruik van de voedingsstoffen in de mest.
- Het voorkomen van zodebeschadiging door mestinjectie.
- Moet het grasland na injectie gerold worden?
- Effect van mestinjectie op bodemverdichting.

Uit de interviews kwam de vrees naar voren dat door mestinjectie een grotere nitraatuitspoeling op zal treden. Voor deze en andere zaken, zoals zodebeschadiging, geldt dat er vaak al wel onderzoeksresultaten zijn, maar dat blijkbaar de praktijk hier nog niet voldoende van op de hoogte is.

Mede door de droge zomer is in veel gevallen een tweede injectie op het zelfde perceel niet doorgegaan. Door berichtgeving in de pers en door ervaringen opgedaan in de omgeving met een zodebemester kwam vaak de vraag naar voren of de zodebemester (en/of zode-injecteur), met name later in het groeiseizoen, niet geschikter zou zijn voor grasland dan de mestinjecteur. Hierbij speelde mee dat enkelen de mogelijkheden van mestinjectie ingeperkt zien worden door een eventueel beregeningsverbod. De praktijk dient kennis te nemen van de onderzoeksresultaten, die snel bekend gemaakt moeten worden. Zo kan aan de onzekerheden zo veel mogelijk een eind worden gemaakt.

Overigens was de droge zomer een regelmatig terugkerend thema in de interviews. Bij de interpretatie van de resultaten moet daar wel rekening mee gehouden worden. Met name als bovengronds uitrijden van drijfmest vergeleken wordt met mestinjectie. Het gevaar is namelijk aanwezig dat de deelnemers mestinjectie in deze droge zomer vergeleken hebben met bovengronds uitrijden in een gemiddelde zomer.

Met betrekking tot de kosten die gemoeid zijn met mestinjectie kwam uit de interviews het volgende beeld naar voren. De meeste ondervraagden beseffen dat mestaanwending duurder zal worden in de toekomst. Men is (overwegend) ook bereid dat te accepteren. Echter de kosten mogen niet de pan uitrijzen en moeten zoveel mogelijk in de pas blijven lopen met extra te verwachten opbrengsten door bijv. kunstmestbesparing. De kosten in PROPRO-verband (f 350,- per ha) vond men te hoog.

Bijna de helft van de geïnterviewden is van plan om in de toekomst, als de mest niet meer bovengronds uitgereden zou kunnen worden, eigen mechanisatie in te zetten als hulp bij het loonwerk. Meestal met als argument dat de benodigde arbeid en apparatuur (nog) op het bedrijf aanwezig is. Ongeveer een derde van de ondervraagden geeft de toediening van dierlijke mest volledig in loonwerk, uit oogpunt van arbeid- en/of kostenbesparing. Enkelen zullen proberen mestinjectie o.i.d. in eigen hand te nemen, vooral omdat men capaciteitsproblemen verwacht bij de loonwerker om in een korte periode van het jaar de mest goed te kunnen injecteren.

5.3. Resultaten enquête gebruik BAP in 1989

Uit de schriftelijke enquête, gehouden onder de PROPRO-BAP deelnemers kwam het volgende naar voren.

Een grote meerderheid zei het BAP gebruiksvriendelijk te vinden. Desondanks sprak ruim de helft van de 32 deelnemers de verwachting uit in het volgend seizoen (mondelinge) begeleiding nodig te hebben bij het BAP.

Wel zijn enkele opmerkingen gemaakt over de gebruiksvriendelijkheid van het BAP. Deze opmerkingen kwamen overeen met de opmerkingen die uit de BAP-evaluatiebijeenkomsten van de overige BAP-deelnemers (buiten PROPRO) naar voren gekomen zijn.

Slechts enkele PROPRO-bedrijven houden d.m.v. een graslandgebruikskalender overzicht over het graslandgebruik. Dit zou een van de redenen kunnen zijn dat regelmatig gezegd werd dat op het BAF niet het snedenummer gegeven moet worden, maar het gebruik tot dan toe. Dit om duidelijker aan te geven voor welke snede op dat moment de bemesting geadviseerd wordt.

Uit de enquête is ook gebleken dat in het PROPRO-gebied in het algemeen vrij laat de eerste stikstof gestrooid wordt. Opvallend is dan dat de ondervraagden die vóór 1 april de eerste stikstof gaven (ongeveer de helft van de deelnemers) méér en béter gebruik maken van het BAP. Als wordt aangenomen dat het tijdstip van kunstmeststikstof-bemesting een maat is voor hoe "bewust" de betreffende ondernemer bezig is met het te voeren bemestingsbeleid op het bedrijf (vanzelfsprekend geldt dit niet altijd), dan valt uit het bovenstaande te concluderen dat een "bewust" bemestende boer meer geneigd is het BAP te gebruiken. Dit geeft dan meteen een verklaring voor het feit dat de overige BAP-deelnemers gemiddeld enthousiaster deelnemen aan het BAP (zie ook het vorige hoofdstuk). Aangenomen mag namelijk worden dat deze (o.a.) geselecteerd zijn op interesse voor de graslandbemesting en alles wat daar bij hoort.

5.4. Resultaten enquetes 1991-1992

In 1991 zijn als vervolg op 1989 in totaal drie enquetes gehouden. In het onderstaande worden de belangrijkste resultaten van de enquetes beschreven en geïnterpreteerd.

5.4.1. Zomer 1991

De vragen gingen in op de mening over BAP en het gebruik hiervan. Algemeen bleek uit de antwoorden dat BAP door de meesten positief beoordeeld werd. Ook de aanpassingen van het programma t.o.v. 1990 werden als een verbetering ervaren.

Alle deelnemers zeiden de gegevens volledig in te sturen maar slechts de helft zei de daarop verstrekte adviezen strikt op te volgen.

Ondanks het feit dat bijna niemand BAP als ingewikkeld beoordeelde verwachtte ruim de helft van de deelnemers hulp nodig te hebben bij het gebruik van BAP gedurende het groeiseizoen.

5.4.2. Herfst 1991

Over de opzet, uitvoering en begeleiding van het onderzoek waren alle deelnemers goed tevreden. Het onderzoek werd als nuttig ervaren en de resultaten werden door de bedrijven als positief gezien. Toch waren er enkele aspecten die iets lager beoordeeld werden; nl. de publiciteit over de resultaten van het onderzoek was te gering, de eigen inbreng in het onderzoek was beperkt en het onderzoek had nogal wat invloed op de eigen bedrijfsvoering. Tot slot is er nog veel onzeker bij de bedrijven over toekomstige wettelijke maatregelen op het gebied van mest-aanwending.

De keuze voor bepaalde emissie-arme technieken tijdens de proefperiode was niet voor alle bedrijven volledig vrij. Toch is gevraagd indien die keuze er wel was welke techniek tijdens de proefjaren gebruikt werd. Tabel 21 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 21: Percentages bedrijven keuze emissie-arme mesttoedienings technieken tijdens onderzoek (1989-1991) vóór en ná eerste snede (1 keer en méér dan 1 keer toepassen)

Periode	MI	ZI	ZB
Percentage gebruik vóór 1 ^o snede	74	50	13
Percentage gebruik ná 1 ^o snede: 1x	3	37	66
Percentage gebruik ná 1 ^o snede: > 1x	0	9	10

MI = Mestinjectie, ZI = Zode-injectie, ZB = zodebemesting

Tabel 22: Beoordeling van emissie-arme mesttoediening op zodekwaliteit en het herstel daarvan vóór de eerste snede

EFFECT	MI	H	ZI	H	ZB	H
- Rijschade op wendakkers	X	G	X	G	-	-
- Beschadiging zode door doorsnijding	X	G	-	-	-	-
- Onkruidontwikkeling sleufranden	X	M	-	-	-	-
- Groeiremming langs sleufranden	X	M	-	-	-	-
- Groeiremming op wendakkers	X	S	X	G	X	G
- Ondiepe sleufjes	-	-	-	-	X	G
- Besmeuring	-	-	-	-	X	G
- Slechte opname bij beweiding	-	-	-	-	X	G

Tabel 23: Beoordeling van emissie-arme mesttoediening op zodekwaliteit en het herstel daarvan ná de eerste snede

EFFECT	MI	H	ZI	H	ZB	H
- Rijschade op wendakkers	X	G	X	G	X	G
- Wielslipschade	X	G	-	-	-	-
- Insporingsschade	X	G	-	-	-	-
- Opentrekken sleuven door droogte	X	M	-	-	-	-
- Verdroging langs sleuven	X	S	-	-	-	-
- Beschadiging zode door doorsnijding	-	-	X	G	-	-
- Onkruidontwikkeling sleufranden	X	S	X	S	X	S
- Groeiremming langs sleufranden	X	S	-	-	-	-
- Groeiremming op wendakkers	X	S	X	S	X	G
- Groeiremming in de rijsporen	X	G	-	-	-	-
- Extra vertrappingsschade	X	G	-	-	-	-
- Ondiepe sleufjes	-	-	-	-	X	G
- Besmeuring	-	-	-	-	X	G
- Slechte opname bij beweiding	-	-	-	-	-	-
- Meer grond/zoderesten in kuilv.	X	G	-	-	-	-
- Lostrekken zode tijdens beweiden	-	-	X	S	X	G

Toelichting tabel 22 en 23:

MI = Mestinjectie, ZI = Zode-Injectie, ZB = ZodeBemesting

Een kruisje geeft aan of een bepaald effect is opgetreden.

Een "-" geeft aan dat een effect niet is opgetreden of geconstateerd. De kolom "H" geeft de mate van herstel aan (G=goed, M=matig, S=slecht).

Zowel vóór als ná de eerste snede werden door een aantal bedrijven meerdere technieken aangegeven. Hierdoor komen de percentages boven 100%. De keuze voor een bepaalde techniek was o.a. afhankelijk van de gewenste dosering, de afstand van het betreffende perceel en een subjectieve beoordeling van de effecten op de graszode van de technieken.

Tabel 22 en 23 geven voor respectievelijk mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting de schadelijke gevolgen aan die volgens de veehouders als gevolg hiervan tijdens de proefperiode vóór en ná de eerste snede optraden (drie jaar proefervaring).

De schade effecten vermeld in tabel 22 en 23 waren niet op alle bedrijven geconstateerd. Het percentage van alle bedrijven waar bovenstaande effecten vóór de eerste snede vastgesteld werden door de bedrijven was 83% bij mestinjectie, 53% bij zode-injectie en 37% bij zodebemesting. Ná de eerste snede was dat 10%, 57% en 83% voor respectievelijk mestinjectie, zode-injectie en zodebemesting. De overige bedrijven hadden deze effecten niet vastgesteld. Toch geeft dit aan dat een aantal bedrijven enkele negatieve effecten constateerden als gevolg van emissie-arme mesttoediening.

In tabel 21 staan de gegevens over de keuze van technieken tijdens de proefjaren. De keuze van bepaalde technieken in de toekomst door de bedrijven staat in tabel 24. Hierin werd gevraagd welk systeem de bedrijven het volgend jaar willen gaan gebruiken op grond van de ervaringen uit het onderzoek.

Tabel 24: Keuze voor emissie-arme mesttoedieningssystemen in toekomst door PROPRO-bedrijven

Tijdstip en keuze systeem	MI	ZI	ZB
Vóór de eerste snede			
- keuze systeem (% bedrijven)	36	70	20
- aantal m ³ mest/ha	36	30	30
- aantal keren toedienen	1	1	1
Ná de eerste snede			
- keuze systeem (% bedrijven)	0	26	80
- aantal m ³ mest/ha	-	22	21
- aantal keren toedienen	-	1,5	1,5

Bij vergelijking van tabel 24 met tabel 21 blijkt dat het toepassen van mestinjectie in de toekomst voor de eerste snede geringer zal zijn ten gunste van zode-injectie. Na de eerste snede ligt het gebruik van de zodebemester hoger ten nadele van de zode-injecteur. Mestinjectie willen de bedrijven na de eerste snede niet meer toepassen.

De effecten van rollen en beregenen om eventuele schadelijke effecten van emissie-arme mesttoediening aan de graszode tegen te gaan zijn onduidelijk. Wel werd het rollen veelvuldig

toegepast en het beregenen relatief weinig.

De eigen mechanisatie bij emissie-arme mesttoediening zal vooral beperkt blijven tot de aanvoer van mest. De meeste bedrijven hadden reeds een giertank en willen deze daar voor gaan gebruiken. Het kopen van emissie-arme mesttoedieningsmachines vindt vooralsnog weinig opgang.

De aanwezige mestopslagcapaciteit in het PROPRO-gebied was 4,5 maand. Indien door wetgevende maatregelen de uitrijperiodes verkort worden dan kan deze capaciteit onvoldoende zijn.

De bedrijven zullen hierin moeten investeren.

Over het gebruik van BAP waren de gebruikers zeer positief maar er werden ook enige kanttekeningen geplaatst.

Ruim de helft gebruikte de verstrekte BAP-adviezen. Anderen gebruikten de adviezen als richtlijn.

Het verstrekken van jaaroverzichten van het gebruik en jaartotalen van gebruikte meststoffen werd als zinvol ervaren door ruim 85% van de deelnemers.

Van de deelnemers zei 91% minder kunstmest te zijn gaan gebruiken op grasland als gevolg van het onderzoek in het kader van PROPRO en daarmee samenhangend het gebruik van BAP. Bijna 50% zei meer dierlijke mest op grasland te zijn gaan gebruiken. Ruim 40% zei dat dit gelijk gebleven was gedurende het onderzoek.

5.4.3. Voorjaar 1992

De keuze in 1992 voor een bepaalde techniek door de bedrijven was voor mestinjectie, zodeinjectie en zodebemesting respectievelijk 47, 84 en 6%. Het toegediende aantal m^3 mest per ha varieerde van 25 tot ruim 40. Vooral in februari werd de mest toegediend. Alle emissie-arme mesttoediening werd in loonwerk uitgevoerd en de capaciteit hiervan lag tussen de 30 en 43 m^3 /uur.

Het rollen van percelen na emissie-arme mesttoediening werd in 1992 door 79% van de bedrijven gedaan op bijna 90% van de graslandoppervlakte per bedrijf. Van het rollen werd klaarblijkelijk een positief effect verwacht.

Schade aan de grasmat als gevolg van emissie-arme mesttoediening in 1992 werd op 26% van de bedrijven ervaren. Schade als gevolg van emissie-arme mesttoediening in voorgaande jaren kwam op nog maar 21% van de bedrijven voor.

Het optreden van ziekteproblemen op de bedrijven in de winter van 1991-1992 kwam op 47% van de bedrijven voor. Vooral kop- en melkziekte werden gesignaleerd. Waar dit een gevolg van was was niet geheel duidelijk bij de bedrijven.

Ruim 75% van de bedrijven zei in 1992 per niet méér mest te willen toedienen per ha grasland

dan vorig jaar. Daarentegen zegt bijna 25% nog meer mest per ha te willen gaan toedienen. Het stikstofbemestingsniveau wat de bedrijven in 1992 willen gaan hanteren ligt rond de 360 kg N/per ha. Dit is zowel de stikstof uit dierlijke als kunstmest. Het onderzoeken van de mest op bedrijfsniveau werd nog weinig toegepast. Slechts 5% van de bedrijven heeft in het voorjaar van 1992 de mest laten onderzoeken.

5.4.4. Interpretatie resultaten enquêtes 1991-1992

Samenvattend waren bijna alle bedrijven tevreden over het project en de uitvoering en begeleiding daarvan. Milieu-maatregelen worden anders dan voorheen gezien, PROPRO heeft daarin een positieve rol gespeeld.

Algemeen gesteld kan het emissie-arm toedienen van dunne rundermest enkele negatieve effecten hebben op de kwaliteit van de zode en de ontwikkeling van het gewas vertragen.

Uit de enquête bleek dat de deelnemers redelijk positief waren over emissie-arme mesttoediening. Toch traden op een aantal bedrijven enkele negatieve gevolgen op als gevolg van de verschillende systemen.

Bij alle drie emissie-arme mesttoedieningssystemen ervoeren een aantal deelnemers onkruidontwikkeling op de sleufranden. Vooral in het groeiseizoen na de tweede snede (bij zode-injectie en zodebemesting) herstelde die schade zich slecht. Mede als gevolg van die onkruidontwikkeling kwam groeiremming van het gras langs de sleufranden voor.

Ook de schade door het berijden van de kopakkers speelde bij alle systemen op enkele bedrijven een rol. Ook hier was in het groeiseizoen het herstel hiervan slecht. Verder constateerden enkele deelnemers bij alle systemen schade als gevolg van het doorsnijden van de zode. Het lostrekken van de zode tijdens beweiding kwam voor in het groeiseizoen na zode-injectie en zodebemesting. Vooral op de hogere zandgronden deed dit probleem zich voor. Bij zodebemesting werd aangegeven dat de diepte van de sleufjes onvoldoende was en dat daardoor besmeuring van het gras optrad. Hierdoor werd het gras tijdens beweiding slechter opgenomen.

Het toepassen van een aantal managementmaatregelen om schadelijke effecten aan de graszode te beperken had geen invloed op de mening over de opgetreden schade. Door het toepassen van beregening en het rollen van de percelen kunnen mogelijke negatieve effecten teniet gedaan worden. Toch bleek dit niet uit de enquête. De bedrijven die wel de percelen rolden of beregenden na emissie-arme mesttoediening gaven niet aan dat hierdoor minder schade was opgetreden. De schade die optrad bij deze bedrijven was vergelijkbaar met bedrijven die deze graslandverzorgingsmaatregelen niet toepasten.

Op enkele bedrijven kwamen gedurende het groeiseizoen bij het melkvee maar vooral met het droogstaand vee ziekteproblemen voor. De deelnemers geven hier diverse redenen als oorzaak

voor aan. Een algemene verklaring hadden ze niet hiervoor.

Driekwart van de bedrijven gaf aan in de periode vanaf februari tot augustus emissie-arm mest te willen gaan toedienen indien de omstandigheden dat toelaten. De resterende bedrijven willen dat vooral in een kortere periode doen, nl. vanaf maart tot juli. Niemand zei geen emissie-arme mesttoediening te willen toepassen.

De eigen mechanisatie in deze situaties beperkt zich tot het aanvoeren, waar mogelijk, van de te gebruiken mest. Hierdoor kunnen de loonwerkkosten gedrukt worden.

In het voorjaar wordt vooral voor zode-injectie gekozen. Ná de eerste snede zal vanwege het risico voor zodebeschadiging en de geringere noodzaak tot het doseren van grote hoeveelheden mest vooral worden gekozen voor zodebemesting. Van met name mestinjectie wordt op grond van ervaringen uit het verleden in het groeiseizoen nogal wat schade verwacht en werd na de eerste snede nog zeer beperkt geïnjecteerd.

Uit de zomerenquête en najaarsenquête van 1991 blijkt dat het gebruik van BAP en de manier waarop tamelijk constant bleef. Dit in tegenstelling tot de BAP-cijfers waaruit bleek dat het gebruik steeds intensiever werd. Ongemerkt werd er schijnbaar stééds meer gebruik van gemaakt.

Het programma werd niet als moeilijk ervaren en de gegevens werden volledig ingestuurd. Toch volgde nog niet de helft van de gebruikers de verstrekte adviezen strikt op. Veelal werden de adviezen gebruikt als richtlijn.

De begrijpelijkheid en de verstrekte informatie werd als goed beschreven. In een aantal gevallen waren er suggesties voor verbetering.

Mede door het gebruik van BAP en het daardoor verkregen inzicht in de bemesting op bedrijfsniveau zei 90% van de deelnemers minder kunstmest te hebben gebruikt op grasland. Deze daling bleek ook uit de BAP overzichtcijfers. Daarentegen zei 90% van de deelnemers meer of evenveel dierlijke mest te hebben gebruikt op grasland dan voor het project. Door de bewustwording van de werking en het nut van dierlijke mest is het gebruik hiervan per ha toegenomen en zijn de gebruikte hoeveelheden kunstmest per ha gedaald.

Uit de gegevens van de winterenquête van 1992 bleek dat de betrokkenheid bij het project hoog bleef. Bijna tweederde van de bedrijven reageerde op de enquête.

In de winterenquête van 1992 werden vooral vragen gesteld over de toegepaste technieken in het voorjaar van 1992 en de gevolgen daarvan (zie 5.4.3). Als deze cijfers vergeleken worden met tabel 24 dan blijkt dat wat de bedrijven van plan waren te gaan doen vóór de eerste snede redelijk overeenstemt met wat ze werkelijk hebben gedaan in het voorjaar van 1992 (47% mestinjectie, 84% zode-injectie en 6% zodebemesting). De dosering ligt alleen wat hoger voor mestinjectie (41m^3) en zode-injectie (34m^3). Bovendien zijn er meerdere systemen per bedrijf

toegepast. Vooral de percelen verder van het bedrijf zijn geïnjecteerd om de kosten te kunnen drukken (veel mest in één werkgang).

Bijna 70% van al het grasland is nu emissie-arme mesttoediening gerold. Berekening direct na emissie-arme mesttoediening heeft op bijna 10% van de behandelde oppervlakte plaatsgevonden. Vanwege een relatief nat voorjaar in 1992 kan dit percentage laag gebleven zijn.

Het toedienen van de mest vond relatief vroeg plaats, begin maart waren alle percelen reeds behandeld.

Bijna al het werk werd in loonwerk uitgevoerd. Waar mogelijk werd bijgesprongen in de mest-aanvoer met de eigen giertank. De kosten exclusief aanvoer bedroegen ongeveer f 5,50 per kubieke meter mest.

Het stikstofbestedingsniveau (kunst- en dierlijke mest) wat de afgelopen proefjaren een daling te zien gaf lijkt zich te stabiliseren rond de 360 kg N per ha op jaarbasis. Vooral het willen verkrijgen van voldoende ruwvoer werd als argument gebruikt om dat niveau te blijven handhaven. Dit had ook te maken met de ruwvoerpositie van de bedrijven.

Zeventig procent van de bedrijven zei niet méér dierlijke mest te willen gaan gebruiken per ha dan in voorgaande jaren.

Het gebruik van stikstof zal niet veel verder dalen volgens de veehouders. Besparingen die mogelijk waren door een beter bemestingsmanagement zijn bereikt. Wanneer nog lagere N-niveaus worden gehanteerd vrezende bedrijven een dalende opbrengst van het grasland.

Het laten onderzoeken van de eigen mest heeft nog geen opgang gevonden. Toch is dit zeer belangrijk voor optimaal afstemmen van de bemesting en het gebruik van de op het bedrijf aanwezige mineralen.

Tot slot zei bijna 40% van de bedrijven in de herfst en winter van '91-'92 problemen te hebben gehad met kop- en melkziekte. Omdat van voorgaande jaren geen gegevens hierover bekend zijn is onduidelijk of dit valt toe te schrijven aan het overmatig gebruik van meststoffen. Mede door de publiciteit hierover zal hier sterker op gelet worden dan in voorgaande jaren. Feit is wel dat aan de hand van BAP cijfers is vastgesteld dat er teveel meststoffen zijn toegediend. Feit is ook dat ziekteproblemen optraden. Dat de bedrijven in de toekomst hierop moeten blijven letten is duidelijk. Bovendien zal het onderzoek en voorlichting ervoor moeten zorgen dat deze situaties zoveel mogelijk worden voorkomen. Het aanbieden van mogelijkheden aan bedrijven om hierop in te kunnen spelen is een vereiste. Het ontwikkelen van bedrijfssystemen en praktisch uitvoerbare bemestingsadviezen moet een hoge prioriteit hebben.

5.4.5. Conclusies

Op grond van het voorgaande kunnen een aantal conclusies getrokken worden:

- Geen grote bezwaren van de deelnemers tegen emissie-arme mesttoediening op grasland.
- Verandering in benadering door de individuele veehouder van milieu-vraagstukken.
- Onderzoek in het kader van PROPRO is als zeer nuttig ervaren. Over de opzet, begeleiding en uitvoering waren de deelnemers zeer te spreken.
- Eigen mechanisatie bij het emissie-arm toedienen van mest op grasland zal zich vooral beperken tot de aanvoer van mest
- Veehouders willen emissie-arme mesttoediening gedurende het gehele groeiseizoen toepassen (periode februari-september).
- Vóór de eerste snede wordt vooral voor zode-injectie gekozen, in het groeiseizoen vooral voor zodebemesting. Geen toepassing van mestinjectie in het groeiseizoen vanwege schadegevoeligheid.
- Niet duidelijk blijkt of het rollen en beregenen van grasland na emissie-arme mesttoediening een gunstig effect heeft op het herstel van schade-effecten.
- Schadelijke effecten aan de zode die optreden als gevolg van emissie-arme mesttoediening zijn (bij een aantal deelnemers):

- * Rijschade en groeiremming op de kopakkers
- * Insporingsschade
- * Onkruidontwikkeling langs sleufranden
- * Verdroging langs sleufranden
- * Beschadiging ten gevolge van het doorsnijden van de zode
- * Besmeuring en daardoor slechtere opname (zode-injectie en zodebemesting)
- * Lostrekken zode (zode-injectie en zodebemesting)

Schade toegebracht in het voorjaar herstelt zich beter dan schade ontstaan in het groeiseizoen

- In het proefgebied deden zich diergezondheidsproblemen voor.
- Gebruik BAP vraagt intensieve begeleiding.
- Adviezen BAP worden niet strikt opgevolgd.
- BAP wordt goed beoordeeld (nuttig).
- Daling in gebruik kunstmest en toename in gebruik dierlijke mest op grasland per ha tijdens de proefperiode (1989-1991). De daling in het gebruik van kunstmeststoffen en de toename van het gebruik van dierlijke meststoffen lijken zich te stabiliseren.

5.5. Evaluatie

Om de meningen van de deelnemende bedrijven te inventariseren over het deelproject Mestinjectie van PROPRO zijn gedurende de proefperiode een aantal enquêtes gehouden. Er werd vooral gevraagd naar de ervaringen van de veehouders met emissie-arme mesttoedieningstechnieken en de gevolgen daarvan voor de bedrijfsvoering en voor het grasland. Tevens werd ingegaan op de ervaringen met het BemestingsAdviesProgramma (BAP) en in hoeverre het op bedrijfsniveau gebruikt werd.

Aan het einde van het eerste proefjaar (herfst 1989) werd vooral ingegaan op de ervaringen met mestinjectie en BAP. In het laatste proefjaar (1991) zijn op drie tijdstippen vragen (schriftelijk en mondeling) gesteld voor de eindevaluatie van het totale deelproject Mestinjectie.

In het onderstaande wordt kort ingegaan op de belangrijkste resultaten van alle enquêtes.

De opzet en uitvoering van het project werd door bijna alle deelnemers als zeer positief en geslaagd ervaren. Ook de begeleiding gedurende het project werd als goed ervaren. Hierdoor vinden de deelnemers de resultaten die naar voren zijn gekomen uit het project waardevol en betrouwbaar.

In het algemeen zijn de bedrijven goed te spreken over de in de loop van het project geïntroduceerde emissie-arme mesttoedieningstechnieken. Er werd begonnen met de mestinjecteur en later werden de zode-injecteur en zodebemester daaraan toegevoegd. Aanvankelijk was er nogal wat scepsis tegenover deze technieken maar gedurende het project en door het daadwerkelijk gebruiken van deze technieken bleken ze goed aan te slaan op bedrijfsniveau. Na drie jaar onderzoek blijkt dat emissie-arme mesttoediening op zandgrond goed mogelijk is mits met een aantal uitvoeringsfactoren rekening wordt gehouden. Een goede bedrijfsvoering werd als noodzakelijk ervaren. Ten aanzien van rollen en berekenen om schade-effecten te beperken waren de positieve effecten hierdoor nog onduidelijk bij de deelnemers.

Ondanks de positieve geluiden werden door de deelnemers toch enkele schade-effecten aan de graszode als gevolg van emissie-arme mesttoediening geconstateerd, nl:

- rijschade en groeiremming op de kopakkers
- insporingschade
- onkruidontwikkeling op randen langs injectie-sleuf
- beschadiging grasmat door kouters
- besmeuring en daardoor slechtere opname gras (zode-injectie en zodebemesting)
- lostrekken zode (zode-injectie en zodebemesting)

Schade toegebracht door alle systemen in het voorjaar herstelde zich volgens de deelnemers beter dan schade die optrad in de zomer. Vandaar dat mestinjectie in de zomer niet meer werd toegepast. In het voorjaar had mestinjectie daarentegen samen met zode-injectie de voorkeur, mede vanwege hogere doseringsmogelijkheden. In het groeiseizoen werd het meeste gebruik

gemaakt van de zodebemester.

De bedrijven zijn in de proefperiode minder kunstmest gaan gebruiken en hebben dat deels gecompenseerd door een hogere dierlijke mestgift. Hierdoor kwam soms een overschot aan bepaalde mineralen voor (o.a. kalium) waardoor ziekteproblemen (kopziekte) onder de veestapel konden ontstaan. In het proefgebied kwamen deze problemen voor maar of dat een gevolg was van de emissie-arme technieken of een te hoge mestgift was volgens de deelnemers niet duidelijk.

Door het lagere kunstmestgebruik werden de extra kosten voor emissie-arme mesttoediening gedeeltelijk terugverdiend maar in vergelijking tot bovengrondse mesttoediening leidde het extra kosten. Vanwege de hoge kosten en kleinschaligheid van het proefgebied zeggen de deelnemers zeer beperkt eigen mechanisatie in te zetten en blijft deze beperkt tot de aanvoer van de mest naar het perceel.

Ondanks de moeilijkheden met het gebruik van BAP oordelen bijna alle deelnemers zeer positief hierover. BAP is een nuttig hulpmiddel om de bemesting af te stemmen op bedrijfsspecifieke situaties en methode van toediening. Voor een efficiënte bemesting is een dergelijk programma onmisbaar. Toch bleek het gebruik niet perfect en werd er vaak naar boven afgeweken van de adviezen om risico's van onderbemesting te voorkomen. Bijna de helft van de bedrijven wil blijven deelnemen aan BAP na beëindiging van het deelproject.

Verder leefde onduidelijkheid op de bedrijven over toekomstige overheidsmaatregelen en eventuele beperkingen in de bedrijfsvoering. Dit remt de bedrijfsontwikkeling en werd als bedreigend ervaren. Ook is verder onderzoek gewenst naar effecten van emissie-arme mesttoediening op langere termijn en naar werkingscijfers van organische meststoffen bij diverse toedieningsmethoden. Veel van deze zaken zijn nu nog onduidelijk.

6. CONCLUSIES

De conclusies die getrokken kunnen worden na drie jaar onderzoek, zoals beschreven in de voorgaande hoofdstukken voor de deelonderzoeken, zijn als volgt.

Onderzoek tijdbesteding

- De tijd benodigd voor de injectiewerkzaamheden vertoonde een zeer grote spreiding. In 1989 varieerde de tijd voor het veldwerk van 70 - 100 minuten per ha (6 m³ tank). Dit is excl. de tijd benodigd voor de mestaanvoer naar het perceel. In 1990 bedroeg deze injectie-tijd voor het veldwerk 52 - 75 minuten (22 m³ tank).

In 1991 zijn 3 emissie-arme systemen toegepast (10 m³ tank):

- * Mestinjectie: 60 min/ha (3 m breed, 40 m³ per ha)
- * Zode-injectie: 40 min/ha (4,2 m breed, 25 m³ per ha)
- * Zodebemesting: 30 min/ha (5,6 m breed, 20 m³ per ha)

- Perceelsvorm en afstand van het perceel tot de mestopslag heeft grote invloed op de tijdbehoefte.
- Relatief veel tijd nodig voor vullen en transport.
- Met computergestuurde dosering is een nauwkeurige mestgift haalbaar (afwijking kleiner dan 10%).
- De spreiding in kosten per m³ mest loopt van f 4,70 tot f 7,80 (1991).

Onderzoek effecten op de graszode

- Op basis van technische uitvoering geeft:
 - * mestinjectie in het voorjaar een goed resultaat.
 - * zode-injectie enige verbroekeling, besmeuring en matige sleufsluiting.
 - * zodebemesting soms besmeuring van het gras (ondiepe sleuf).
- Machineschade na voorjaarstoediening herstelde zich beter dan na zomertoediening
- Tijdens het groeiseizoen geeft zodebemesting het beste resultaat t.o.v. de andere technieken.
- Geringe verdroging t.g.v. emissie-arme mesttoediening.
- Invloed emissie-arme mesttoediening op zodekwaliteit is niet aangetoond.

Onderzoek effecten op de graskwaliteit

- Na mestinjectie in het voorjaar bij de eerste snede is er een lage magnesiumvoorziening door hoge stikstof- en kaliumgehaltes en lage magnesiumgehaltes.
- Na zode-injectie en zodebemesting betere magnesiumvoorziening dan bij mestinjectie, nitraatgehaltes waren hoog maar minder dan bij mestinjectie.
- Na zodebemesting en zode-injectie in het seizoen als tweede bemesting voor de derde snede

was de magnesiumvoorziening onvoldoende door hoge stikstof- en kaliumgehaltes ondanks ruime magnesiumvoorziening.

- Nitraatgehaltes na zodebemesting en zode-injectie waren vooral in derde snede te hoog.

Onderzoek bemestingsadviesprogramma

- BAP is een goed hulpmiddel ter ondersteuning van de bemesting.
- Betrokkenheid bij en inzicht in BAP nam in de loop der jaren toe.
- Intensieve begeleiding verhoogt het gebruik van BAP.
- Gebruik kunstmeststikstof tijdens proefperiode liep terug van 303 kg/ha naar 250 kg/ha terwijl het gebruik van werkzame stikstof uit dierlijke mest opliep van 75 tot 100 kg/ha.
- Grote variatie in bemesting per perceel op jaarbasis en op snedebasis.
- Toename in gebruik fosfaat en kalium per ha ten gevolge van de grotere dierlijke mestgift in het groeiseizoen.
- Onvoldoende aanpassen van kunstmestgift ná dierlijke mestgift.
- BAP-bemestingsadviezen werden in geringe mate overschreden.
- Seizoensverdeling dierlijke meststoffen niet optimaal (sterk wisselend per snede).

Onderzoek ervaringen veehouders

1989:

- In 1989 dachten de veehouders in het algemeen positief over mestinjectie.
- Voorlichting over de bedrijfsvoering bij toepassing van mestinjectie is noodzakelijk.
- Voorlichting en begeleiding zijn noodzakelijk vinden de veehouders om vertrouwd te raken met BAP, hoewel in het algemeen het BAP gebruiksvriendelijk wordt gevonden.

1991:

- Geen grote bezwaren tegen emissie-arme mesttoediening.
- Beperkte acceptatie voor verdergaande milieumaatregelen op bedrijfsniveau.
- PROPRO-onderzoek werd als nuttig ervaren.
- Beperkte eigen mechanisatie emissie-arme mesttoediening.
- Vóór eerste snede keuze vooral voor zode-injectie, ná de eerste snede vooral zodebemesting.
- Veehouders zijn bereid emissie-arme mesttoediening toe te passen gedurende het hele groeiseizoen.
- Effecten rollen en beregenen om schade-effecten te beperken onduidelijk.
- Optreden van schade-effecten ná emissie-arme mesttoediening kwam nog voor.
- De deelnemers beoordelen BAP positief maar hebben bij het gebruik daarvan begeleiding nodig.
- Volgens veehouders daling in gebruik kunstmeststoffen en toename gebruik dierlijke meststoffen.

LITERATUUR

- Anonymus (1989a). Raamplan voor Onderzoek inzake de Mest- en Ammoniakproblematiek.
Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek 2. DLO, Wageningen.
- Anonymus (1989b). Werkplan mestinjectie PROPRO Noord-Brabant. Heidemij Adviesbureau BV, Arnhem.
- Anonymus (1990). Werkplan mestinjectie PROPRO Noord-Brabant 1991.
Heidemij Adviesbureau BV, Arnhem.
- Geurink, J.H., H.G. van der Meer, H. Everts en A. Romme (1990). Ervaringen met mestinjectie op praktijkschaal in 1989. CABO-DLO, Wageningen, CABO-DLO-rapport nr 129
- Geurink, J.H., H.G. van der Meer, H. Everts en A. Romme (1991). Ervaringen met mestinjectie en zode-injectie op praktijkschaal in het PROPRO-project in 1990.
CABO-DLO, Wageningen, CABO-DLO-rapport nr 145
- Geurink, J.H., H.G. van der Meer, H. Everts en A. Romme (1991). Ervaringen met mestinjectie en zode-injectie op praktijkschaal in het PROPRO-project in 1991.
CABO-DLO, Wageningen, CABO-DLO-rapport in prep. Beschikbaar in de loop van 1992
- Hoekstra, H. en J.F.M. Huijsmans, Mestdosering en tijdbesteding emissie-arme toedieningstechnieken, Onderzoek 1991 m.b.t. PROPRO deel-project mestinjectie 1991, IMAG-DLO Nota 92-7, Wageningen, januari 1992.
- Huijsmans, J.F.M. (februari 1991). Tijdbesteding en de kosten van mestinjectie PROPRO 1989 en 1990. IMAG-DLO nota P-549, Wageningen.
- Loonen, J.W.G.M. (1992). PROPRO Grond- en mestmonstergegevens en het gebruik van BAP in 1991 in PROPRO. PR intern rapport in prep., Lelystad.
- Loonen, J.W.G.M. (1992). Veehouders over emissie-arme mesttoediening. PR intern rapport in prep., Lelystad.
- Pelser, L. (1988). Handboek voor de rundveehouderij. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Snijders, H. (1990). Praktijk vergeleken met BAP-adviezen bij mestinjectie in PROPRO-gebied, 1989. PR intern rapport 211, Lelystad.
- Snijders, H. (1991). Bemestingspraktijk vergeleken met BAP-adviezen bij mestinjectie en zode-injectie in het PROPRO-gebied, 1990. PR intern rapport 224, Lelystad.
- Snijders, H. et al. Interimrapportage Mestinjectie PROPRO Noord-Brabant. Werkgroep Mestinjectie PROPRO, Heidemij Adviesbureau Arnhem, mei 1991
- Wadman, W.P. (1988). Mestinjectie. Mogelijkheden, voordelen en problemen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 1. DLO, Wageningen.

BIJLAGE 1

Samenstelling Werkgroep Mestinjectie PROPRO Noord-Brabant (1-1-1992)

LVN (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij)

- IMAG-DLO (Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen)

G.J. Monteny (voorzitter)

- CABO-DLO (Centrum voor AgroBiologisch Onderzoek)

J.H. Geurink

- IMAG-DLO (Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen)

J.F.M. Huijsmans

H. Hoekstra (per 1-7-1992: De Boer Stalinrichtingen Leeuwarden)

- PR (Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij)

H. Everts

J.W.G.M. Loonen

- CL (Consulentschap voor de Landbouw) Noord-Brabant

G.J. den Toom

- IKC-RSP (Informatie- en Kenniscentrum voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij)

H. Krebbers

- IKC-VM (Informatie- en Kenniscentrum voor Veehouderij en Milieu)

H. Snijders

- VZ-Centraal (Directie Veehouderij en Zuivel)

E.M. Versteeg (agendalid), tot 1-4-1992

Per 1-4-1992: S. Verburg (agenda-lid)

VROM (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)

- Directie Lucht

R. Roos (agendalid), tot 1-1-1992

Per 1-1-1992: Dhr. Hannessen (agendalid)

Boerenbond

- Afdeling Oisterwijk

L.A.J.M. Kennes

Heidemij Adviesbureau BV

J.Th.J. Beeren

R.O.J.E. Visser (secretaris), per 1-3-1992: Farmex Milieutechniek Drachten

LIST OF TABLES, FIGURES AND APPENDIX

Tables

- Table 1: Average time required (in min) per hectare for injecting, manoeuvring, transport and filling of tanker (capacity 6 m³) at an application rate of 40 m³/hectare (excl. delivery of slurry to field)
- Table 2: Average time required (in min) for delivery to storage (vice versa), connecting and disconnecting of hoses and filling of tanker, in 1990
- Table 3: Average time required (in min) per hectare for injecting, manoeuvring and filling of tanker (capacity 22 m³) at an application rate of 40 - 45 m³/hectare (excl. transport), in 1990
- Table 4: Application combinations, planning and performance (number of plots), in 1991
- Table 5: Time required per hectare for fieldwork with tine injection with 10-m³ self-propelled field tanker, working width 3 m, application rate 40 m³/hectare (excl. delivery of slurry to field and filling of tankers), in 1991
- Table 6: Time required per hectare for fieldwork with shallow injection with 10-m³ self-propelled field tanker, working width 4.2 m, application rate 25 m³/hectare (excl. delivery of slurry to field and filling of tankers), in 1991
- Table 7: Driving speeds with shallow injection with 10-m³ self-propelled field tanker, in 1991
- Table 8: Time required per hectare for fieldwork with sward injection with 10-m³ self-propelled field tanker, working width 5.6 m, application rate 20 m³/hectare, (excl. delivery of slurry to field and filling of tankers), in 1991
- Table 9: Driving speeds with sward injection with 10-m³ self-propelled field tanker, in 1991
- Table 10: Time requirement per hectare, with filling, excl. delivery of slurry to field (10-m³ self-propelled field tanker, PROPRO, 1991)
- Table 11: Slurry application rate, planned and realized (in m³/hectare), in 1991
- Table 12: Time requirement per hectare (in min) (excl. delivery of slurry to field)
- Table 13A-C: Evaluation of injection performance, in 1989 (% of plots in random sample with relevant valuation). Wheelslip, rutting, finish of headlands, sward crumbling, soiling of grass as well as depth and closure of injection slots were observed a few days after injection. For desiccation and scorching the results of the final evaluation are given. For sward quality the results are given of both the original situation (first inspection) and the final inspection.
- Table 14A-E: Evaluation of injection performance, in 1990 (% of plots in random sample with relevant valuation). Wheelslip, rutting, finish of headlands, sward crumbling, soiling of grass as well as depth and closure of injection slots were observed a few days after injection. For desiccation and scorching the results of the final evaluation are given. For sward quality the results are given of both the original situation (first inspection) and the final inspection.
- Table 15: Average mineral composition of grass crop in first cuts after tine injection, in 1990. In parenthesis is the average grass composition for 1989.

Table 16:	Combinations applied of low-emission slurry application techniques during 1991 experiments: Point of time and number of inspections
Table 17:	Overview of the evaluation of various major aspects of work performance and the effects on the sward. The sward quality evaluation is expressed as a percentage of plots rated good to fairly good. The other characteristics are expressed as a percentage of plots rated good (thus: no sward crumbling, good closure of slots and no soiling of grass)
Table 18:	Analyses of cattle slurry samples PROPRO, 1989-1991 (contents in g/kg fresh product. Values for MgO and Na ₂ O for 1989 and 1990 are lacking.
Table 19:	Analyses of PROPRO-BAP plots for three years of experiments at two sampling depths (1988, 1990, 1991: 0-5 cm and 0-20 cm)
Table 20:	Grassland use of PROPRO-BAP plots, 1989-1991
Table 21:	Percentages of which choices farms made as regards low-emission slurry application systems during research (1989-1991) before and after first cut (application 1 x and > 1 x)
Table 22:	Effects of low-emission slurry application on sward quality and recovery before first cut
Table 23:	Effects of low-emission slurry application on sward quality and recovery after first cut
Table 24:	Choice of low-emission slurry application system for the future on PROPRO farms

Figures

Figure 1:	Total time required for injecting, manoeuvring, transport and filling of tanker (capacity 6 m ³) per hectare and plot at a given application rate of 20, 40 and 50 m ³ /hectare (excl. delivery of slurry to field), in 1989
Figure 2A:	Average transport time (vice versa) per tanker from and to slurry pit or silo (1990)
Figure 2B:	Average transport time (vice versa) per tanker from and to transfer point (1990)
Figure 3:	Total time required for injecting, manoeuvring and filling of tanker (capacity 22 m ³) per hectare and plot at a given application rate of 30-55 m ³ /hectare (excl. transport time), in 1990
Figure 4:	Relative time requirement for tine injection (fieldwork, application rate 40 m ³ /hectare, working width 3 m, excl. delivery of slurry to field and filling of tankers), in 1991
Figure 5:	Relative time requirement for shallow injection (fieldwork, application rate 25 m ³ /hectare, working width 4.2 m, excl. delivery of slurry to field and filling of tankers), in 1991
Figure 6:	Relative time requirement for sward injection (fieldwork, application rate 20 m ³ /hectare, working width 5.6 m)

- Figure 7A-F: Estimate of Mg supply and degree of exceeding nitrate standards for cattle (percentage of grass samples) of first, second and thirds cuts after different techniques and points of time of slurry application (MI = tine injection; ZI = shallow injection; ZB = sward injection)
- Figure 8: Average number of forms (fertilizer information) completed per participant and month, in 1989
- Figure 9: Share of total grassland area involved in BAP programme, with different levels of N recommended, in 1989
- Figure 10: Share of total grassland area involved in BAP programme, with different levels of N applied, in 1989
- Figure 11: Average level of phosphate and potash recommended and of their application in one year, in 1989
- Figure 12: Average number of forms (fertilizer information) completed per participant and month, in 1989 & 1990
- Figure 13: Average level of nitrogen recommended and of their application in one year, PROPRO in 1989 & 1990, and 'South East' in 1990
- Figure 14: Share of total grassland area involved in BAP programme, with different levels of deviations (up and down) of nitrogen applied in comparison to rates recommended, in 1990
- Figure 15: Average level of phosphate and potash recommended and of their application in one year, in 1989 & 1990
- Figure 16: Potash recommended and applied with deviations depending on soil potash availability, PROPRO, in 1990
- Figure 17: Response frequency among PROPRO-BAP participants in years that experiments were held
- Figure 18: Nitrogen recommended for and applied to PROPRO-BAP plots during experimental period (1989-1991) in kg N/hectare/annum (rate being total of chemical fertilizer (KM) and slurry (DM))
- Figure 19: Phosphate recommended for and applied to PROPRO-BAP plots during experimental period (1989-1991) in kg P_2O_5 /hectare/annum (rate being total of chemical fertilizer (KM) and slurry (DM))
- Figure 20: Potash recommended for and applied to PROPRO-BAP plots during experimental period (1989-1991) in kg K/hectare/annum (rate being total of chemical fertilizer (KM) and slurry (DM))

appendix 1

Members of the North Brabant Working Group on Slurry Injection PROPRO (as per 1 January 1992)

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.	Prijs
92 Conservering en bewaring van eiwitrijke aardappelvezels. 1984	10,00
93 Het vergisten van rundveemest in een propstroom biogasinstallatie. 1984	25,00
94 Graslandgebruikssystemen op het gezinsbedrijf. 1984	25,00
95 Diepe grondbewerking op veengrasland met schalterlaag. 1984	10,00
96 Rendabiliteit van beregning op melkveebedrijven en waterbehoefte van de Gelderse Landbouwgronden. Basisrapport nr. 4. Rendabiliteit van beregning op gezinsbedrijven. 1984	25,00
97 Opname van Engels raaigras, rietzwenkgras, en Italiaans raaigras door melkvee. 1984	12,50
98 Het dikbilfenomeen bij het rund. Literatuuroverzicht met commentaar. 1985	25,00
99 Opbrengst en opname van gras bij verschillende mengsels en zaaizaadhoeveelheden. 1985	25,00
100 Strooisels in de paardenhouderij en arbeidsverbruik bij instrooien en uitmesten. 1986	25,00
101 Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. 1986	45,00
102 Invloed van de afkalft datum op de voedervoorziening van melkvee. Berekeningen in het kader van een studie naar de bedrijfseconomische gevolgen van verschillende afkalft data. 1986	25,00
103 Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104 Invloed verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105 Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106 Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107 De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108 Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109 De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110 Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111 Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112 Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113 Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114 Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989	25,00
115 Bodem, vegetatie, productie en graskwaliteit van grasland met beheersbeperkingen. 1989	25,00
116 Simulatie van voeding en groei van jongvee. Toelichting op een computerprogramma. 1989	25,00
117 Verdeling en toevoegmiddelen bij het inkuielen van gras. 1989	25,00
118 Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119 Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120 Korrelkeuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121 Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122 Het schaapmodel. 1989	25,00
123 Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124 Grasproductie en -benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4. 1990	25,00
125 Opname van diploid en tetraploid in Engels raaigras. 1990	25,00
126 Bedrijfsmodel voor veenweidegebieden met verweving van natuur- en veehoudersbelangen. 1990	25,00
127 Graslandgebruik, bemesting en voedervoorziening op bedrijven met beheersbeperkingen. 1990	25,00
128 Continuïteit van Italiaans raaigras in vergelijking met Mk1-mengsel op komklei. 1990	25,00
129 Vriespunt van boerderijmelk. 1990	25,00
130 Invloed van het toevoegen van mierzuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131 Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991	25,00
132 Invloed van ontwatering van veengrasland en van grasland met gebruiksbeperkingen op de voedervoorziening van melkveebedrijven. 1991	25,00
133 Inpassing melkveehouderij in het geïntegreerde bedrijfsmodel voor veenweidegebieden. 1991	25,00
134 Herstructurering van een veenweidegebied met het geïntegreerde bedrijfsmodel. 1992	25,00
135 Gecombineerd weiden van schapen en pinken. 1992	25,00
136 Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. 1992	25,00
137 Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992	25,00
138 Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. 1992	25,00
139 Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos. 1992	25,00

Rapporten zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbank nr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van het rapport.