



Proefstation voor de  
Rundveehouderij,  
Schapenhouderij en  
Paardenhouderij

Walboer-  
hoeve

**ROC's**  
Regionale  
Onderzoek  
Centra

Rapport nr. 162

# **Ontwikkeling zodebemester en N-werking dunne rundermest bij gebruik zodebemester en zode-injecteur op grasland**

R. Schreuder  
A. P. Wouters  
P. J. M. Snijders

December 1995

## Colofon

### **Uitgever:**

Proefstation voor de Rundveehouderij,  
Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR),  
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad  
Telefoon 03200-93211  
Fax 03200-41584

### **Redactie:**

Afdeling Voorlichting  
van het PR.

### **Drukker:**

Drukkerij de Boer  
Lelystad

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

ISSN 0169-3689  
Eerste druk 1995/oplage 350

## 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. 162.

## Referaat

Ontwikkeling zodebemester en N-werking dunne  
rundermest bij gebruik zodebemester en zode-injecteur op  
grasland (PR-rapport 162)/R. Schreuder, A. P. Wouters,  
P. J. M. Sniijders - Lelystad, 1995.  
Trefw.: zodebemester, stikstof, zode-injecteur, grasland.

Proefstation voor de  
Rundveehouderij,  
Schapehouderij en  
Paardenhouderij (PR)

Waiboer-  
hoeve

Regionale  
Onderzoek  
Centra  
(ROC's)

**ONTWIKKELING ZODEBEMESTER EN N-WERKING DUNNE  
RUNDERMEST BIJ GEBRUIK ZODEBEMESTER EN  
ZODE-INJECTEUR OP GRASLAND**

*Development of technique of shallow injection with open  
slits and utilization of N from cattle slurry using  
shallow injection techniques on grasland*

R. Schreuder  
A.P. Wouters  
P.J.M. Snijders



## SAMENVATTING

Er is veel onderzoek verricht naar aanwendungsmethoden van dunne mest, die leiden tot een lagere ammoniak vervluchtiging en tot een betere benutting van nutriënten uit dunne mest op grasland zoals mestinjectie. Mestinjectie bleek echter slecht toepasbaar op grasland op zware klei en veengrond en op droge grond in het algemeen. Daarom is van 1985 tot 1988 door het PR onderzoek verricht naar de mogelijkheid van het ondiep in de grond brengen van dunne mest op grasland. Dit onderzoek, vanaf 1987 uitgevoerd in samenwerking met de firma De Vree (Vredo<sup>TM</sup>), leidde tot de zodebemester (type Vredo<sup>TM</sup>). Met de zodebemester werden in eerste instantie technisch goede resultaten behaald op gronden die niet of nauwelijks geschikt waren voor mestinjectie. In de loop van 1989 is door het IMAG-DLO in samenwerking met de firma Van Rumpt (Rumptstad<sup>TM</sup>) de zodeinjecteur (type Rumptstad<sup>TM</sup>) ontwikkeld, waarbij in tegenstelling tot de zodebemester, de gleufjes na mestaanwending door een aandrukrol worden dichtgedrukt.

Als vervolg op de ontwikkeling van de zodebemester en zodeinjecteur is in de periode 1989-1991 door het PR onderzoek uitgevoerd naar de stikstofwerking van dunne rundermest en de schade aan de zode bij aanwending van de mest met de zodebemester en vanaf 1990 ook met de zodeinjecteur. Per jaar zijn drie maaiproeven uitgevoerd met mestaanwending in het voorjaar (voor en/of direct na de eerste snede): op zandgrond (ROC Aver Heino), op komklei (voormalige ROC De Vlierd) en op diep ontwaterd veengrasland (ROC Zegveld). Daarnaast werden per jaar twee maaiproeven aangelegd met mestaanwending in de zomer (na de 2e en/of en 4e snede): op zandgrond (ROC Aver Heino) en op zware zeeklei (ROC Bosma Zathe).

De proefobjecten in de éénjarige maaiproeven waren combinaties van verschillende mestbehandelingen en kunstmest N-trappen (0, 200, 400 en 600 kg N/ha/jaar op zand en klei en 0, 150, 300 en 450 kg N/ha/jaar op veengrasland). De mestbehandelingen bestonden uit enkelvoudige en tweevoudige giften dunne rundermest met de zodebemester en vanaf 1990 ook met de zodeinjecteur (vanaf 1990). In 1989 en 1990 waren er ook behandelingen met breedwerpige, bovengrondse aanwending en op zand met mestinjectie in het voorjaar. In de proeven waren ook

behandelingen opgenomen waarbij alleen met de machines werd gesneden om het effect van het snijden op de zode en op de opbrengst na te gaan.

De droge-stof en N-opbrengsten varieerden sterk, afhankelijk van jaar en lokatie. De toediening van dunne rundermest resulteerde in een duidelijke verhoging van de droge-stof- en N-opbrengsten waarbij vaak een interactie optrad met de stikstof uit kunstmest. De verhoging van de droge-stofopbrengst was in bijna alle gevallen bij zodebemesting en bij zode-injectie hoger dan bij breedwerpig, bovengrondse aanwending. Bij de N-opbrengsten was de interactie met stikstof uit kunstmest minder sterk dan bij de droge-stofopbrengst, zodat ook bij hogere kunstmestniveaus nog duidelijk effecten waarneembaar waren van de aanwending met dunne rundermest.

Met behulp van drie kwadrantengrafieken kon worden vastgesteld dat het N-gehalte van gras bij verschillende mestbehandelingen bij een gelijke N-opname in veel gevallen gelijk was aan die bij de kunstmest N behandelingen. In sommige gevallen was bij zodebemesting en zode-injectie, met name op zware klei, bij een gelijke N-opname, het N-gehalte verhoogd, vooral in de eerste snede(n) na het aanwenden. Behalve positieve effecten van dunne rundermest kunnen zich ook negatieve effecten voordoen bij de aanwending van mest. In dit onderzoek werd op alle grondsoorten bij zodebemesting en zode-injectie regelmatig een significante opbrengstderving vastgesteld in de eerste snede na het door snijden van de zode. Op zandgrond waren deze effecten minder groot dan op klei en veen en werd de opbrengstderving gedurende de rest van het seizoen veelal gecompenseerd. Het voor de tweede keer in één seizoen doorsnijden van de zode met de zodebemester leidde niet tot een grotere opbrengstderving als gevolg van het snijden. Het aanwenden van dunne rundermest met de zode-injecteur leverde in tegenstelling tot de ervaringen met de zodebemester op zware gronden (komklei en zware zeeklei) en veengrond vaak problemen op. Zode-injectie voor de tweede keer in het seizoen op dezelfde veldjes was meestal niet mogelijk. Met name tijdens droogte bleek de zode onvoldoende hersteld van de vorige aanwending met als gevolg verbrokkeling van de zode. Ook was de opbrengstderving door het snijden met de zode-injecteur op deze gronden meestal groter dan bij de zodebemester. Op veengrasland trokken na zodebemesting en zode-injectie in combinatie met droogte

de sleufjes verder open wat leidde tot een aanzienlijke opbrengstderving. Het snijden met de zodebemester of zode-injecteur had geen gevolgen voor de botanische samenstelling.

Tabel A geeft een overzicht van de N-efficiënties en N-terugwinning (N-recovery's) van kunstmest en mest-N en de bijbehorende spreiding zoals die in de verschillende proeven zijn vastgesteld. De N-efficiëntie is hier gedefinieerd als de hoeveelheid kg droge-stof per kg N uit mest of kunstmest. De N-terugwinning is hier de hoeveelheid N die in het geoogste gewas wordt teruggewonnen per kg gegeven N uit mest of kunstmest, weergegeven in procenten.

De N-efficiënties en N-recovery's van kunstmest N berekend over het traject 0-150/200 kg N/ha/jaar, varieerden sterk, afhankelijk van lokatie en jaar. De N-efficiënties en N-recovery's die bij kleine mestgiftten werden gemeten waren vaak laag en variabel. Dit laatste houdt mede verband met de beperkte hoeveelheid N die met een enkelvoudige gift werd toegediend waardoor de effecten minder goed meetbaar waren.

De N-efficiënties en N-recovery's van mest bij aanwending met de zodebemester en zode-injecteur op zand in het voorjaar waren in alle proefjaren gemiddeld hoger dan bij aanwending op komklei en veen. Dit hangt mede samen met de schade door het snijden met de zodebemester en zode-injecteur. Of verschillen in ammoniak-vervluchtiging bijvoorbeeld als gevolg van het met name bij de zode-injecteur open blijven staan van injectiesleuven een rol hebben gespeeld, is uit deze resultaten niet op te maken.

Tabel A. N-efficiënties en N-recovery's van kunstmest N (traject 0-150/200 kg N/ha/jaar) en N afkomstig van mest aangewend met de zodebemester en zode-injecteur en de bijbehorende spreiding in de verschillende proeven op zand, klei en veengrasland

|                         | N-efficiëntie (kg ds.kg N <sup>-1</sup> ) |       |       | N-recovery (%) |        |        |
|-------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------|
|                         | Zand                                      | Klei  | Veen  | Zand           | Klei   | Veen   |
| <i>Voorjaar (sn1-4)</i> |                                           |       |       |                |        |        |
| kunstmest N             | 20-32                                     | 8-27  | 15-24 | 64-78          | 48-88  | 57-133 |
| Zodebemest.             |                                           |       |       |                |        |        |
| 1x20                    | 6-19                                      | 0-8   | 9-10  | 14-41          | 0-23   | 23-73  |
| 2x20                    | 14-18                                     | 3-6   | 10-14 | 42-43          | 13-17  | 42-72  |
| Zode-injectie           |                                           |       |       |                |        |        |
| 1x20                    | 16-21                                     | 7-9   | 10    | 38-72          | 23-42  | 53     |
| 2x20                    | 14-21                                     | 8-11  | 4     | 49-52          | 35     | 34     |
| <i>Zomer (jaar)</i>     |                                           |       |       |                |        |        |
| kunstmest-N             | 22-36                                     | 28-30 | -     | 68-87          | 84-111 | -      |
| Zodebemest.             |                                           |       |       |                |        |        |
| 1x20                    | 0-25                                      | 4-16  | -     | 0-64           | 16-54  | -      |
| 2x20                    | 10-17                                     | 8-15  | -     | 34-46          | 34-54  | -      |
| Zode-injectie           |                                           |       |       |                |        |        |
| 1x20                    | 5-26                                      | 8-11  | -     | 19-62          | 24-27  | -      |
| 2x20                    | 9-15                                      | -     | -     | 34-47          | -      | -      |

Het verschil in N-recovery tussen zode-injectie en zodebemesting varieerde sterk per jaar en per grondsoort. Gemiddeld was de N-recovery bij zode-injectie iets beter dan bij zodebemesting mogelijk veroorzaakt door een lagere NH<sub>3</sub> vervluchtiging bij zode-injectie.

De variatie per jaar en per grondsoort betekent dat de voorspelbaarheid van de stikstofwerking bij mestaanwending met de zodebemester en zode-injecteur zoals gevonden in deze proeven meer variabel is dan bij mestinjectie maar minder dan bij breedwerpig bovengrondse aanwending.

In tabel B zijn de gemiddelde werkingscoëfficiënten weergegeven berekend per grondsoort en tijdstip van aanwenden op basis van de droge-stofopbrengsten en op basis van de stikstofopbrengsten bij apart aanwenden. De werkingscoëfficiënten bij voorjaarsaanwending zijn gebaseerd op de opbrengsten van de eerste vier sneden; die bij zomeraanwending zijn gebaseerd op de jaaropbrengsten. De



werkingscoëfficiënten bij apart aanwenden zijn berekend door de N-efficiëntie en N-recovery van rundermeststikstof bij O N uit kunstmest te vergelijken met die van kunstmeststikstof (0-200 kg N/ha/jaar).

Tabel B. Gemiddelde stikstofwerking (%) ten opzichte van kunstmest berekend op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de stikstofopbrengst (N) met het aantal meetjaren waarop de gemiddelden zijn gebaseerd

|                      | zodebemester               |            |          | zode-injecteur            |                  |                  |
|----------------------|----------------------------|------------|----------|---------------------------|------------------|------------------|
|                      | 2x 20 ton mest<br>N(jaren) | droge-stof | stikstof | 2x20 ton mest<br>N(jaren) | droge-stof       | stikstof         |
| <b>zand</b>          |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 2                          | 63         | 61       | 2                         | 66               | 72               |
| zomer                | 3                          | 46         | 50       | 2                         | 40               | 52               |
| <b>komklei</b>       |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 3                          | 30         | 25       | 2                         | 32 <sup>1)</sup> | 40 <sup>1)</sup> |
| <b>zware zeeklei</b> |                            |            |          |                           |                  |                  |
| zomer                | 3                          | 43         | 47       | 2                         | 31 <sup>1)</sup> | 26 <sup>1)</sup> |
| <b>veen</b>          |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 2                          | 67         | 64       | 1                         | 33               | 26               |

<sup>1)</sup> = 1 \* 20/30 ton mest per ha

De werkingscoëfficiënten bij aanwending op zand waren duidelijk hoger dan die op klei. Op zand en zware klei was de N-werking bij zodebemesting in het voorjaar en in de zomer, ongeveer gelijk aan die bij zode-injectie. Op veen was de N-werking bij zode-injectie veel lager dan bij zodebemesting, waarschijnlijk veroorzaakt door grotere schade aan de zode. De N-werking op basis van de stikstofopbrengst was iets hoger dan op basis van de droge-stofopbrengst.

Bij zodebemesting en zode-injectie kwam het grootste deel van de opbrengstverhoging meestal tot stand in de eerste drie sneden na aanwending waarvan op zand 40-65% in de eerste snede na het aanwenden van de mest. Op komklei en veen waren de effecten erg variabel en kunnen moeilijk conclusies over de verdeling van de werking getrokken worden. Bij de aanwending van mest in de zomer bleek de werking iets gelijkmatiger verdeeld over de sneden. Dit was met name bij zode-injectie het geval. De verdeling van de N-werking bij het aanwenden in de zomer op zand kwam goed overeen met die op zware zeeklei.

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De stikstofwerking bij zodebemesting en zode-injectie is beter en minder variabel dan bij bovengrondse aanwending.
- Op zand was de N-werking bij zodebemesting en zode-injectie bij aanwending in het voorjaar beter dan bij aanwending in de zomer.
- De N-werking op zware klei was vooral bij zode-injectie maar ook bij zodebemesting op komklei in het voorjaar slechter dan bij zodebemesting of zode-injectie op zandgrond.
- De stikstof uit dunne rundermest komt bij zodebemesting en zode-injectie vooral tot werking in de eerste drie sneden na aanwending met het grootste deel in de eerste snede na aanwenden.
- Mesttoewending met de zodebemester of zode-injecteur leidde bij een gelijke N-opname alleen op zware klei soms tot hogere stikstofgehalten in het gras.
- Zode-injectie op zware kleigronden is bij droogte moeilijk uitvoerbaar en geeft grote kans op zodebeschadiging.
- Het snijden met de zodebemester en zode-injecteur leidde vaak tot opbrengstderving in de snede na het snijden. Dit was vooral het geval op grasland op zware klei en veengrasland. Op zand werd deze opbrengstderving in de meeste gevallen in de latere sneden weer gecompenseerd. Op zware klei en veen was ten gevolge van het snijden de opbrengst op jaarbasis vaak verlaagd.
- Bij twee keer snijden in één seizoen werd de schade in de vorm van opbrengstderving relatief niet groter dan bij één keer snijden.
- De botanische samenstelling werd niet beïnvloed door de snijdende werking van de zodebemester of zode-injecteur.

## SUMMARY

Much research has been conducted on slurry application methods which result in a reduction in ammonia volatilization and a better utilization of nutrients from slurry on grassland such as deep injection. Deep injection, however, appeared to be less suitable for grassland on heavy clay and peaty soils and for dry soils in general. That is the reason why, from 1986 to 1988, PR investigated the possibility of applying slurry to grassland by means of shallow injection. This research, from 1987 carried out in cooperation with De Vree farm machinery manufacturers (Vredo™) resulted in the system of shallow injection with open slits (Vredo™ type). The technical results obtained with shallow injection with open slits were initially considered acceptable on soils which are less suitable for deep injection. In the course of 1989 IMAG-DLO, in a joint project with Van Rumpt farm machinery manufacturers (Rumptstad™), developed the system of shallow injection with closed slits (Rumptstad™ type). With this system, contrary to shallow injection with open slits, slits are closed with a press wheel after the slurry has been applied.

After the development of the different machines, PR carried out research on the nitrogen efficiency of cattle slurry and the sward damage when applying slurry by shallow injection with open slits and since 1990 also by shallow injection with closed slits. Each year, three mowing trials were established with treatments with slurry application in spring (before and/or immediately after the first cut): on grassland on sandy soil (ROC Aver Heino), on grassland on river basin clay (ROC De Vlierd) and on well-drained peaty grassland (ROC Zegveld). Each year, two more mowing trials were conducted with slurry application in summer (after 2<sup>nd</sup> and/or 4<sup>th</sup> cut), on grassland on sandy soil (ROC Aver Heino) and on grassland on heavy sea clay (ROC Bosma Zathe).

The experimental plots were combinations of different slurry application treatments and four levels of CAN fertilizer (0, 200, 400 and 600 kg N/ha/year on sandy and clayey soils, and 0, 150, 300 and 450 kg N/ha/year on peaty grassland). The treatments consisted of single and double applications of cattle slurry by shallow injection with open en with closed slits (since 1990). Also treatments with surface

spreading (only in 1989 and 1990) and with deep injection on sandy soils in spring (only in 1989 and 1990) were included. The experiments also included treatments in which the machine only cut the sward in order to establish the effects of slit cutting on sward and yield.

The dry matter and N yields strongly varied depending on year and location. The application of cattle slurry resulted in an evident increase in dry matter and N yields, with often an interaction taking place with nitrogen from fertilizer. In nearly all cases the increase in dry matter yield was higher when applying slurry with shallow injection techniques injections than by surface spreading. As regards N yields the interaction with nitrogen from fertilizer was less evident than in case of dry matter yields. Clear effects of cattle slurry application could be noticed, even at the highest fertilizer levels.

A graphical-mathematical approach describing the relationship between level of N application, N uptake and dry matter yield showed that at the same level of N uptake, N content of herbage obtained from the different slurry treatments was the same as that of fertilizer N treatments. In some cases at the same level of n uptake, N content in herbage after slurry applicattion with shallow injection techniques was, especially on heavy clay and in particular in the first cut(s) after application.

Apart from positive effects of cattle slurry as a result of the addition of nutrients, slurry application can also cause negative effects (Prins *et al.*, 1987). The present research with the two shallow injection techniques repeatedly showed on all soil types a significant decrease in yield in the first cut due cutting the sward. These effects were less severe on sandy soil compared with clay and peat, as the yield reduction on sandy soils was often being compensated in the rest of the growing season. Cutting the sward and making open slits for a second time in one season did not aggravate the yield reduction. Applying cattle slurry by shallow injection with closed slits was often problematic on heavy soils (river basin clay and heavy sea clay), contrary to the experiences with shllow injection with open slits. Shallow injection with closed slits on the same plots for a second time in the season was

not possible. Especially, under dry growing conditions the sward appeared to be insufficiently recovered from the previous application and as a result the sward tended to crumble. Also on these soils, the reduction in yield due to cutting the sward when making closed slits by the injector tended to be larger than when making open slits. In dry weather conditions, slits made by both shallow injection techniques in peaty grassland opened wider and became large cracks which resulted in a considerable reduction in yield. The botanical composition was not affected by shallow injection.

Table A gives a review of N efficiencies and N recoveries of fertilizer N and slurry N and their variation as found in the various experiments. The N efficiencies are expressed as the amount of additional dry matter produced per kg N applied, while the N-recovery is defined as the apparent N recovery being the amount of N recovered in the harvested herbage as percentage of the amount of N applied. N recoveries of fertilizer N strongly varied depending on location and year while those of cattle slurry were affected by location, year, time of application and also number of dressings. The latter was related with the limited amount of N which was given in a single dressing making it more to measure the effects accurately.

In all experimental years the N efficiencies and N recoveries of slurry applied by shallow injection techniques on sandy soils in spring were on average higher than the figures measured on river basin clay and peaty soil. This is partly caused by sward damage. When cutting the sward only, the reduction in yield due to slit cutting appeared to be much higher on river basin clay and peaty soil (especially when making closed slits) than on sand. Whether differences in ammonia volatilization, e.g. due to injection slits remaining open in case of shallow injection with open slits, have played a role, cannot be gathered from these results.

Table A. N efficiencies and N recoveries of fertilizer N and N from slurry applied by shallow injection with open and with closed slits and corresponding variation in experiments on sandy, clayey and peaty grasslands.

|                                         | N efficiency (kg DM·kg N <sup>-1</sup> ) |       |       | N recovery (%) |        |        |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------|-------|----------------|--------|--------|
|                                         | Sand                                     | Clay  | Peat  | Sand           | Clay   | Peat   |
| <i>Spring</i> (cut 1-4)<br>fertilizer N | 20-32                                    | 8-27  | 15-24 | 64-78          | 48-88  | 57-133 |
| Open-slit                               |                                          |       |       |                |        |        |
| 1x20                                    | 6-19                                     | 0-8   | 9-10  | 14-41          | 0-23   | 23-73  |
| 2x20                                    | 14-18                                    | 3-6   | 10-14 | 42-43          | 13-17  | 42-72  |
| Closed-slit                             |                                          |       |       |                |        |        |
| 1x20                                    | 16-21                                    | 7-9   | 10    | 38-72          | 23-42  | 53     |
| 2x20                                    | 14-21                                    | 8-11  | 4     | 49-52          | 35     | 34     |
| <i>Summer</i> (year)<br>fertilizer N    | 22-36                                    | 28-30 | -     | 68-87          | 84-111 | -      |
| Open-slit                               |                                          |       |       |                |        |        |
| 1x20                                    | 0-25                                     | 4-16  | -     | 0-64           | 16-54  | -      |
| 2x20                                    | 10-17                                    | 8-15  | -     | 34-46          | 34-54  | -      |
| Closed-slit                             |                                          |       |       |                |        |        |
| 1x20                                    | 5-26                                     | 8-11  | -     | 19-62          | 24-27  | -      |
| 2x20                                    | 11-15                                    | -     | -     | 34-47          | -      | -      |

The differences in N recovery between shallow injection with open and with closed slits strongly varied between years and soil types. On average, the N recovery of slurry applied by shallow injection with closed slits was better than when applied by injection with open slits probably due to a lower NH<sub>3</sub> volatilization.

The variation between years and soil types means that the predictability of the nitrogen efficiency of slurry applied by shallow injection techniques will vary more than for deep injection but this variation will be less than in case of surface spreading.

Table B shows the average efficiency indices as calculated per soil type and time of application on the basis of dry matter yields and of nitrogen yields when applying slurry and fertilizer apart. The efficiency indices for spring application are based on the yields of the first four cuts; those for summer application are based

annual yields. The efficiency indices have been calculated by comparing the N efficiency and N recovery of cattle slurry at zero level for N from fertilizer with those of fertilizer nitrogen (0 - 200 kg N/ha/year).

Table B. Average efficiency indices (%) calculated on the basis of dry matter (DM) and nitrogen (N) yields and application rates of 2\*20 ton slurry per ha per year.

|                | shallow injection with open slits |                                |          | shallow injection with closed slits |                               |                  |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                | N(years)                          | 2x 20 ton slurry<br>dry matter | nitrogen | N(years)                            | 2x20 ton slurry<br>dry matter | nitrogen         |
| sand           |                                   |                                |          |                                     |                               |                  |
| spring         | 2                                 | 63                             | 61       | 2                                   | 66                            | 72               |
| summer         | 3                                 | 46                             | 50       | 2                                   | 40                            | 52               |
| heavy clay     |                                   |                                |          |                                     |                               |                  |
| spring         | 3                                 | 30                             | 25       | 2                                   | 32 <sup>1)</sup>              | 40 <sup>1)</sup> |
| heavy sea clay |                                   |                                |          |                                     |                               |                  |
| summer         | 3                                 | 43                             | 47       | 2                                   | 31 <sup>1)</sup>              | 26 <sup>1)</sup> |
| peat           |                                   |                                |          |                                     |                               |                  |
| spring         | 2                                 | 67                             | 64       | 1                                   | 33                            | 26               |

<sup>1)</sup> = 1 \* 20/30 ton slurry per ha

The efficiency indices for slurry applied with both shallow injection techniques on sandy soil were evidently higher than those for applied on clay. On sand and heavy clay the efficiency indices of slurry applied by shallow injection with open slits in spring and summer was about the same as those for injection with closed slits. On river basin clay there was no difference between the two injection techniques. On peaty soil the N efficiency index of slurry applied by shallow injection with closes slits was much lower than in case of open-slits; probably due to more sward damage.

The N efficiency indices calculated on the basis of the nitrogen yield was on average slightly higher than calculated on the basis of the dry matter yield.

With both injection techniques the major part of the yield increase mostly occurred in the first three cuts after slurry application. On sandy soil this amounted to 40-65% of the total yield increase obtained the first cut after slurry application. On

application in summer appeared to be spread somewhat more evenly over the different cuts. This applied in particular to shallow injection with closed slits. The distribution of the yield increase due to slurry applied on sandy soil in summer corresponded well with results obtained on heavy sea clay.

The following conclusions could be drawn from the results:

- The nitrogen utilization of cattle slurry applied by shallow injection techniques is better and less variable than if applied by surface spreading.
- On sandy soil the nitrogen utilization of cattle slurry applied by shallow injection techniques in spring is better than when applied in summer.
- In spring, the nitrogen utilization of cattle slurry applied by shallow injection with closed slits in particular on heavy sea clay and slurry applied by shallow with open slits on river basin clay in spring was lower than on sandy soil.
- Yield increase due to application of cattle slurry with shallow injection techniques was found in the first three cuts after application, with the major part in the first cut after application.
- Shallow injection with closed slits on heavy clay soils is difficult to carry out in dry weather conditions, with a high risk of sward damage.
- Cutting the sward with shallow injection techniques often resulted in a yield reduction in the first cut thereafter. This was especially the case on heavy clay and peaty grassland. On sandy soils this yield reduction was often compensated in later cuts. On heavy clay and peaty soil the annual yields were often depressed as a result of slit cutting.
- Cutting the sward twice in one growing season did not aggravate the reduction in yield compared to cutting once.
- The botanical composition was not affected by shallow injection.
- Slurry application with shallow injection techniques resulted sometimes in higher nitrogen contents of the herbage than fertilizer nitrogen when compared at the same level of N uptake.





# INHOUDSOPGAVE

## SAMENVATTING

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INLEIDING .....                                                                                           | 1  |
| 2. ONTWIKKELING VAN ZODEBEMESTER .....                                                                       | 4  |
| 3. MATERIAAL EN METHODE ONDERZOEK N-WERKING .....                                                            | 7  |
| 3.1 Algemeen en proefopzet .....                                                                             | 7  |
| 3.2 Bodemvruchtbaarheidskenmerken van de proefvelden .....                                                   | 11 |
| 3.3 Bemesting met dunne rundermest .....                                                                     | 11 |
| 3.4 Kunstmestgiften .....                                                                                    | 14 |
| 3.5 Opbrengstbepaling .....                                                                                  | 15 |
| 3.6 Weersomstandigheden .....                                                                                | 15 |
| 3.7 Botanische samenstelling .....                                                                           | 16 |
| 3.8 Statistische verwerking van de resultaten .....                                                          | 16 |
| 4. RESULTATEN ONDERZOEK N-WERKING .....                                                                      | 18 |
| 4.1 Algemeen .....                                                                                           | 18 |
| 4.2 Opbrengsten aan droge-stof en N en de N-gehalten in het gras<br>bij voorjaarsaanwending .....            | 18 |
| 4.3 Opbrengsten aan droge-stof en N en de N-gehalten in het gras<br>bij zomeraanwending .....                | 27 |
| 4.4 Stikstofwerking: efficiëntie en terugwinning van stikstof uit<br>kunstmest en uit dunne rundermest ..... | 32 |
| 4.5 Stikstofwerkingscoëfficiënten bij aparte aanwending van mest<br>en kunstmest .....                       | 46 |
| 4.6 Verdeling van de N-werking over de sneden .....                                                          | 53 |
| 4.7 Schade .....                                                                                             | 59 |
| 4.8 Effecten op botanische samenstelling .....                                                               | 62 |
| 5. DISCUSSIE .....                                                                                           | 64 |
| 5.1 Droge-stof, stikstofopbrengsten en N-gehalten in gras .....                                              | 64 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2 Stikstofwerking . . . . .                                              | 65  |
| 5.3 Schade en praktische uitvoerbaarheid . . . . .                         | 71  |
| 6. CONCLUSIES . . . . .                                                    | 73  |
| LITERATUUR . . . . .                                                       | 74  |
| Bijlage 1. Grondonderzoek . . . . .                                        | 76  |
| Bijlage 2. Mestsamenstelling per toediening . . . . .                      | 80  |
| Bijlage 3. Maaidata . . . . .                                              | 84  |
| Bijlage 4. Weersgegevens . . . . .                                         | 85  |
| Bijlage 5. Geschatte bezettingsgraad en botanische samenstelling . . . . . | 97  |
| List of tables and figures . . . . .                                       | 104 |



# 1. INLEIDING

De laatste tien jaar is veel onderzoek verricht naar aanwendingsmethoden van dunne mest op grasland, die leiden tot een betere benutting van nutriënten uit dunne mest op grasland. Uit onderzoek van het PR en AB-DLO (het voormalige CABO) is gebleken dat injectie van dunne mest in het voorjaar leidt tot een verdubbeling van de N-werking in vergelijking met breedwerpig, bovengrondse aanwending (Snijders et al., 1987). Het tijdstip waarop de N tot werking komt, blijkt echter wel te verschillen. Bij voorjaarsaanwending komt, mede afhankelijk van het tijdstip, van toediening de meeste N uit geïnjecteerde mest tot werking na de eerste snede (Schils et al., 1992). Een belangrijk nadeel van mestinjectie bleek de slechte toepasbaarheid op zware klei en bosveen en op droge grond in het algemeen (Wadman, 1988). Ook is de N-werking op basis van de droge-stofopbrengst vaak lager dan op basis van de N-opname. Dit leidt bij mestinjectie vaak tot hogere gehalten aan N en K en tot lagere gehalten aan Mg (Snijders et al., 1987; Snijders et al., 1991).

Om tegemoet te komen aan de nadelen van mestinjectie is van 1985 tot 1988, met financiële steun van het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA), door het PR onderzoek verricht naar de mogelijkheid van het ondiep aanwenden van dunne mest. In samenwerking met de firma De Vree (Vredo<sup>TM</sup>) is dit idee (m.b.v. schijfkouters van een doorzaaimachine) verder uitgewerkt met als resultaat de zodebemester (Snijders en de Boer, 1987). Deze zodebemester brengt de mest in de grond met behulp van schijfkouters die open sleufjes maken met een diepte van ca 3-5 cm. In 1988 is de zodebemester op proef- en praktijkschaal ingezet. Daarbij bleek dat technisch gezien goede resultaten werden behaald, ook op grondsoorten die nauwelijks of niet geschikt zijn voor mestinjectie.

In de loop van 1989 is door het IMAG-DLO in samenwerking met de firma Van Rumpt (Rumptstad<sup>TM</sup>) het principe van zode-injectie ontwikkeld. Zode-injectie kan gezien worden als een tussenvorm van mestinjectie en zodebemesting. Belangrijke voordelen van de zode-injecteur t.o.v. de mestinjecteur zijn de geringere injectiediepte (7-9 cm), de kleinere tandafstand (30 cm) en de kleine torpedovormige ganzevoeten. Het voordeel t.o.v. de zodebemester is dat de injectiegleuven door aandrukrollen worden dichtgedrukt, zodat er minder ammoniak emissie plaatsvindt

(Bussink en Bruins, 1992).

Het onderzoek naar de ammoniak emissie bij het aanwenden van mest met de zodebemester en zode-injecteur is uitgevoerd door het IMAG-DLO en het NMI (Bussink en Bruins, 1992).

Om de bemestingswaarde van dunne mest voor grasland beter te kunnen inschatten is door het PR van 1989 tot en met 1991 onderzoek uitgevoerd naar de N-werking van dunne rundermest bij gebruik van de zodebemester. Zodebemesting is in het onderzoek tevens vergeleken met breedwerpig, bovengrondse aanwending en op zand ook met mestinjectie. Behalve positieve effecten van dunne rundermest kunnen zich ook negatieve effecten voordoen bij de aanwending van mest (Prins et. al., 1987). In dit onderzoek is ook de mogelijke schade als het gevolg van het doorsnijden van de zode vastgesteld. Vanaf 1990, toen de zode-injecteur operationeel was, is ook de mestaanwending met de zode-injecteur in het onderzoek meegenomen. Gezien de eerste, vrij gunstige ervaringen met de zodebemesting op zware klei en veen in het voorjaar en tijdens de zomer, is het onderzoek uitgevoerd op zand, zware rivierklei en veen grasland bij voorjaarsaanwending én op zand en zware zeeklei ook bij zomer aanwending.

Het onderzoek naar de N-werking van dunne rundermest werd uitgevoerd op maaiproefvelden gelegen in het werkgebied van ROC Aver Heino, ROC Zegveld, ROC Bosma Zathe en ROC De Vlierd. In dit rapport worden de resultaten besproken van de maaiproeven waarin dunne rundermest in het voorjaar is aangewend op zandgrasland (praktijkperceel grasland in de buurt van ROC Aver Heino; PR 1535), kleigrasland (ROC de Vlierd; PR 4533) en veengrasland (ROC Zegveld; PR 5533) en van de maaiproeven waarin dunne rundermest tijdens het groeiseizoen is aangewend op zandgrasland (praktijkperceel grasland in de buurt van ROC Aver Heino; PR 1536) en kleigrasland (praktijkperceel grasland in Haskerdyke, ROC Bosma Zathe; PR 2531).

In dit rapport zal eerst worden ingegaan op de ontwikkeling van de zodebemester (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 wordt de gebruikte materiaal en methoden (proefzet, lokaties, bemesting, weersomstandigheden en botanische samenstelling) be-

schreven.

In hoofdstuk 4 worden vervolgens de resultaten van het onderzoek besproken. Eerst komen de opbrengsten aan droge-stof en de N-gehalten in het gras aan de orde (hoofdstuk 4.2). Daarna wordt de berekende stikstofwerking aan de hand van de droge-stofopbrengsten en N-opbrengsten weergegeven (hoofdstuk 4.3). De verdeling van de stikstofwerking over de afzonderlijke sneden en de negatieve effecten van de aanwending op de grasopbrengst komen aan de orde in respectievelijk hoofdstuk 4.4 en 4.5. Hoofdstuk 5 behandelt de discussie van de resultaten en de conclusies.

Aan het onderzoek naar de ontwikkeling van de zodebemester werd meegewerkt door P.J. de Boer (voorheen PR), W.J. Buitink (voorheen IMAG gestationeerde bij het PR), B.J. Hakvoort (voorheen ROC Bosma Zathe) en P.J.M. Snijders (PR). Aan het onderzoek naar de N-werking en schade aan de zode door de zodebemester en zode-injecteur is meegewerkt door F. Groenveld (voorheen PR), K. van Houwelingen (ROC Zegveld), J. Loonen (voorheen PR), R. Schils (PR), H. van Schooten (ROC Heino), R. Schreuder (PR), D. Wismeyer (voorheen ROC de Vlierd), A.P. Wouters (PR), J. Zonderland (ROC Bosma Zathe).

Het onderzoek werd mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van het Financieringsoverleg Mest-en Ammoniak Onderzoek (FOMA).

## 2. ONTWIKKELING VAN ZODEBEMESTER

Mestinjectie bij een afstand van 50 cm tussen de injectiesleuven en op een diepte van 15 cm brengt, naast belangrijke voordelen wat betreft de ammoniak vervluchtiging, ook problemen met zich mee. Mestinjectie leidt tot een enigszins verhoogd gehalte aan stikstof en (waarschijnlijk) kali van het geoogste gras en dan vooral in het gras langs de injectiesleuven met name in de eerste snede na injectie. Dit heeft mede te maken met de afstand tussen de injectietanden en de relatief grote hoeveelheden mest die worden aangewend. Omdat de mest bij injectie op een diepte van ca. 15 cm in de grond wordt gebracht, is de beschikbaarheid van fosfaat vooral in het jaar van aanwending minder goed (Van Dijk, 1989). Bij droogte kan injectie leiden tot beschadiging van de graszode vanwege verbranding en/of verdroging van het gras langs injectiesleuven (Sniijders et al, 1987; Schils, 1992; Sniijders et al., 1992). Op zware klei- en veengrond is injectie slecht uitvoerbaar; op zware klei vanwege de benodigde trekkracht en daardoor het risico van wiel slip, op veengrasland vanwege het voorkomen van houtstobben (Wadman, 1988).

Om de beperkingen van mestinjectie te ondervangen, is het PR in 1985 gestart met onderzoek naar de mogelijkheden om mest en urine aan te wenden in sleufjes met een diepte van ca. 5 cm en een afstand van 20 tot 30 cm tussen de sleufjes. In het verleden was al geëxperimenteerd met het ondiep in de grond inbrengen van gier met een gieronderbrenger (Koolenbrander et al, 1967).

In eerste instantie werd vooral aandacht besteed aan de maximaal toelaatbare afstand tussen de sleufjes en de hoeveelheid mest die in de sleufjes aangewend kon worden. In het begin werden de sleufjes gemaakt in handwerk. Voor het onderzoek naar de hoeveelheid mest die in sleufjes aangewend kan worden, werd eerst gebruik gemaakt van meskouters voorafgegaan door een schijfkouter. Om de kwaliteit van de sleufjes te verbeteren en om de machine ontwikkeling te versnellen werd daarna overgegaan op schijfkouters van een doorzaaimachine. Op verzoek van het PR werd door de firma De Vree (Vredo<sup>TM</sup>) in eerste instantie naar het voorbeeld van het prototype met meskouters een prototype van een zodebemester gebouwd (Sniijders en de Boer, 1987).

Bij het onderzoek naar de optimale afstand tussen de sleufjes, leek op basis van visuele beoordeling, dat het effect van urine regelmatig was tot een afstand van 20



cm. Dit was soms ook nog het geval bij een afstand van 30 cm. Mede op basis van onderzoek naar het effect van mestflatten op het omringende gras (MacDiarmid, 1971), en de ervaringen met injectie van vloeibare ammoniak op grasland, werd besloten dat een afstand van 20 cm tussen de sleufjes vooralsnog het beste compromis was. Een nog geringere afstand tussen de sleufjes leidde tot hogere machine kosten. Het bleek dat bij een afstand van 20 cm tussen de sleufjes 20 à 30 ton mest per ha kon worden aangewend. Bij teveel mest en ondiepe sleufjes kwam de mest over de rand van de sleuven en verontreinigde het gras. Ook wordt naar inschatting de ammoniakvervluchtiging hoger.

Ten behoeve van proefveldonderzoek naar de benutting van stikstof uit dunne rundermest aangewend met een zodebemester werd door firma De Vree een aanbouwset gebouwd voor de proefvelddoseermachine van het AB-DLO (voormalige IB-DLO en voormalige CABO-DLO), PAGV, PR en NMI die gebruikt wordt voor mestaanwending op proefvelden. Het oorspronkelijk gebruikte verdeelmechanisme van een sleepslangenmachine werd daarbij vervangen door een verdringerpomp met meerdere uitgangen.

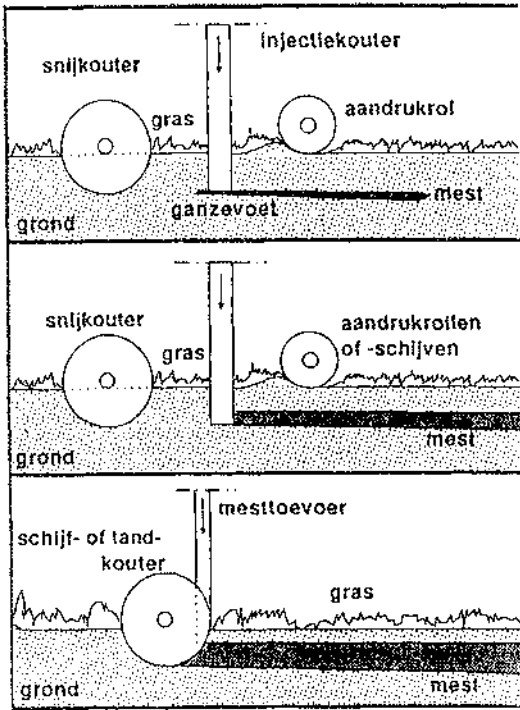
Mede om ammoniak vervluchtiging uit de openstaande sleufjes te voorkomen en eventuele verontreiniging van gras met mest tegen te gaan werd in de loop van 1989 door het IMAG-DLO in samenwerking met de firma Rumptstad, de zogenaamde zode-injecteur ontwikkeld. Daarbij wordt de mest ondiep in de grond gebracht met injectietanden gevolgd door aandrukrollen die de injectiesleuven dichtdrukken. Van de zode-injecteur van het type Rumptstad<sup>TM</sup> is ook een aanbouwset gemaakt voor de proefvelddoseermachine.

In figuur 1 zijn de principes van de aanwendingsmethodiek van de verschillende injectie systemen schematisch weergegeven.

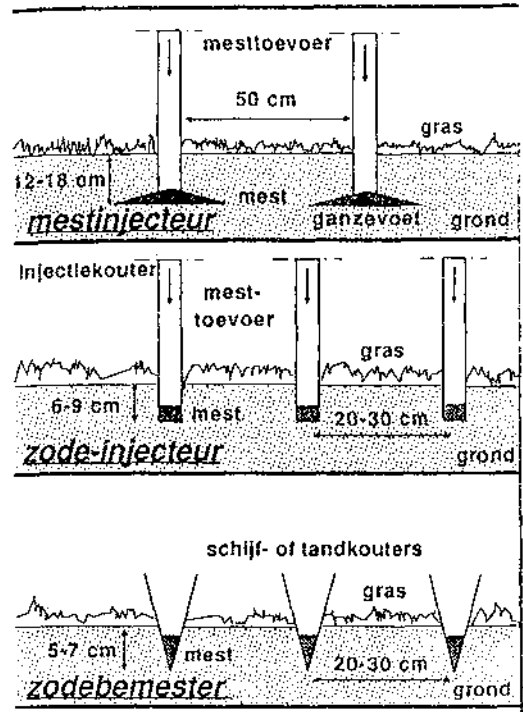
Figuur 1. Schematisch overzicht van de aanwendingsmethodiek m.b.v. de mestinjecteur, de zodebemester en de zode-injecteur.

(Overgenomen uit: Handboek voor de Rundveehouderij, IKC publikatie nr. 35)

## ZIJAAANZICHT



## ACHTERAANZICHT



### 3. MATERIAAL EN METHODE ONDERZOEK N-WERKING

#### 3.1 Algemeen en proefopzet

Van 1989 tot en met 1991 zijn er jaarlijks 5 maaiproeven aangelegd voor het vaststellen van de N-werking uit dunne rundermest en de schade aan de zode bij gebruik van de zodebemester en zode-injecteur. Hiervan hadden 3 proeven betrekking op het toedienen van dunne rundermest in het voorjaar (voor en direct na de eerste snede). Deze proeven, werden aangelegd op praktijkpercelen in het werkgebied van ROC Heino (zandgrasland, PR 1535), op praktijkpercelen van het ROC De Vlierd (komklei, PR 4533) en op praktijkpercelen van het ROC Zegveld (diep ontwaterd veengrasland, PR 5533). De overige 2 maaiproeven hadden betrekking op het toedienen van dunne rundermest tijdens het groeiseizoen (na de tweede snede). Deze proeven werden aangelegd op praktijkpercelen in het werkgebied van ROC Aver Heino (zandgrasland, PR 1536) en ROC Bosma Zathe (zware zeeklei Haskerdyke, PR 2531). De proeven lagen ieder jaar op een ander perceel met uitzondering van PR 2531.

De proefobjecten bestonden uit combinaties van aanwending van verschillende giften (1x20, 2x20 ton/ha enz.) dunne rundermest met verschillende methoden van aanwending (zodebemester, zode-injecteur, bovengronds enz.) op verschillende tijdstippen (voorjaar, zomer) en vier kunstmest N-trappen (0-600 kg N/ha/jaar). In eerste instantie (1989 en 1990) werd vanuit praktische overwegingen (vanwege de beschikbare ruimte op het proefperceel) gekozen voor een split-plot opzet met vier herhalingen en met de mestbehandelingen als hoofd behandelingen en kunstmest N-trappen als sub-behandelingen. Statistisch gezien heeft deze opzet nadelen. Het effect van mesttoediening kon bij deze proefopzet minder nauwkeurig worden geschat dan bij een volledig gelote blokkenproef. Daarom is in 1991 voorzover daarvoor ruimte was op de proefpercelen, overgegaan tot een opzet met volledig gelote blokkenproeven. In 1991 zijn de proeven met mestaanwending in het voorjaar en de zomer op zand (respectievelijk PR 1535 en PR 1536) geïnte-

greerd tot één maaiproef. Deze maaiproef en de maaiproef op komklei (PR 4533) werden aangelegd als volledig gelote blokkenproeven met de verschillende combinaties van mestaanwending en kunstmest-N bemesting als behandelingen in vier herhalingen. De overige proeven (PR 5533 en PR 2531) werden in 1991 evenals in de voorgaande jaren, aangelegd als split-plot proeven.

In tabel 1 staan de verschillende mestbehandelingen voor respectievelijk de aanwending van mest in het voorjaar en de aanwending tijdens het groeiseizoen (zomer) vermeld. Bij de in tabel 1 vermelde codes is in de verdere tekst een V toegevoegd aan de behandelingen in de proeven met aanwending van mest in het voorjaar en een Z aan die in de proeven met aanwending van mest in de zomer. Deze codering zal in het vervolg van het rapport worden gebruikt om de verschillende mestbehandelingen aan te duiden. In tabel 1 is te zien dat er ook behandelingen zijn opgenomen waarbij met apparatuur is gesneden zonder dat er mest werd aangewend. Hiermee is het effect van de snijdende werking op de opbrengst en zode nagegaan.

In de proeven zijn behandelingen met dubbele giften opgenomen om de totale N-werking per jaar goed te kunnen vast stellen. Bij het begin van het onderzoek was de verwachting dat een enkele gift van 20 ton mest per ha mogelijk te weinig werkzame N zou bevatten om duidelijke, betrouwbare effecten te kunnen aantonen. Bovendien zullen in de praktijk, uitgaande van een gift van 20 ton.ha<sup>-1</sup>, veel percelen twee keer per jaar met de zodebemester worden bemest. Bij een dubbele mestgift kan echter de verdeling van de N-werking over de afzonderlijke sneden niet goed worden bepaald. Daarom zijn ook behandelingen met enkelvoudige giften van 20 ton.ha<sup>-1</sup> in de proeven opgenomen. Uit kostenoverwegingen en op basis van de resultaten behaald in 1989 en 1990, is in de proeven met zomeraanwending (PR1536 en PR2531) in 1991, de behandeling met aanwending van mest na de vierde snede met de zodebemester (ZZ20,4°) achterwege gelaten.

De zode-injecteur kon pas in 1990 worden ingezet omdat in 1989 de machine nog niet praktijkrijp was. In 1991 zijn de mestgiften met de zode-injecteur verhoogd tot 30 ton mest per ha per keer, aangezien dat een in de praktijk haalbare gift bleek. In 1990 bleek het op komklei (PR 4533) niet mogelijk om na de eerste snede mest aan te wenden met de zode-injecteur zonder grote schade aan de grasmast. De

Tabel 1. Overzicht van de toegepaste mestbehandelingen(\*) en de daarvoor gebruikte coderingen in de verschillende proefseries

| kode                  | mestbehandeling                                                                                                               | PR 1535<br>zand |     |                | PR 1536<br>zand |     |                | PR 4533<br>komklei |                |                | PR 2531<br>zware zeeklei |                |                | PR 5533<br>diep ont-<br>waterd veen |     |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|----------------|-----------------|-----|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|-----|----------------|
|                       |                                                                                                                               | voorjaar (V)    |     |                | zomer (Z)       |     |                | voorjaar (V)       |                |                | zomer (Z)                |                |                | voorjaar (V)                        |     |                |
|                       |                                                                                                                               | '89             | '90 | '91            | '89             | '90 | '91            | '89                | '90            | '91            | '89                      | '90            | '91            | '89                                 | '90 | '91            |
| Blanko                | geen mest                                                                                                                     | *               | *   | * <sup>1</sup> | *               | *   | * <sup>1</sup> | *                  | *              | * <sup>1</sup> | *                        | *              | * <sup>1</sup> | *                                   | *   | * <sup>1</sup> |
| Zsn1x                 | snijden met zodebemester<br>vóór 1 <sup>e</sup> (voorjaar) of na 2 <sup>e</sup> (zomer) snede                                 | *               | *   | *              | *               | *   | *              | *                  | *              | *              | *                        | *              | *              | *                                   | *   | *              |
| Zsn2x                 | snijden met zodebemester vóór en na 1 <sup>e</sup><br>(voorjaar) of na 2 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> (zomer) snede         | -               | -   | *              | *               | *   | *              | *                  | *              | *              | *                        | *              | *              | *                                   | *   | *              |
| Zlsn1x                | snijden met zodeinjecteur<br>vóór 1 <sup>e</sup> (voorjaar) of na 2 <sup>e</sup> (zomer) snede                                | -               | -   | *              | -               | -   | *              | -                  | -              | *              | -                        | -              | *              | -                                   | -   | *              |
| Zlsn2x                | snijden met zodeinjecteur vóór en na 1 <sup>e</sup><br>(voorjaar) of na 2 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> (zomer) snede        | -               | -   | *              | -               | -   | *              | -                  | -              | *              | -                        | -              | *              | -                                   | -   | *              |
| Isn1x                 | snijden met injecteur vóór 1 <sup>e</sup> snede                                                                               | *               | *   | -              | -               | -   | -              | -                  | -              | -              | -                        | -              | -              | -                                   | -   | -              |
| Z-20                  | 20 ton mest/ha met zodebemester vóór 1 <sup>e</sup><br>(voorjaar) en na 2 <sup>e</sup> snede                                  | *               | *   | *              | *               | *   | *              | *                  | *              | *              | *                        | *              | *              | *                                   | *   | *              |
| Z-20,4 <sup>2</sup>   | 20 ton mest/ha met zodebemester na 4 <sup>e</sup> snede (zomer)                                                               | -               | -   | -              | *               | *   | -              | -                  | -              | -              | *                        | *              | -              | -                                   | -   | -              |
| Z-20+20               | 20 ton mest/ha met zodebemester vóór en<br>na 1 <sup>e</sup> (voorjaar) en na 2 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> (zomer) snede  | *               | *   | *              | *               | *   | *              | *                  | *              | *              | *                        | *              | *              | *                                   | *   | *              |
| ZI-20 <sup>3</sup>    | 20 ton mest/ha met zodeinjecteur vóór 1 <sup>e</sup><br>(voorjaar) en na 2 <sup>e</sup> snede                                 | -               | *   | *              | -               | *   | *              | -                  | *              | *              | -                        | *              | *              | -                                   | *   | *              |
| ZI-20+20 <sup>3</sup> | 20 ton mest/ha met zodeinjecteur vóór en<br>na 1 <sup>e</sup> (voorjaar) en na 2 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> (zomer) snede | -               | *   | *              | -               | *   | *              | -                  | * <sup>2</sup> | *              | -                        | * <sup>2</sup> | * <sup>2</sup> | -                                   | *   | *              |
| B-20                  | 20 ton mest/ha bovengronds vóór 1 <sup>e</sup> snede                                                                          | *               | *   | -              | -               | -   | -              | *                  | *              | -              | -                        | -              | -              | *                                   | *   | -              |
| B-20+20               | 20 ton mest/ha bovengronds vóór en na 1 <sup>e</sup> snede                                                                    | *               | *   | -              | -               | -   | -              | *                  | *              | -              | -                        | -              | -              | *                                   | *   | -              |
| B-10+10               | 10 ton mest/ha bovengronds na 2 <sup>e</sup> en na 4 <sup>e</sup> snede                                                       | -               | -   | -              | *               | *   | -              | -                  | -              | -              | *                        | *              | -              | -                                   | -   | -              |
| B-4*10                | 10 ton mest/ha bovengronds na 2 <sup>e</sup> ,3 <sup>e</sup> ,4 <sup>e</sup> en 5 <sup>e</sup> snede                          | -               | -   | -              | *               | *   | -              | -                  | -              | -              | *                        | *              | -              | -                                   | -   | -              |
| I-40                  | 40 ton mest/ha met injecteur vóór 1 <sup>e</sup> snede                                                                        | *               | *   | -              | -               | -   | -              | -                  | -              | -              | -                        | -              | -              | -                                   | -   | -              |

<sup>1</sup> In duplo<sup>2</sup> Wel in proefplan, niet uitgevoerd wegens droogte.<sup>3</sup> In 1991:30 ton mest per ha per aanwending

grond was te droog voor de snijkouters van de zode-injecteur, waardoor de zode oprolde. Dit was ook het geval bij de zode-injectie op zware zeeklei na de 4e snede. De behandelingen zijn toen niet meer uitgevoerd.

Behandelingen met bovengrondse aanwending en mestinjectie (alleen op zand in het voorjaar) zijn in 1989 en 1990 als referentie meegenomen. Uit eerder onderzoek was gebleken dat deze techniek niet geschikt was voor zware klei en veen (Wadman, 1988). De behandelingen met bovengrondse aanwending en mestinjectie zijn in 1991 niet meer in het onderzoek meegenomen. Daarvoor in de plaats zijn behandelingen met "alleen snijden met de zode-injecteur" opgenomen aangezien behoefte was aan het vaststellen van de negatieve effecten van het snijden met de zode-injecteur.

Binnen alle mestbehandelingen (split-plot opzet) werden vier kunstmest-N giften verloot ( $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ) om de werking van de N uit de mest te kunnen berekenen bij het apart en gecombineerd aanwenden van mest-N en kunstmest-N. De trappen  $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  waren gericht op een N-bemestingsniveau van 0, 200, 400 en 600 kg/ha/jaar voor de proefvelden op minerale gronden (zand en klei) en op een N-bemestingsniveau van 0, 150, 300 en 450 kg/ha/jaar voor het proefveld op diep ontwaterd veengrasland (PR 5533).

### 3.2 Bodemvruchtbaarheidskenmerken van de proefvelden

Voor de aanleg van de proefvelden werd een grondmonster genomen van de lagen 0-5 cm en 0-20 cm. De monsters werden door het bedrijfslaboratorium in Oosterbeek onderzocht op pH-KCl, organische stof, afslibbaarheid, granulaire samenstelling (alleen op zand), P-AL, K-getal, magnesium en kalk (alleen op zand). De resultaten van de grondanalyses van de verschillende proefvelden staan vermeld in bijlage 1. In tabel 2 staat een samenvatting van de resultaten van het grondonderzoek van de laag 0 - 5 cm per proeflokatie vermeld. De resultaten geven de minimum en maximum waarden aan die op de verschillende proefvelden zijn vastgesteld.

Tabel 2. De minimum en maximum waarden van de resultaten van het grondonderzoek in de laag 0 - 5 cm van de verschillende proefvelden op de verschillende lokaties.

| Proef   | Grondsoort             | pH-KCl  | Organische<br>stof<br>(%) | P-AL<br>(mg/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /<br>100 droge grond) | K-getal | Slib<br>(%) |
|---------|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------|
| PR 1535 | zand                   | 5,4-6,1 | 4,0-7,0                   | 30-57                                                           | 19-31   | -           |
| PR 1536 | zand                   | 4,9-6,1 | 5,7-4,6                   | 28-57                                                           | 20-31   | -           |
| PR 4533 | kom klei               | 5,2-6,4 | 7,1-22,0                  | 25-55                                                           | 10-35   | 64-84       |
| PR 5533 | diep ontwaterd<br>veen | 5,0-5,4 | 38,3-43,4                 | 46-53                                                           | 26-43   | -           |
| PR 2531 | zwarte zeeklei         | 5,4-5,9 | 7,1-14,2                  | 16-23                                                           | 21-66   | 67-81       |

### 3.3 Bemesting met dunne rundermest

De mest die in de proeven werd gebruikt, was per proef en per jaar afkomstig van dezelfde partij (behalve bij PR 1536 in 1990) en werd opgeslagen in een speciaal daarvoor gereserveerde kelder, silo of tank. Alle mest was afkomstig van het betreffende Regionaal Onderzoeks Centrum (ROC). Voor het toedienen van de mest werd de hele partij goed gemixed.

De mest werd aangewend met de proefvelddoseermachine, waaraan een zodebemester (type Vredo<sup>TM</sup>), een zode-injecteur (type Rumpstad<sup>TM</sup>), een mestinjecteur (type Rumpstad<sup>TM</sup>) of een bovengronds element (4 spuitmonden) kan worden

gekoppeld. In 1990 zijn bij zode-injectie op zandgrasland in het voorjaar (PR 1535) kleine torpedovormige ganzevoeten gebruikt. Deze bleken echter een minder goed werk af te leveren. Bij de overige bemestingen met de zode-injecteur zijn snijkouters zonder ganzevoet gebruikt.

Bij iedere mestaanwending werden twee of meer mestmonsters genomen (minimaal één monster per tank), die door het bedrijfslaboratorium in Oosterbeek werden geanalyseerd. In 1991 zijn de gehalten aan  $P_2O_5$  en  $K_2O$  niet bepaald. De samenstelling van de mest per aanwending staat vermeld in bijlage 2. In tabel 3 zijn de analyse resultaten samengevat door per proef de minimum en maximum waarden van het droge-stof gehalte en de N frakties (N-totaal en  $N-NH_4$ ) in de mest weer te geven.

Tabel 3. De minimum en maximum gehalten aan droge-stof, N-totaal en  $N-NH_4$  ( $g.liter^{-1}$ ) in de toegediende dunne rundermest

| Proef   | Droge-stofgehalte | N-totaal | $N-NH_4$ |
|---------|-------------------|----------|----------|
| PR 1535 | 69-107            | 3,8-5,2  | 1,8-2,5  |
| PR 4533 | 83-112            | 3,9-5,1  | 1,6-2,2  |
| PR 5533 | 64-94             | 3,7-4,8  | 1,8-2,5  |
| PR 1536 | 55-92             | 3,1-5,4  | 1,6-3,1  |
| PR 2531 | 42-149            | 2,8-4,8  | 1,5-2,5  |

De droge-stof gehalten in de mest liepen sterk uiteen per lokatie en per jaar. In 1990 waren de droge-stof gehalten in het algemeen lager dan in 1989. Vooral bij de mestaanwending in de zomer (PR 1536 en PR 2531) kwamen nogal eens lage gehalten aan droge-stof in de mest voor. Dit was met name het geval in 1990. De gehalten aan N-totaal in de mest varieerden met het droge-stof gehalte. In het algemeen waren de gehalten hoger bij een hoger droge-stofgehalte en lager, waarschijnlijk door verdunning met spoelwater, bij een lager droge-stofgehalte. De fraktie aan  $N-NH_4$  bedroeg gemiddeld 40-60% van de totale hoeveelheid N in de mest.

De werkelijk gegeven hoeveelheden mest (gemiddelden van 4 herhalingen) staan vermeld in tabel 4. Hieruit blijkt dat de werkelijke mestgiftten redelijk tot goed



Tabel 4. De hoeveelheden mest (ton.ha<sup>-1</sup>), N-totaal (kg.ha<sup>-1</sup>) en N-NH<sub>4</sub> (kg.ha<sup>-1</sup>) afkomstig van dunne rundermest die gegeven zijn bij de verschillende behandelingen in de verschillende proeven

| Proef<br>Mestbeh.      | 1989 |       |                   | 1990 |       |                   | 1991 |       |                   |
|------------------------|------|-------|-------------------|------|-------|-------------------|------|-------|-------------------|
|                        | mest | N-tot | N-NH <sub>4</sub> | mest | N-tot | N-NH <sub>4</sub> | mest | N-tot | N-NH <sub>4</sub> |
| <b>PR 1535</b>         |      |       |                   |      |       |                   |      |       |                   |
| VZ-20                  | 23   | 118   | 57                | 20   | 80    | 37                | 20   | 90    | 41                |
| VZ-20+20               | 41   | 209   | 101               | 42   | 161   | 80                | 40   | 175   | 84                |
| VZI-20 <sup>1</sup>    | -    | -     | -                 | 20   | 80    | 37                | 29   | 138   | 62                |
| VZI-20+20 <sup>1</sup> | -    | -     | -                 | 40   | 155   | 77                | 60   | 278   | 132               |
| VB-20                  | 22   | 96    | 47                | 20   | 76    | 35                | -    | -     | -                 |
| VB-20+20               | 41   | 192   | 95                | 40   | 153   | 77                | -    | -     | -                 |
| VI-40                  | 41   | 180   | 89                | 40   | 158   | 72                | -    | -     | -                 |
| <b>PR 4533</b>         |      |       |                   |      |       |                   |      |       |                   |
| VZ-20                  | 25   | 125   | 55                | 20   | 80    | 33                | 19   | 91    | 44                |
| VZ-20+20               | 48   | 236   | 104               | 41   | 169   | 70                | 36   | 164   | 86                |
| VZI-20 <sup>1</sup>    | -    | -     | -                 | 21   | 82    | 34                | 28   | 127   | 67                |
| VZI-20+20 <sup>1</sup> | -    | -     | -                 | -    | -     | -                 | 55   | 245   | 133               |
| VB-20                  | 20   | 100   | 44                | 20   | 80    | 33                | -    | -     | -                 |
| VB-20+20               | 42   | 206   | 91                | 40   | 164   | 68                | -    | -     | -                 |
| <b>PR 5533</b>         |      |       |                   |      |       |                   |      |       |                   |
| VZ-20                  | 21   | 87    | 39                | 19   | 80    | 36                | 22   | 105   | 46                |
| VZ-20+20               | 41   | 162   | 78                | 43   | 176   | 80                | 46   | 187   | 90                |
| VZI-20 <sup>1</sup>    | -    | -     | -                 | 21   | 86    | 38                | 30   | 145   | 64                |
| VZI-20+20 <sup>1</sup> | -    | -     | -                 | 39   | 161   | 73                | 59   | 280   | 137               |
| VB-20                  | 21   | 90    | 41                | 18   | 77    | 34                | -    | -     | -                 |
| VB-20+20               | 44   | 189   | 85                | 39   | 160   | 73                | -    | -     | -                 |
| <b>PR 1536</b>         |      |       |                   |      |       |                   |      |       |                   |
| ZZ-20,2 <sup>e</sup>   | 19   | 101   | 58                | 19   | 60    | 34                | 20   | 88    | 49                |
| ZZ-20,4 <sup>e</sup>   | 19   | 79    | 40                | 20   | 68    | 33                | -    | -     | -                 |
| ZZ-20+20               | 40   | 188   | 102               | 39   | 128   | 68                | 38   | 161   | 92                |
| ZZI-20,2 <sup>e1</sup> | -    | -     | -                 | 19   | 61    | 34                | 30   | 135   | 74                |
| ZZI-20+20 <sup>1</sup> | -    | -     | -                 | 39   | 129   | 68                | 57   | 245   | 137               |
| ZB-10+10               | 19   | 91    | 95                | 20   | 65    | 34                | -    | -     | -                 |
| ZB-4*10                | 31   | 136   | 49                | 40   | 128   | 66                | -    | -     | -                 |
| <b>PR 2531</b>         |      |       |                   |      |       |                   |      |       |                   |
| ZZ-20,2 <sup>e</sup>   | 26   | 84    | 35                | 19   | 88    | 45                | 20   | 81    | 43                |
| ZZ-20,4 <sup>e</sup>   | 30   | 134   | 59                | 20   | 77    | 40                | -    | -     | -                 |
| ZZ-20+20               | 51   | 199   | 86                | 40   | 169   | 87                | 39   | 147   | 79                |
| ZZI-20,2 <sup>e1</sup> | -    | -     | -                 | 20   | 90    | 47                | 29   | 123   | 63                |
| ZZI-30+30              | -    | -     | -                 | -    | -     | -                 | -    | -     | -                 |
| ZB-10+10               | 22   | 85    | 37                | 19   | 82    | 42                | -    | -     | -                 |
| ZB-4*10                | 44   | 178   | 78                | 40   | 152   | 77                | -    | -     | -                 |

<sup>1</sup> In 1991 30 ton mest per gift

overeenkwamen met de geplande mestgiften. Behalve de mesthoeveelheden zijn ook de hoeveelheden N-totaal en  $N-NH_4$  die via de mest zijn aangewend, vermeld.

### 3.4 Kunstmestgiften

De beoogde kunstmest-N trappen ( $N_0$  t/m  $N_3$ ) voor de proefvelden op minerale gronden waren 0, 200, 400 en 600 kg N per ha per jaar. Alle kunstmest N werd gegeven in de vorm van KAS-27%.

De eerste kunstmest N-gift werd direct nadat de dunne rundermest was aangewend, gegeven. Dit gebeurde bij een T-som tussen de 200 en 300°C. Er werden 6 maaisneden gepland. De verdeling van de beoogde jaargift aan kunstmest-N over de afzonderlijke sneden bedroeg 25, 20, 20, 15, 10 en 10 % van de beoogde jaargift. Voor PR 5533 waren de beoogde kunstmestgiften 0, 150, 300 en 450 kg N per ha per jaar met een verdeling van 20, 20, 20, 17, 13 en 10 % van de jaargift over de afzonderlijke sneden. Vanwege het oogsten van minder sneden dan gepland en het gebruik van de proefveldkunstmeststrooier (door ROC Heino) weken de werkelijke giften soms af van de beoogde giften. Bij PR 1536 in 1990 waren de werkelijke jaargiften 199, 397 en 601 kg N per ha.

De P- en K-bemesting werd gegeven als NPK mengmeststof 0-9-25. Behalve bij PR 1535 en PR 1536 in 1990 werd voor de eerste snede 600 en voor de volgende sneden 400 kg van deze NPK mengmeststof gegeven. Bij PR 1535 en PR 1536 in 1990 werd voor de eerste snede 800 en voor de volgende sneden 500 NPK mengmeststof gegeven. In dat jaar werd bij PR 2531 voor de eerste snede nog 50 kg  $P_2O_5$  per ha extra gegeven in de vorm van superfosfaat. In alle gevallen werd gestreefd naar een bemesting met P en K boven het advies om er zeker van te zijn dat deze elementen niet beperkend voor de groei zouden zijn. Dit is niet altijd gelukt. Gezien de fosfaat- en kalitoestanden (bijlage 2) bleek in 1989 PR 1536 wat K betreft volgens het praktijkadvies te zijn bemest. Het proefveld PR 2531 kreeg in 1989 waarschijnlijk te weinig fosfaat.

In 1990 is bij PR 4533 tweemaal een P- en K-bemesting overgeslagen, zodat in totaal de P-bemesting ook te laag is uitgekomen.

### 3.5 Opbrengstbepaling

Bij alle proeven werd per snede, de verse opbrengst per veldje bepaald. Voor de opbrengstbepaling werd in 1989 een Agria motormaaier gebruikt, daarna werd gebruik gemaakt van een Haldrup<sup>TM</sup> proefveldmaaier.

In 1989 werd uit een bruto veldoppervlak van 8,0 bij 2,5 m (bij PR 1535 en PR 1536 7,0 x 2,5 m) een netto oppervlak geoogst van 8,4 m<sup>2</sup> (PR 1535 en PR 1536), 9,2 m<sup>2</sup> (PR 4455), 8,4 m<sup>2</sup> (PR 5533) en 10,5 m<sup>2</sup> (PR 2531). Deze verschillen in netto oppervlak hielden verband met de wijze van maaien en de maaibalk breedte van de Agria motormaaier. In 1990 en 1991 werd uit een bruto veldoppervlak van 9,5 x 2,8 m<sup>2</sup> (bij PR 2531 en PR 5533 8,0 x 2,8 m<sup>2</sup>) een netto oppervlak geoogst van 9,75 (6,5 x 1,5 m) m<sup>2</sup>.

Bij de opbrengstbepaling werd van elk veldje een grasmonster genomen. Hierin werden de gehalten aan drogestof, N-totaal en ruw as bepaald door het bedrijfslaboratorium in Oosterbeek. In 1991 werd van de behandelingen met alleen snijden alleen het droge-stofgehalte bepaald (drogen bij 105°C op het ROC).

Het aantal sneden en de maaidata van de opbrengstbepalingen staan vermeld in bijlage 4. In 1989 zijn van PR 1535 en PR 1536 de opbrengsten van 5 sneden bepaald (de 6<sup>e</sup> snede kon vanwege een uitbraak door vee op het proefveld niet meer worden bepaald). In 1990 is de opbrengst van PR 5533 tot en met de derde snede bepaald. Door uitbraak van vee op het proefveld, konden daarna geen goede opbrengstbepalingen meer plaatsvinden.

### 3.6 Weersomstandigheden

De neerslag, referentiegewasverdamping, potentiële verdamping en het potentieel neerslagtekort per decade zijn in bijlage 5 weergegeven. Bovendien staat per maand de totale hoeveelheid neerslag en het dertig jarig gemiddelde (1951-1980) vermeld. De gegevens zijn afkomstig van regionale KNMI weerstations.

Het algemene weerbeeld kan als volgt worden omschreven. Maart 1989 was op alle lokaties een natte en mei een erg droge maand. Juli t/m september waren droger en oktober weer natter dan gemiddeld. In 1989 zijn er geen proefvelden berekend. In 1990 was het voorjaar op alle lokaties droger dan in 1989. Tijdens

het groeiseizoen was het echter minder droog dan in 1989. Gedurende de zomer was het droger dan gemiddeld, terwijl september juist natter was. In 1990 zijn de proefvelden op zand beregend.

In 1991 was het voorjaar droger dan gemiddeld. De juni maand was op alle locaties veel natter dan normaal. De zomermaanden waren wat droger dan gemiddeld. Verdere bijzonderheden wat betreft de weersomstandigheden per lokatie bij de mestaanwending en daarna staan ook beschreven in bijlage 5.

### 3.7 Botanische samenstelling

De proeven werden aangelegd op percelen blijvend grasland met overwegend Engels raagrass in het bestand. De botanische samenstelling op de proefvelden werd geschat m.b.v. veldkartering. De resultaten van deze visuele schattingen staan vermeld in bijlage 6. Van alle proefvelden was de landbouwkundige waardering van de botanische samenstelling goed.

### 3.8 Statistische verwerking van de resultaten

Op de resultaten van de droge-stof en N-opbrengsten is een variantieanalyse uitgevoerd met behulp van de GENSTAT procedure ANOVA. De in het rapport berekende gemiddelde waarden zijn de uit de variantie analyse verkregen gemiddelden. Regressies zijn berekend met de GENSTAT procedure FIT.

De resultaten wat betreft de N-reponse zijn verder geanalyseerd met behulp van onderstaand statistisch model.

Alle in dit verslag vermelde response curves zijn met behulp van dit model berekend.

$$Y = a \cdot NK + b \cdot NK^2 + c \cdot DRYF + E$$

Y = Droge-stofopbrengst of stikstofopbrengst op jaarbasis

NK = Kg stikstof per ha uit kunstmest

DRYF = Mestbehandeling

E = Restterm

c = constante

a,b = regressiecoëfficiënten

Het model verschilt per proefjaar afhankelijk van de termen die een significante bijdrage leveren. Het model dat hier is weergegeven is het volledige model. De significante parameters werden met behulp van variantie analyse geselecteerd.

## 4. RESULTATEN ONDERZOEK N-WERKING

### 4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek per methode en tijdstip van mestaanwending gepresenteerd. De nadruk ligt daarbij op de resultaten van de behandelingen met de zodebemester en zode-injecteur.

Allereerst komen in hoofdstuk 4.2 de opbrengsten aan droge-stof en N en de N-gehalten van het gras aan de orde. Deze zijn ingedeeld per methode en tijdstip van mesttoediening: voorjaarsaanwending met de zodebemester en zode-injecteur en zomeraanwending met de zodebemester en zode-injecteur.

Dan volgt in hoofdstuk 4.3 een beschrijving van N werking waarbij de resultaten van de N-effecten en N-recovery's van de verschillende behandelingen worden gepresenteerd. In dit hoofdstuk worden ook de resultaten van de behandelingen met mestinjectie en breedwerpige, bovengrondse aanwending besproken.

In hoofdstuk 4.4 wordt ingegaan op de verdeling van de werking over de afzonderlijke sneden.

In hoofdstuk 4.5 worden de nadelige effecten ten gevolge van de methode van aanwenden op de droge-stofopbrengsten weergegeven.

Op zand is het proefjaar 1989 van PR 1535 buiten beschouwing gelaten omdat de resultaten wegens droogte een zeer onregelmatig verloop hadden. Het jaar 1990 ontbreekt bij PR 5533 omdat het proefveld na de derde snede is beweid.

In het Intern Rapport nr... zijn de gegevens van iedere snede van alle proeven vermeld evenals figuren die de relatie tussen N-gift, droge-stof- en N -opbrengst (drie kwadrantenfiguren) per snede weergeven.

### 4.2 Opbrengsten aan droge-stof en N en de N-gehalten in het gras bij voorjaarsaanwending

#### *Droge-stofopbrengsten*

In tabel 5a-c staan per proef, de gemiddelde opbrengsten aan droge-stof van de eerste vier sneden per jaar vermeld. In 1990 is mede uit kosten overwegingen

alleen van de eerste vier sneden het N-gehalte in de droge-stof bepaald zodat alleen van deze sneden de N-opbrengsten konden worden vastgesteld. In 1990 werd met de zode-injecteur 20 ton mest per ha per keer gegeven, in 1991 was dit 30 ton mest per ha per keer.

Toediening van mest met de zodebemester (VZ-20 en VZ-20 + 20) en zode-injecteur (VZI20 en VZI-20 + 20) resulteerde in bijna alle proeven bij  $N_0$  in een hogere droge-stofopbrengst in de eerste vier sneden dan de blanko. Alleen op komklei was dit in een aantal gevallen (VZ-20 in 1989 en 1990) niet het geval.

Bij een tweevoudige bemesting met de zodebemester (VZ-20 + 20) en zode-injecteur (VZI-20 + 20) werd op alle drie de grondsoorten een hogere droge-stofopbrengst behaald dan bij de enkelvoudige gift (VZ-20, VZI-20)).

De droge-stofopbrengst was bij  $N_0$  gemiddeld het hoogst op veengrasland en het laagst op zand. De effecten van N uit mest aangewend met de zodebemester en zode-injecteur werden bij een toenemende kunstmest N-gift kleiner hetgeen wijst op een interactie tussen N uit mest en kunstmest.

De opbrengsten van de behandelingen VZI-20 en VZI-20 + 20 in combinatie met verschillende N-trappen kwamen in 1990 op zand toen de N-giften met mest goed vergelijkbaar waren, goed overeen met die van de zodebemesting.

De resultaten van objecten die zowel dunne rundermest als kunstmest kregen, zijn in het algemeen goed te analyseren met behulp van driekwadrantengrafieken. De grafieken worden in het algemeen gebruikt in proeven waarin het effect van kunstmest-N in combinatie met het effect van andere proeffactoren (in dit geval aanwending dunne rundermest met verschillende technieken) op de opbrengst en N huishouding wordt nagegaan (Snijders et al., 1987).

In Intern Rapport nr... zijn per proef per jaar drie kwadranten grafieken gegeven van het effect van kunstmest N op de N-opname en droge-stof opbrengsten van de eerste vier sneden van de objecten zonder dunne rundermest (blanko) en de objecten waar dunne rundermest is aangewend met de zodebemester en met de zode-injecteur. In deze tekst zijn als voorbeeld in de figuren 2 en 3 de driekwadrantenfiguren voor respectievelijk de proeven met voorjaarsaanwending op zand en zomeraanwending van mest op zware klei in 1990 weergegeven. In de figuren zijn

tevens response curves ingetekend die met het in hoofdstuk 3 beschreven statistisch regressie model zijn berekend. Zoals beschreven in Snijders et al. (1987), worden in de driekwadrantengrafieken voor elk van de behandelingen, het effect van kunstmest-N op de droge-stofopbrengst geanalyseerd aan de hand van de twee relaties die de grootte van dit effect bepalen namelijk:

- de relatie tussen de kunstmest N-gift en de N-opname door het gras (kwadrant IV) en
- de relatie tussen de N-opname en de opbrengst aan droge-stof van het gras (kwadrant I).

Uit de statistische analyse en de driekwadrantenfiguren blijkt dat bij zodebemesting er in de meeste proeven, behalve op komklei in 1989 en op veen in 1991, een duidelijke interactie is tussen N uit dunne rundermest en uit kunstmest. De effecten van dunne rundermest kwamen vooral naar voren bij  $N_0$  en in geringere mate bij de kunstmest N-trap  $N_1$ . Bij  $N_2$  en  $N_3$  was er geen betrouwbaar effect meer van N uit dunne rundermest op de droge-stofopbrengst.

Bij  $N_3$  waren in het algemeen de droge-stofopbrengsten van de verschillende mestbehandelingen op een uitzondering na gelijk of lager dan die van de blanco.

### *N-opbrengsten*

In de tabellen 5a-c zijn de gemiddelde N-opbrengsten t/m de vierde snede per proef per jaar vermeld.

De hoogste N-opbrengsten werden behaald op veengrasland in 1991 gevolgd door die op kleigrasland, terwijl de proef op zand de laagste N-opbrengst gaf.

Mestaanwending had bij  $N_0$  een duidelijk effect op de N-opbrengst. Een tweevoudige gift met de zodebemester (VZ-20 + 20) en zode-injecteur (VZI20 + 20) leidde tot een hogere N-opbrengst dan een enkelvoudige gift (VZ-20, VZI-20). De verschillen met de blanco waren gemiddeld het kleinst op klei. De N-opbrengsten in 1990 van VZI-20 en VZI-20 + 20 bij de verschillende kunstmest N-trappen kwamen op zand overeen met die van VZ-20 en VZ-20 + 20. In 1991 waren de N-opbrengsten bij zode-injectie hoger dan bij zode-bemesting maar de mestgiften waren ook hoger.



Tabel 5a. Gemiddelde opbrengsten aan droge-stof (ds in kg.ha<sup>-1</sup>) en N (N in kg.ha<sup>-1</sup>) van de eerste vier sneden bij verschillende combinaties van hoeveelheden N uit dunne rundermest (kg.ha<sup>-1</sup>), aangewend met zodebemerter (VZ) en zode-injecteur (VZI) voor en direct na de eerste snede en hoeveelheden kunstmest N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N.ha<sup>-1</sup>) per jaar, voor de proef op zandgrasland (PR 1535).

| Proef | Jaar | Behan-<br>deling | N uit<br>mest | N <sub>0</sub>     |     | N <sub>1</sub>       |     | N <sub>2</sub>       |     | N <sub>3</sub>       |     | LSD<br>(P<0,05) |
|-------|------|------------------|---------------|--------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-----------------|
|       |      |                  |               | ds                 | N   | ds                   | N   | ds                   | N   | ds                   | N   |                 |
|       |      |                  |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                 |
| PR    | 1990 | Blanko           | 0             | 2458               | 46  | 7558                 | 171 | 11219                | 330 | 13150                | 453 | ds = 1031       |
| 1535  |      | VZ-20            | 80            | 4009               | 79  | 8272                 | 203 | 12469                | 367 | 13445                | 484 | N = 36          |
| Aver  |      | VZ-20 + 20       | 161           | 5305               | 114 | 10151                | 253 | 12502                | 388 | 13872                | 519 |                 |
| Heino |      | VZI-20           | 80            | 3728               | 76  | 8534                 | 214 | 12684                | 390 | 13130                | 473 |                 |
| Zand  |      | VZI20 + 20       | 155           | 5662               | 127 | 9914                 | 259 | 11701                | 383 | 13540                | 505 |                 |
|       |      |                  |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                 |
|       | 1991 | Blanko           | 0             | 4475               | 95  | 7739                 | 197 | 9636                 | 301 | 10610                | 377 | ds = 1143       |
|       |      | VZ-20            | 90            | 5005               | 108 | 8350                 | 225 | 11002                | 360 | 10165                | 368 | N = 44          |
|       |      | VZ-20 + 20       | 175           | 6993               | 170 | 8444                 | 251 | 10517                | 342 | 10248                | 388 |                 |
|       |      | VZI-20           | 138           | 7324               | 194 | 9689                 | 299 | 9955                 | 347 | 11429                | 416 |                 |
|       |      | VZI20 + 20       | 278           | 8278               | 231 | 9346                 | 308 | 10548                | 381 | 10434                | 425 |                 |

Tabel 5b.

Gemiddelde opbrengsten aan droge-stof (ds in  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) en N (N in  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) van de eerste vier sneden bij verschillende combinaties van hoeveelheden N uit dunne rundermest ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), aangewend met zodebemerter (VZ) en zode-injecteur (VZI) voor en direct na de eerste snede en hoeveelheden kunstmest N ( $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  in  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) per jaar, voor de proef op komklei (PR 4533)

| Proef                                      | Jaar | Behan<br>deling | N uit<br>mest | N <sub>0</sub>     |     | N <sub>1</sub>       |     | N <sub>2</sub>       |     | N <sub>3</sub>       |     | LSD<br>(P<0,05)       |
|--------------------------------------------|------|-----------------|---------------|--------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|
|                                            |      |                 |               | ds                 | N   | ds                   | N   | ds                   | N   | ds                   | N   |                       |
| PR<br>4533<br>De<br>Vlierd<br>korn<br>klei |      |                 |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                       |
|                                            | 1989 | Blanko          | 0             | 8309               | 200 | 9644                 | 276 | 10219                | 342 | 10807                | 392 | ds = 1341 *           |
|                                            |      | VZ-20           | 125           | 8041               | 196 | 10877                | 320 | 10428                | 351 | 10760                | 387 | ds = 1162 **          |
|                                            |      | VZ-20 + 20      | 236           | 9434               | 240 | 10512                | 313 | 10626                | 349 | 10812                | 396 | N = 46 *<br>N = 40 ** |
|                                            |      |                 |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                       |
|                                            | 1990 | Blanko          | 0             | 3732               | 81  | 7706                 | 198 | 10134                | 295 | 11378                | 402 | ds = 860 *            |
|                                            |      | VZ-20           | 80            | 3749               | 79  | 7816                 | 205 | 10243                | 324 | 11135                | 414 | ds = 745 **           |
|                                            |      | VZ-20 + 20      | 169           | 4676               | 111 | 8272                 | 225 | 9624                 | 302 | 10203                | 374 | N = 37 *              |
|                                            |      | VZI-20          | 82            | 4444               | 99  | 7708                 | 200 | 10043                | 308 | 11194                | 403 | N = 32 **             |
|                                            |      |                 |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                       |
|                                            | 1991 | Blanko          | 0             | 5700               | 137 | 9845                 | 277 | 11306                | 369 | 12115                | 467 | ds = 1171 *           |
|                                            |      | VZ-20           | 91            | 6388               | 157 | 10241                | 315 | 11632                | 418 | 11983                | 488 | ds = 1014 **          |
|                                            |      | VZ-20 + 20      | 164           | 6148               | 158 | 10468                | 347 | 11872                | 433 | 12107                | 489 | N = 50 *              |
|                                            |      | VZI-20          | 127           | 6637               | 190 | 9920                 | 292 | 11141                | 398 | 12187                | 478 | N = 43 **             |
|                                            |      | VZI20 + 20      | 245           | 7853               | 223 | 10466                | 338 | 11711                | 429 | 11807                | 486 |                       |

\*LSD ( $P < 0,05$ ) bij onderlinge vergelijking van combinaties van kunstmest en mest

\*\*LSD ( $P < 0,05$ ) bij vergelijking van combinaties van mest en kunstmest met blanko

Tabel 5c. Gemiddelde opbrengsten aan droge-stof (ds in kg.ha<sup>-1</sup>) en N (N in kg.ha<sup>-1</sup>) van de eerste vier sneden bij verschillende combinaties van hoeveelheden N uit dunne rundermest (kg.ha<sup>-1</sup>), aangewend met zodebemes-ter (VZ) en zode-injecteur (VZI) voor en direct na de eerste snede en hoeveelheden kunstmest N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N.ha<sup>-1</sup>) per jaar van de proef op diep ontwaterd veengrasland (PR 5533)

| Proef | Jaar | Behan-<br>deling | N uit<br>mest | N <sub>0</sub>     |     | N <sub>1</sub>       |     | N <sub>2</sub>       |     | N <sub>3</sub>       |     | LSD<br>(P < 0,05)     |
|-------|------|------------------|---------------|--------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|
|       |      |                  |               | ds                 | N   | ds                   | N   | ds                   | N   | ds                   | N   |                       |
| PR    |      |                  |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                       |
| 5533  | 1989 | Blanko           | 0             | 6188               | 159 | 7813                 | 224 | 9288                 | 288 | 9975                 | 333 | ds = 842 *            |
| Zeg   |      | VZ-20            | 87            | 7057               | 178 | 9177                 | 262 | 9907                 | 312 | 9661                 | 325 | ds = 729 **           |
| veld  |      | VZ-20 + 20       | 162           | 8384               | 226 | 9538                 | 285 | 10109                | 331 | 10338                | 363 | N = 29 *<br>N = 25 ** |
| veen  |      |                  |               | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 160 |     | N <sub>2</sub> = 320 |     | N <sub>3</sub> = 480 |     |                       |
|       | 1991 | Blanko           | 0             | 8277               | 274 | 10908                | 427 | 11464                | 487 | 11769                | 529 | ds = 911 *            |
|       |      | VZ-20            | 105           | 9305               | 350 | 10621                | 429 | 11383                | 494 | 11319                | 521 | ds = 789 **           |
|       |      | VZ-20 + 20       | 187           | 10076              | 409 | 10734                | 457 | 11252                | 504 | 11705                | 524 | N = 44 *              |
|       |      | VZI-20           | 145           | 9366               | 350 | 10747                | 445 | 10970                | 485 | 11359                | 523 | N = 38 **             |
|       |      | VZI20 + 20       | 280           | 9506               | 371 | 10898                | 484 | 11756                | 537 | 11143                | 520 |                       |

\*LSD (P<0,05) bij onderlinge vergelijking van combinaties van kunstmest en mest

\*\*LSD (P<0,05) bij vergelijking van combinaties van mest en kunstmest met blanko

In de driekwadrantenfiguren zijn per proef per jaar in kwadrant III de N-opbrengsten t/m de vierde snede weergegeven. In de figuren zijn tevens response curves ingetekend die volgens het, in hoofdstuk 3 beschreven regressie model zijn berekend. Evenals bij de droge-stofopbrengst was er in een aantal proeven bij de N-opbrengst een gelijksoortige interactie tussen N uit mest en N uit kunstmest. Dit varieerde echter per proef en per jaar. Als de interactie aanwezig was, was die in het algemeen minder duidelijk dan bij de droge-stofopbrengst. De effecten van N uit dunne rundermest aangewend met de zodebemester en zode-injecteur op de N-opbrengst kwamen het meest tot uiting bij  $N_0$  en  $N_1$  met grote verschillen tussen proeven en jaren.

#### *N-gehalten in gras*

De N-gehalten in het gras van de afzonderlijke snedes staan vermeld in Intern Rapport nr ..

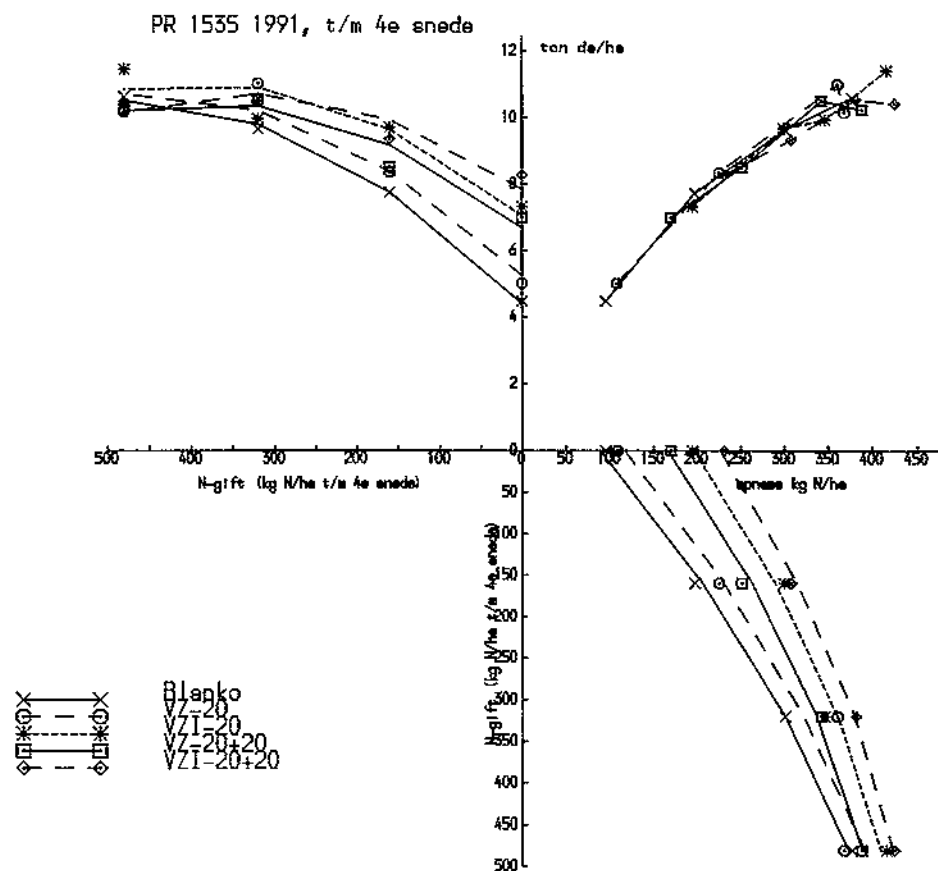
Het N-gehalte nam toe bij een toenemende N-bemesting uit kunstmest. Zonder gebruik van dunne rundermest (Blanko ( $N_0$ )) varieerde het N-gehalte van de eerste vier sneden van 1,88 tot 2,09% in de droge-stof op zand, van 2,16 tot 2,39% op klei en van 2,56 tot 3,03 % in de droge-stof op veen. Bij de hoogste kunstmest-N gift (Blanko  $N_3$ ) varieerde het N-gehalte op zand van 3,44 tot 3,55% , op klei van 3,53 tot 3,85% en op veen van 3,35 tot 4,50% in de droge-stof.

Voor een goed inzicht over de invloed van de toediening van dunne rundermest in combinatie met kunstmest N op het N-gehalte van het gras zijn de drie kwadranten figuren goed bruikbaar.

Omdat het N-gehalte afhangt van de hoeveelheid toegediende werkzame N kunnen vergelijkingen tussen behandelingen beter worden uitgevoerd in het eerste kwadrant van de driekwadrantenfiguren .

Ook bij toediening van dunne rundermest nam het N-gehalte toe bij een toenemende kunstmest N-bemesting. De toediening van dunne rundermest veroorzaakte soms ook een stijging van het N-gehalte. Op zand waren de N-gehalten van behandelingen met de zode-injecteur in beide jaren gelijk aan die met de zodebemester. Zowel zodebemesting als zode-injectie lieten bij een gelijke N-opname geen effect van mest op de N-gehalten zien. Toedienen van 40 ton mest voor de eerste snede met de mestinjecteur gaf bij een gelijke N-opname en bij de hoogste N-Figuur

2. Het effect van kunstmest-N op de N-opname en droge-stofopbrengst bij behandelingen zonder aanwending van N (blanko) en behandelingen met aanwending van 1\*20 en 2\*20 ton dunne rundermest per ha met de zodebemester (VZ-20 en VZ20+20) en zode-injecteur (VZI-20 en VZI-20+20) op zandgrond in 1991 (PR1535).



trappen hogere N-gehalten dan de blanco.

Op komklei in 1991 leidde zode-injectie en zodebemesting wel tot hogere N-gehalten dan de blanco bij een gelijke N-opname. De N-gehalten van beide behandelingen met de zode-injecteur waren wel gelijk aan die bij zodebemesting. In 1989 waren bij zodebemesting de N-gehalten bij een gelijke N-opname juist verlaagd vergeleken met de blanco.

Op veengrasland in 1991 leidde zode-injectie evenals zodebemesting bij een gelijke N-opname tot hogere N-gehalten dan de blanco.

### 4.3 Opbrengsten aan droge-stof en N en de N-gehalten in het gras bij zomeraanwending

#### *Droge-stofopbrengst*

In de tabellen 6a-b staan de gemiddelde jaaropbrengsten aan droge-stof per proef vermeld.

Op zware zeeklei waren de opbrengsten duidelijk hoger dan op zand. Mestaanwending met de zodebemester en zode-injecteur leidde in alle proeven tot een significant hogere jaaropbrengst aan droge-stof dan de blanco vergeleken bij  $N_0$ .

De tweevoudige gift gaf altijd een hogere opbrengst gaf dan de enkelvoudige giften. Zodebemesting na de 2e snede (ZZ-20,2e) gaf op zand een hogere en op zware zeeklei een vergelijkbare verhoging van de droge-stofopbrengst als zodebemesting na de 4e snede (ZZ-20,4e). Op zware zee klei was het voor de tweede keer aanwenden van mest met de zode-injecteur na de 4<sup>e</sup> snede in beide jaren (1990 en 1991) niet mogelijk. De grond was te droog, waardoor de injectietanden de grond niet in konden dringen zonder grote schade aan de grasmast. Hierdoor is de behandeling VZI-20 + 20 op zware zeeklei niet volledig uitgevoerd.

In de driekwadrantenfiguur (figuur 3) zijn per proef de jaaropbrengsten aan droge-stof weergegeven. In de driekwadranten figuren zijn response curves ingetekend die volgens het eerder beschreven regressie model zijn berekend. Er was in alle proeven, behalve bij PR 1536 in 1989, een duidelijke interactie tussen de N uit mest en kunstmest. De effecten van N uit mest kwamen vooral naar voren bij  $N_0$  en namen af naarmate meer kunstmest N werd toegediend. Bij  $N_2$  en  $N_3$  was er nauwelijks nog een waarneembaar effect van N uit dunne rundermest.

#### *N-opbrengsten*

In de tabel 6a-b zijn de gemiddelde jaaropbrengsten aan N per proef per jaar weergegeven. In alle proeven waren er duidelijke effecten van de aanwending van dunne rundermest op de N-opbrengst. Bij  $N_0$  gaf het aanwenden van 20 ton na de 2<sup>e</sup> en de 4<sup>e</sup> snede met de zodebemester de hoogste N-opbrengst. Gemiddeld over 1989 en 1990 waren op beide lokaties de N-opbrengsten van ZZ-20,2 en ZZ-20,4, vergeleken bij  $N_0$ , gelijk. De N-opbrengsten van ZZI-20 en ZZ-20 + 20 waren bij  $N_0$

significant hoger dan de blanco. De tweevoudige gift op zand (ZZI-20 + 20) leidde tot een significant hogere N-opbrengst vergeleken met die van de enkelvoudige gift (VZI-20).

In de driekwadrantenfiguren zijn per proef de jaaropbrengsten aan N weergegeven. Evenals bij de droge-stofopbrengst was er bij de N-opbrengst een significante interactie tussen de behandelingen met dunne rundermest en kunstmest-N. Deze interactie was minder duidelijk dan bij de droge-stofopbrengst. De effecten van mest kwamen het meest tot uiting bij  $N_0$  en  $N_1$  met duidelijke verschillen tussen proeven en jaren.

#### *N-gehalten in het gras*

In Intern Rapport nr. 1 zijn de gehalten aan N in het gras vermeld. Op zand varieerde het N-gehalte zonder gebruik van dunne rundermest en kunstmest-N (blanco) op basis van de derde tot en met de laatste snede van 2,06 tot 2,46% in de droge-stof. Bij de hoogste kunstmestgift ( $N_3$ ) varieerde het N-gehalte van 3,41 tot 3,65%. Op klei varieerde het N-gehalte bij  $N_0$  van 2,41 tot 2,70 en bij  $N_3$  van 3,85 tot 4,01% in de droge-stof.

Met behulp van de driekwadrantenfiguren (figuur 2 en bijlage 7) kan een goede vergelijking worden gemaakt van de effecten van de verschillende mestbehandelingen op het N-gehalte. Alle hierna genoemde vergelijkingen zijn gedaan bij een gelijke N-opname. Op zand waren in 1989 en 1991 de N-gehalten van behandelingen met de zodebemester gelijk of iets lager dan van de blanco. In 1990 waren de N-gehalten van de behandelingen met de zodebemester iets hoger dan van de blanco. Als de kunstmest N-gift toenam, werden in 1990 en 1991 de verschillen in N-gehalten tussen de mestbehandelingen en de blanco iets groter.

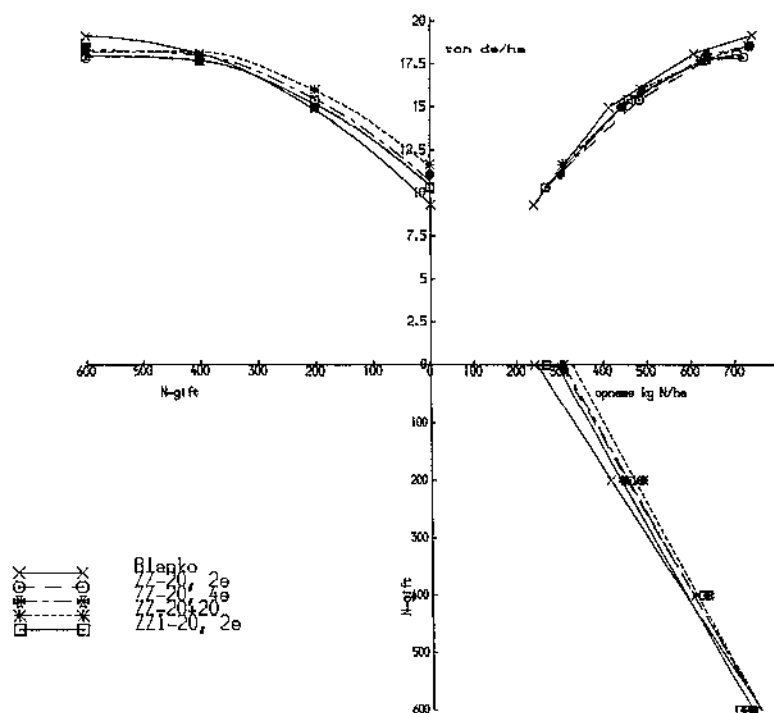
Bij het aanwenden van dunne rundermest gedurende het groeiseizoen op zand leidde zode-injectie tot hogere N-gehalten dan de blanco. In 1990 waren de gehalten bij zode-injectie gelijk aan die bij zodebemesting, maar in 1991 waren de N-gehalten bij zode-injectie in combinatie met de lage kunstmest-N trappen hoger.

Op zware zeeklei waren de N-gehalten van de behandelingen met de zodebemester in 1989 en 1990 hoger dan die van de blanco. In 1990 bij zomer aanwending op



zware zee klei gaf zode-injectie net als zodebemesting een hoger N-gehalte in het gras dan de blanko. In 1991 was er geen verschil in N-gehalte tussen de dunne rundermestbehandelingen en de blanko.

Figuur 3. Het effect van kunstmest-N op de N-opname en droge-stofopbrengst bij behandelingen zonder aanwending van N (blanko) en behandelingen met aanwending van 1\*20 en 2\*20 ton dunnerundermest per ha met de zodebemester (ZZ-20 en ZZ20 + 20) en zode-injecteur (ZZI-20 en ZZI-20 + 20) op zware zeeklei in de zomer van 1991



Tabel 6a. Gemiddelde opbrengsten aan droge-stof (ds in kg.ha<sup>-1</sup>) en N (N in kg.ha<sup>-1</sup>) vanaf de derde snede bij verschillende combinaties van hoeveelheden N uit dunne rundermest (kg.ha<sup>-1</sup>) aangewend met zodebemester (ZZ) en zode-injecteur (ZZI) tijdens het groeiseizoen (na tweede en vierde snede) en hoeveelheden kunstmest N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N.ha<sup>-1</sup>) per jaar van de proeven op zandgrasland (PR 1536)

| Proef | Jaar              | Behandeling | N uit mest | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 200 |     | N <sub>3</sub> = 400 |     | N <sub>4</sub> = 600 |     | LSD<br>(P < 0,05) |
|-------|-------------------|-------------|------------|--------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-------------------|
|       |                   |             |            | ds                 | N   | ds                   | N   | ds                   | N   | ds                   | N   |                   |
| 1536  | 1989 <sup>1</sup> | Blanko      | 0          | 4174               | 88  | 9293                 | 236 | 12102                | 354 | 12359                | 445 | ds:1655 *         |
|       |                   | ZZ-20,2°    | 101        | 6550               | 146 | 9560                 | 262 | 12913                | 402 | 13770                | 498 | ds:1293 **        |
|       |                   | ZZ-20,4°    | 79         | 5795               | 138 | 10464                | 262 | 13152                | 405 | 13253                | 474 | N:48 *            |
|       |                   | ZZ-20+20    | 188        | 6121               | 152 | 10066                | 294 | 13531                | 413 | 13688                | 489 | N:37 **           |
|       | 1990              | Blanko      | 0          | 3584               | 74  | 10808                | 249 | 15300                | 423 | 16706                | 569 | ds:881 *          |
|       |                   | ZZ-20,2°    | 60         | 5105               | 109 | 10288                | 245 | 14636                | 425 | 17033                | 587 | ds:922 **         |
|       |                   | ZZ-20,4°    | 68         | 4606               | 109 | 9999                 | 244 | 15198                | 435 | 16641                | 564 | N:31 *            |
|       |                   | ZZ-20+20    | 128        | 5636               | 130 | 11117                | 277 | 15380                | 451 | 16843                | 574 | N:33 **           |
|       |                   | ZZI-20      | 61         | 5156               | 112 | 10859                | 261 | 15753                | 457 | 17253                | 593 |                   |
|       |                   | ZZI20+20    | 129        | 5467               | 132 | 11137                | 283 | 15159                | 454 | 16343                | 568 |                   |
|       | 1991              | Blanko      | 0          | 5837               | 135 | 10153                | 272 | 13151                | 415 | 14786                | 528 | ds:1363 *         |
|       |                   | ZZ-20,2°    | 88         | 5578               | 132 | 10529                | 294 | 13667                | 453 | 14593                | 538 | ds:1181 **        |
|       |                   | ZZ-20+20    | 161        | 7736               | 195 | 10779                | 314 | 13575                | 471 | 14530                | 544 | N:41 *            |
|       |                   | ZZI-30      | 135        | 6470               | 161 | 11528                | 339 | 14522                | 475 | 14415                | 543 | N:35 **           |
|       |                   | ZZI30+30    | 245        | 7924               | 219 | 12977                | 401 | 13847                | 479 | 14089                | 534 |                   |

<sup>1</sup>) in 1989 bedroegen de kunstmest N giften 0, 180, 360 en 540 kg N/ha/jaar

\* LSD (P, 0,05) bij onderlinge vergelijking van combinaties van kunstmest en mest

\*\* LSD (P < 0,05) bij vergelijking van combinaties van mest en kunstmest met blanko

Tabel 6b. Gemiddelde opbrengsten aan droge-stof (ds in kg.ha<sup>-1</sup>) en N (N in kg.ha<sup>-1</sup>) vanaf de derde snede bij verschillende combinaties van hoeveelheden N uit dunne rundermest (kg.ha<sup>-1</sup>) aangewend met zodebemester (ZZ) en zode-injecteur (ZZI) tijdens het groeiseizoen (na tweede en vierde snede) en hoeveelheden kunstmest N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N.ha<sup>-1</sup>) per jaar van de proeven op zware zeeklei (PR 2531)

| Proef | Jaar | Behandeling | N uit mest | N <sub>0</sub> = 0 |     | N <sub>1</sub> = 200 |     | N <sub>3</sub> = 400 |     | N <sub>4</sub> = 600 |     | LSD<br>(P < 0,05) |
|-------|------|-------------|------------|--------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-------------------|
|       |      |             |            | ds                 | N   | ds                   | N   | ds                   | N   | ds                   | N   |                   |
| 2531  | 1989 | Blanko      | 0          | 6742               | 163 | 13246                | 347 | 17607                | 606 | 18880                | 729 | ds:1478*          |
|       |      | ZZ-20,2°    | 84         | 7212               | 180 | 13624                | 377 | 17064                | 581 | 18926                | 744 | ds:1449**         |
|       |      | ZZ-20,4°    | 134        | 7144               | 170 | 14443                | 409 | 17779                | 614 | 18468                | 719 | N:57*             |
|       |      | ZZ-20+20    | 199        | 9986               | 277 | 15109                | 466 | 17419                | 627 | 18322                | 732 | N:55**            |
|       | 1990 | Blanko      | 0          | 9313               | 240 | 14930                | 415 | 18093                | 609 | 19173                | 739 | ds:1233*          |
|       |      | ZZ-20,2°    | 88         | 10349              | 269 | 15388                | 485 | 17728                | 638 | 17886                | 719 | ds:1068**         |
|       |      | ZZ-20,4°    | 77         | 10545              | 279 | 14972                | 445 | 18010                | 638 | 18541                | 733 | N:51*             |
|       |      | ZZ-20+20    | 169        | 11666              | 308 | 16017                | 488 | 17760                | 636 | 18564                | 731 | N:44**            |
|       |      | ZZI-20      | 90         | 10307              | 267 | 15399                | 460 | 17676                | 626 | 18043                | 707 |                   |
|       | 1991 | Blanko      | 0          | 8265               | 208 | 14042                | 430 | 16610                | 609 | 17971                | 737 | ds:1131*          |
|       |      | ZZ-20,2°    | 81         | 9334               | 246 | 14624                | 463 | 17247                | 644 | 17607                | 727 | ds:980**          |
|       |      | ZZ-20+20    | 147        | 9411               | 258 | 14525                | 456 | 16354                | 604 | 17365                | 709 | N:41*             |
|       |      | ZZI-30      | 123        | 9185               | 241 | 14806                | 465 | 16419                | 611 | 17699                | 716 | N:36**            |

\* LSD (P, 0,05) bij onderlinge vergelijking van combinaties van kunstmest en mest

\*\* LSD (P < 0,05) bij vergelijking van combinaties van mest en kunstmest met blanco

#### 4.4 Stikstofwerking: efficiëntie en terugwinning van stikstof uit kunstmest en uit dunne rundermest

De werking van stikstof uit dunne rundermest kan op twee manieren uitgedrukt:

- op basis van de meeropbrengst aan droge-stof per kg toegediende kunstmest-N en/of mest-N (de N-efficiëntie) en
- op basis van de meeropbrengst aan N per kg toegediende N (de N-terugwinning of in het Engels: "apparent N-recovery (ANR)"). De N-terugwinning zal in het vervolg van dit rapport aangegeven worden met de term 'N-recovery'.

De N-efficiëntie en de N-recovery zijn als volgt gedefinieerd:

$$N\text{-efficiëntie} = \frac{(\text{droge stofopbrengst bemest object}) - (\text{droge stofopbrengst onbemest object})}{\text{hoeveelheid N uit kunstmest en/of mest}}$$

$$\text{Apparent N-recovery} = \frac{(\text{stikstofopbrengst bemest object}) - (\text{stikstofopbrengst onbemest object})}{\text{hoeveelheid N uit kunstmest en/of mest}}$$

##### *Proeven met voorjaarsaanwending van mest :kunstmest*

In tabel 7 en 8 zijn respectievelijk de N-efficiënties en de N-recovery's van kunstmest-N weergegeven zoals vastgesteld in de proeven met voorjaarsaanwending van dunne rundermest. De cijfers zijn gebaseerd op de opbrengsten van de eerste vier sneden per proef per jaar en voor zover beschikbaar op de jaaropbrengsten.

Gemiddeld over de proefjaren was het effect van kunstmest-N het grootst op zandgrasland, weliswaar met een grote variatie tussen de proefjaren. Het N-effect nam af bij een toenemende N-bemesting. In 1989 waren de N-effecten op komklei en veengrasland laag. Op komklei was vooral in de eerste snede de reactie

Tabel 7 N-efficiëntie (kg ds. kg N<sup>-1</sup>) van kunstmest-N berekend op basis van de droge-stofopbrengsten van de eerste vier sneden en op basis van de jaaropbrengsten aan droge stof in de proeven met voorjaarsaanwending van dunne rundermest

|                        | Snedes 1 t/m 4 |                |                | Per jaar       |                |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> |
| PR 1535                |                |                |                |                |                |                |
| 1990                   | 31,9           | 27,4           | 22,3           | 32,4           | 28,2           | 22,4           |
| 1991                   | 20,4           | 16,3           | 12,8           | 21,6           | 18,2           | 14,9           |
| gemiddeld              | 26,2           | 22,9           | 17,6           | 27,0           | 23,2           | 18,7           |
| PR 4533                |                |                |                |                |                |                |
| 1989 <sup>1</sup>      | 8,3            | 6,0            | 5,2            | 12,3           | 9,2            | 7,8            |
| 1990                   | 24,8           | 20,0           | 15,9           | 26,5           | 21,8           | 18,0           |
| 1991                   | 25,9           | 17,5           | 13,4           | 25,0           | 17,2           | 13,6           |
| gemiddeld <sup>1</sup> | 25,4           | 19,8           | 14,7           | 21,3           | 16,1           | 13,1           |
| PR 5533                |                |                |                |                |                |                |
| 1989                   | 14,8           | 13,4           | 10,9           | 15,8           | 14,9           | 11,5           |
| 1991                   | 22,8           | 13,8           | 10,1           | 23,6           | 14,9           | 10,2           |
| gemiddeld              | 18,8           | 13,6           | 10,5           | 19,7           | 14,9           | 10,9           |

<sup>1</sup> Gemiddelde berekend zonder 1989.

Tabel 8 N-recovery ( $\text{kg N. kg N}^{-1} \cdot 100 \%$ ) van kunstmest-N op basis van de N-opbrengsten van de eerste vier sneden en op basis van de jaaropbrengsten aan N in de proeven met aanwending van dunne rundermest in het voorjaar.

|                        | Snede 1 t/m 4  |                |                | Jaar basis     |                |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> |
| PR 1535                |                |                |                |                |                |                |
| 1990                   | 78             | 89             | 85             | -              | -              | -              |
| 1991                   | 64             | 63             | 59             | 68             | 70             | 66             |
| gemiddeld              | 71             | 76             | 72             |                |                |                |
| PR 4533                |                |                |                |                |                |                |
| 1989 <sup>1</sup>      | 48             | 44             | 40             | 60             | 56             | 50             |
| 1990                   | 74             | 67             | 67             | -              | -              | -              |
| 1991                   | 88             | 73             | 69             | 85             | 71             | 68             |
| gemiddeld <sup>1</sup> | 81             | 70             | 68             |                |                |                |
| PR 5533                |                |                |                |                |                |                |
| 1989                   | 57             | 56             | 51             | 65             | 64             | 55             |
| 1991                   | 133            | 92             | 76             | 134            | 93             | 74             |
| gemiddeld              | 95             | 74             | 63             |                |                |                |

<sup>1</sup> Gemiddelde berekend zonder 1989.

op N slecht. Een natte periode na de kunstmesttoediening gevolgd door droogte kan mogelijk geleid hebben tot grote N verliezen. Daarom is bij het berekenen van de gemiddelde N-efficiëntie en N-recovery van kunstmest-N over de proefperiode op komklei het jaar 1989 buiten beschouwing gelaten.

De verschillen in N-efficiënties tussen die gebaseerd op de jaaropbrengsten en die op basis van de eerste vier sneden zijn niet groot. In alle gevallen was de N-efficiëntie gebaseerd op de jaaropbrengsten iets hoger dan berekend op basis van de eerste vier sneden. Het grootste verschil werd gevonden bij  $N_1$  op komklei in 1989. Uitgaande van de jaaropbrengsten was de N-efficiëntie 4 kg ds/kg N hoger dan berekend op basis van de opbrengsten van de eerste vier sneden.

Opmerkelijk waren in 1990 op zand de hoge N-recoveries bij  $N_2$  in vergelijking met  $N_1$  en in 1991 op veengrasland de bijzonder hoge N-recovery bij  $N_1$ . Voor beiden zijn geen duidelijke oorzaken aan te geven.

De efficiënties en recovery's van N uit dunne rundermest zijn berekend op basis van de hoeveelheid N-totaal in de mest. In tabel 9 en 10 zijn respectievelijk de N-efficiënties en de N-recovery's van de proeven met voorjaarsaanwending van mest, berekend op basis van de opbrengsten van de eerste vier sneden en per jaar vermeld.

Uit tabel 9 en 10 blijkt het volgende:

De N-efficiënties en N-recovery's van N uit dunne rundermest waren gemiddeld het hoogst op zand en het laagst op komklei. Dit was zowel bij zodebemesting als bij zode-injectie het geval. Opvallend waren de hoge N-recovery's bij zodebemesting op veen in 1991, met name in vergelijking met die bij zode-injectie. Op komklei waren bij zodebemesting in een aantal gevallen de N-efficiëntie en de N-recovery niet vast te stellen.

In het algemeen waren de N-efficiënties berekend op basis van de jaaropbrengst

Tabel 9 N-efficiëntie (kg ds. kg N<sup>-1</sup>) van rundermest-N, berekend op basis van de opbrengsten aan droge-stof van de eerste vier sneden (S4) en op basis van de jaaropbrengsten aan droge stof (J) bij aanwending van dunne rundermest met de zodebemester (VZ), zode-injecteur (VZI) en breedwerpig, bovengronds (VB) voor en direct na de eerste snede.

|           | VZ-20 |      | VZ-20 + 20 |      | VZI-20 |      | VZI20 + 20 |      | VB-20 |      | VB-20 + 20 |      |
|-----------|-------|------|------------|------|--------|------|------------|------|-------|------|------------|------|
|           | S4    | J    | S4         | J    | S4     | J    | S4         | J    | S4    | J    | S4         | J    |
| PR 1535   |       |      |            |      |        |      |            |      |       |      |            |      |
| 1990      | 19,4  | 19,5 | 17,7       | 19,6 | 15,9   | 16,0 | 20,7       | 22,5 | 10,1  | 10,2 | 10,3       | 10,9 |
| 1991      | 5,9   | 3,6  | 14,4       | 15,8 | 20,6   | 21,0 | 13,7       | 14,0 | -     | -    | -          | -    |
| gemiddeld | 12,7  | 11,6 | 16,1       | 17,7 | 18,3   | 18,5 | 17,2       | 18,3 | -     | -    | -          | -    |
| PR 4533   |       |      |            |      |        |      |            |      |       |      |            |      |
| 1989      | *     | *    | 4,8        | 7,5  | -      | -    | -          | -    | 3,3   | 1,0  | 4,0        | 2,4  |
| 1990      | *     | 2,4  | 5,6        | 6,9  | 8,7    | 11,0 | -          | -    | 2,9   | 3,2  | 3,4        | 3,4  |
| 1991      | 7,6   | 8,4  | 2,7        | 3,1  | 7,4    | 8,4  | 8,8        | 9,7  | -     | -    | -          | -    |
| gemiddeld | -     | -    | 4,4        | 5,8  | 8,1    | 9,7  | -          | -    | 3,1   | 2,1  | 3,7        | 2,9  |
| PR 5533   |       |      |            |      |        |      |            |      |       |      |            |      |
| 1989      | 10,0  | 9,3  | 13,6       | 13,9 | -      | -    | -          | -    | 9,6   | 11,1 | 3,7        | 3,4  |
| 1991      | 9,8   | 14,5 | 9,6        | 15,6 | 9,6    | 9,4  | 4,4        | 4,9  | -     | -    | -          | -    |
| gemiddeld | 9,9   | 11,9 | 11,8       | 14,8 | -      | -    | -          | -    | -     | -    | -          | -    |

\* = geen effect vast te stellen.



Tabel 10 N-recovery ( $\text{kg N kg N}^{-1} \cdot 100 = \%$ ) van rundermest-N, berekend op basis van de N-opbrengsten van de eerste vier sneden (S4) en de jaaropbrengsten aan N (J) bij aanwending van dunne rundermest met de zodebemester (VZ), zodeinjecteur (VZI) en breedwerpig, bovengronds (VB) voor en direct na de eerste snede

|           | VZ-20 |    | VZ-20 + 20 |    | VZI-20 |    | VZI-20 + 20 |    | VB-20 |    | VB-20 + 20 |    |
|-----------|-------|----|------------|----|--------|----|-------------|----|-------|----|------------|----|
|           | S4    | J  | S4         | J  | S4     | J  | S4          | J  | S4    | J  | S4         | J  |
| PR 1535   |       |    |            |    |        |    |             |    |       |    |            |    |
| 1990      | 41    | -  | 42         | -  | 38     | -  | 52          | -  | 22    | -  | 22         | -  |
| 1991      | 14    | 8  | 43         | 48 | 72     | 73 | 49          | 50 | -     | -  | -          | -  |
| gemiddeld | 28    | -  | 42         | -  | 55     | -  | 50          | -  | -     | -  | -          | -  |
| PR 4533   |       |    |            |    |        |    |             |    |       |    |            |    |
| 1989      | *     | *  | 17         | 26 | -      | -  | -           | -  | *     | *  | 10         | 5  |
| 1990      | *     | -  | 18         | -  | 23     | -  | -           | -  | 5     | -  | 6          | -  |
| 1991      | 23    | 25 | 13         | 14 | 42     | 33 | 35          | 38 | -     | -  | -          | -  |
| gemiddeld | -     | -  | 16         | 20 | 33     | -  | -           | -  | -     | -  | 8          | -  |
| PR 5533   |       |    |            |    |        |    |             |    |       |    |            |    |
| 1989      | 23    | 20 | 42         | 43 | -      | -  | -           | -  | 20    | 23 | 11         | 11 |
| 1991      | 73    | 84 | 72         | 97 | 53     | 54 | 34          | 35 | -     | -  | -          | -  |
| gemiddeld | 48    | 52 | 57         | 70 | -      | -  | -           | -  | -     | -  | -          | -  |

\* = geen effect vast te stellen.

sten iets hoger (met name op veen in 1991) dan die op basis van de opbrengsten van de eerste vier sneden. Bij de N-recovery was dat nog iets sterker het geval. De N-recovery's gebaseerd op de opbrengsten van de eerste vier sneden, waren in het algemeen lager dan die berekend op basis van de jaaropbrengsten.

De variatie in N-efficiënties en N-recovery's van dunne rundermest tussen de proeven op dezelfde grondsoort was vaak aanzienlijk. Bij de N-recovery was die variatie geringer dan bij de N-efficiëntie. De spreiding in resultaten was het grootst bij de enkelvoudige giften van 20 ton. ha<sup>-1</sup>. Dit hield waarschijnlijk verband met de geringe N-gift die met deze enkelvoudige mestgift wordt gegeven waardoor de effecten ook moeilijker vast te stellen zijn.

De N-efficiënties bij zodebemesting op zandgrond verschilden weinig van die bij zode-injectie met name bij de tweevoudige giften (VZ 20 + 20/VZI 20 + 20). Op komklei waren de N-efficiënties bij zodebemesting gemiddeld gelijk of lager dan die bij zode-injectie. Op veengrasland waren de N-efficiënties bij zode-injectie in 1991, het enige jaar dat een vergelijking mogelijk was, aanzienlijk lager dan bij zodebemesting.

De N-recovery's van dunne rundermest waren vooral in 1991 bij zode-injectie op zand en komklei hoger dan bij zodebemesting. Op veengrasland in 1991 waren de N-recovery's bij zode-injectie, overeenkomstig de resultaten van de N-efficiënties, veel lager dan bij zodebemesting.

De N-efficiënties en N-recovery's bij breedwerpige, bovengrondse aanwending waren in 1990 op zand en in 1989 op komklei en deels ook op veen aanzienlijk lager dan bij zodebemesting en zode-injectie. Dit beeld was gelijk voor de N-recovery.

#### *Proeven met zomeraanwending van dunne rundermest*

In de tabellen 11, 12 en 13 zijn respectievelijk de N-efficiënties en N-recovery's van kunstmest en van dunne rundermest bij aanwending tijdens de zomer (PR 1536 en PR 2531) weergegeven. De N-efficiënties en de N-recovery's zijn berekend op basis van de jaaropbrengsten.

Tabel 11. N-efficiëntie (kg ds. kg N<sup>-1</sup>) en N-recovery (kg N. kg N<sup>-1</sup> \* 100 %) van kunstmest-N, berekend op basis van de jaaropbrengsten aan droge-stof en N in de proeven met zomer aanwending van dunne rundermest (PR 1536 en PR 2531).

|           | N-efficiëntie  |                |                | N-recovery     |                |                |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> |
| PR 1536   |                |                |                |                |                |                |
| 1989      | 28,4           | 22,0           | 15,2           | 83             | 74             | 66             |
| 1990      | 36,1           | 29,3           | 21,9           | 87             | 87             | 82             |
| 1991      | 21,6           | 18,3           | 14,9           | 68             | 70             | 66             |
| Gemiddeld | 28,7           | 23,2           | 17,3           | 79             | 77             | 71             |
| PR 2531   |                |                |                |                |                |                |
| 1989      | 29,6           | 24,7           | 18,4           | 84             | 97             | 86             |
| 1990      | 28,1           | 22,0           | 16,4           | 88             | 92             | 83             |
| 1991      | 28,9           | 20,9           | 16,2           | 111            | 100            | 88             |
| Gemiddeld | 28,9           | 22,5           | 17,0           | 94             | 96             | 86             |

Tabel 12. N-efficiëntie (kg ds. kg N<sup>-1</sup>) van dunne rundermest in de proeven met mestaanwending tijdens de zomer, berekend op basis van de jaaropbrengsten aan droge-stof.

|         | ZZ-20,2e | ZZ-20,4e | ZZ-20 + 20 | ZZI-20 | ZZI-20 + 20 | ZB-2*10 | ZB-3*10 |
|---------|----------|----------|------------|--------|-------------|---------|---------|
| PR 1536 |          |          |            |        |             |         |         |
| 1989    | 23,5     | 20,5     | 10,4       | -      | -           | 15,2    | 19,8    |
| 1990    | 25,3     | 15,0     | 17,3       | 25,8   | 14,7        | 14,6    | 10,4    |
| 1991    | *        | -        | 11,8       | 4,7    | 8,5         | -       | -       |
| gemid.  | 15,3     | 17,8     | 13,1       | 15,3   | 11,6        | 14,9    | 15,1    |
| PR 2531 |          |          |            |        |             |         |         |
| 1989    | 5,6      | 3,9      | 15,3       | -      | -           | 2,6     | 7,8     |
| 1990    | 11,8     | 16,3     | 13,9       | 10,0   | -           | 6,4     | 6,5     |
| 1991    | 13,2     | -        | 7,8        | 7,5    | -           | -       | -       |
| gemid.  | 10,2     | 10,1     | 12,3       | 8,8    | -           | 4,5     | 7,2     |

\* = geen effect vast te stellen.

Tabel 13. N-recovery (kg N.kg N<sup>-1</sup> in procenten) van rundermest-N in de proeven met mestaanwending tijdens de zomer, berekend op basis van de jaaropbrengsten aan N.

|         | ZZ-20,2e | ZZ-20,4e | ZZ-20 + 20 | ZZI-20 | ZZI20 + 20 | ZB-2*10 | ZB-3*10 |
|---------|----------|----------|------------|--------|------------|---------|---------|
| PR 1536 |          |          |            |        |            |         |         |
| 1989    | 58       | 64       | 34         | -      | -          | 37      | 55      |
| 1990    | 57       | 51       | 46         | 62     | 47         | 32      | 25      |
| 1991    | *        | -        | 37         | 19     | 34         | -       | -       |
| gemid.  | -        | 58       | 39         | 41     | 41         | 34      | 40      |
| PR 2531 |          |          |            |        |            |         |         |
| 1989    | 21       | 16       | 54         | -      | -          | 5       | 19      |
| 1990    | 33       | 54       | 41         | 24     | -          | 10      | 9       |
| 1991    | 47       | -        | 34         | 27     | -          | -       | -       |
| gemid.  | 33       | 35       | 43         | 26     | -          | 8       | 14      |

\* = geen effect vast te stellen.

Uit de tabel 11 is het volgende af te leiden:

Gemiddeld was de N-efficiëntie van kunstmest N op zand gelijk aan die op zware zeeklei. De variatie tussen de proefjaren was op klei geringer dan op zand. Dit houdt waarschijnlijk verband met het feit dat op zware zeeklei de proeven tijdens de proefperiode op eenzelfde perceel hebben gelegen. Het beeld van een afnemende N-efficiëntie bij een toenemende N-bemesting was duidelijk in alle proeven. Op zand werd in 1990 de hoogste N-recovery gemeten. Gemiddeld was de N-recovery op zware zeeklei hoger dan op zand. In 1991 bedroeg de N-recovery meer dan 100 % bij  $N_1$  en  $N_2$ . De oorzaak is niet duidelijk.

In de tabellen 12 en 13 staan respectievelijk de N-efficiënties en de N-recovery's van dunne rundermest bij aanwending in de zomer vermeld. Uit deze tabellen blijkt het volgende:

De N-efficiënties en N-recovery's varieerden sterk, afhankelijk van het jaar. De variatie was het grootst bij de enkelvoudige giften.

De N-efficiënties van dunne rundermest waren gemiddeld op zandgrond bij zowel zodebemesting, zode-injectie als breedwerpige, bovengrondse aanwending iets hoger dan op zware zeeklei. De verschillen waren echter geringer dan die tussen zand en komklei bij de mestaanwending in het voorjaar. Bij de N-recovery's was het beeld veel wisselender.

De N-efficiënties en N-recovery's bij zode-injectie waren op zand met uitzondering van het jaar 1990 gemiddeld iets beter dan bij zodebemesting. Op zware zeeklei was net het omgekeerde het geval. De N-efficiënties en N-recovery's bij zode-injectie waren daar gelijk of lager dan bij zodebemesting.

Op zandgrasland waren in 1989 de N-efficiënties en N-recovery's van kleine, bovengronds aangewende giften van dunne rundermest hoog en bijna vergelijkbaar met die bij zodebemesting. In 1990 op zandgrasland en in 1989 en 1990 op zware zeeklei waren zowel de N-efficiënties als de N-recovery's bij breedwerpig, bovengrondse aanwending veel lager dan die bij zodebemesting en/of zode-injectie.

#### *Berekening van de N-efficiënties en N-recovery's op basis minerale N in de mest*

De N-efficiënties en N-recovery's van de mest N zoals weergegeven in de tabellen 9 en 10, 12 en 13, zijn berekend op basis van de hoeveelheid N-totaal in de mest.

De N-totaal in de mest bestaat uit twee fracties: een minerale-N fractie ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) en een organische-N fractie. De N-efficiënties en de N-recovery's kunnen ook worden berekend op basis van de hoeveelheid minerale N in de mest. De resultaten hiervan geven een indruk in welke mate de minerale N uit de dierlijke mest evengoed werkzaam is als de minerale N uit kunstmest. Resultaten van deze berekeningen gebaseerd op respectievelijk de droge-stofopbrengsten en de N-opbrengsten van de eerste vier sneden staan vermeld in tabel 14 en 15.

Tabel 14. De N-efficiënties en N-recovery's van de minerale N ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) uit dunne rundermest in vergelijking met die van kunstmest ( $\text{N}_1\text{-N}_0$ ) in de verschillende proeven met mestaanwending in het voorjaar en gebaseerd op de opbrengsten van snede 1-4

| Proef   | Jaar | Behandeling        | $\text{NH}_4\text{-N}$<br>uit mest | N-effect<br>kg ds/kg N | N-recovery<br>(%) |
|---------|------|--------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| PR 1535 | 1990 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 31,9                   | 78                |
|         |      | VZ-20              | 37                                 | 41,9                   | 89                |
|         |      | VZ20+20            | 80                                 | 35,6                   | 85                |
|         |      | VZI-20             | 37                                 | 34,3                   | 81                |
|         |      | VZI 20+20          | 77                                 | 41,6                   | 105               |
| PR 1535 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 20,4                   | 64                |
|         |      | VZ-20              | 41                                 | 12,9                   | 32                |
|         |      | VZ20+20            | 84                                 | 30,0                   | 89                |
|         |      | VZI-20             | 62                                 | 46,0                   | 160               |
|         |      | VZI 20+20          | 132                                | 28,8                   | 103               |
| PR 4533 | 1989 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 8,3                    | 48                |
|         |      | VZ-20              | 55                                 | *                      | *                 |
|         |      | VZ20+20            | 104                                | 10,8                   | 38                |
|         |      | VZI-20             | --                                 | --                     | --                |
|         |      | VZI 20+20          | --                                 | --                     | --                |
| PR 4533 | 1990 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 24,8                   | 73                |
|         |      | VZ-20              | 33                                 | *                      | *                 |
|         |      | VZ20+20            | 70                                 | 13,5                   | 43                |
|         |      | VZI-20             | 34                                 | 20,9                   | 53                |
|         |      | VZI 20+20          | --                                 | --                     | --                |
| PR 4533 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 25,9                   | 88                |
|         |      | VZ-20              | 44                                 | 15,6                   | 45                |
|         |      | VZ20+20            | 86                                 | 5,2                    | 24                |
|         |      | VZI-20             | 67                                 | 14,0                   | 79                |
|         |      | VZI 20+20          | 133                                | 16,2                   | 65                |
| PR 5533 | 1989 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 14,8                   | 57                |
|         |      | VZ-20              | 39                                 | 22,2                   | 49                |
|         |      | VZ20+20            | 78                                 | 28,2                   | 86                |
|         |      | VZI-20             | --                                 | --                     | --                |
|         |      | VZI-20+20          | --                                 | --                     | --                |
| PR 5533 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 22,8                   | 133               |
|         |      | VZ-20              | 46                                 | 22,3                   | 165               |
|         |      | VZ20+20            | 90                                 | 20,0                   | 150               |
|         |      | VZI-20             | 64                                 | 17,0                   | 119               |
|         |      | VZI-20+20          | 137                                | 9,0                    | 71                |



Tabel 15 De N-efficiënties en N-recovery's van de minerale N ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) uit dunne rundermest in vergelijking met die van kunstmest ( $\text{N}_1\text{-N}_0$ ) in de verschillende proeven met zomeraanwending van mest en berekend op basis van de jaaropbrengsten aan droge-stof en N.

| Proef   | Jaar | Behandeling        | $\text{NH}_4\text{-N}$<br>uit mest | N-effect<br>kg ds/kg N | N-recovery<br>(%) |
|---------|------|--------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| PR 1536 | 1989 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 28,4                   | 83                |
|         |      | ZZ-20,2e           | 58                                 | 41,0                   | 101               |
|         |      | ZZ-20,4e           | 40                                 | 41,0                   | 127               |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 102                                | 19,0                   | 63                |
|         |      | ZZI-20             | --                                 | --                     | --                |
| PR 1536 | 1990 | Blanko (kunstmest) | --                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20,2e           | 34                                 | 36,1                   | 87                |
|         |      | ZZ-20,4e           | 33                                 | 44,7                   | 103               |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 68                                 | 31,0                   | 106               |
|         |      | ZZI-20             | 34                                 | 30,2                   | 82                |
| PR 1536 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 46,2                   | 112               |
|         |      | ZZ-20,2e           | 49                                 | 27,7                   | 85                |
|         |      | ZZ-20,4e           | --                                 | 21,6                   | 68                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 92                                 | *                      | *                 |
|         |      | ZZI-20             | 74                                 | 20,6                   | 65                |
| PR 2531 | 1989 | Blanko (kunstmest) | 137                                | 8,6                    | 35                |
|         |      | ZZ-20,2e           | --                                 | 15,2                   | 61                |
|         |      | ZZ-20,4e           | 59                                 | 29,6                   | 84                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 86                                 | 13,4                   | 49                |
|         |      | ZZI-20             | --                                 | 6,8                    | 12                |
| PR 2531 | 1990 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 37,7                   | 133               |
|         |      | ZZ-20,2e           | 45                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20,4e           | 40                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 87                                 | 28,1                   | 88                |
|         |      | ZZI-20             | 47                                 | 23,0                   | 64                |
| PR 2531 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 30,8                   | 98                |
|         |      | ZZ-20,2e           | 43                                 | 27,0                   | 78                |
|         |      | ZZ-20,4e           | --                                 | 21,1                   | 57                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 79                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZI-20             | 63                                 | 28,9                   | 111               |
| PR 2531 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | 24,9                   | 88                |
|         |      | ZZ-20,2e           | 43                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20,4e           | --                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 79                                 | 14,5                   | 63                |
|         |      | ZZI-20             | 63                                 | 14,6                   | 52                |
| PR 2531 | 1991 | Blanko (kunstmest) | --                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20,2e           | 43                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20,4e           | --                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZ-20 + 20         | 79                                 | --                     | --                |
|         |      | ZZI-20             | 63                                 | --                     | --                |

Uit de resultaten blijkt dat de N-efficiëntie en N-recovery van de minerale N uit mest bij mestaanwending op komklei lager was dan van kunstmest N. Dit was meestal ook het geval bij mestaanwending op zware zeeklei in de zomer. Op zand en veen was het beeld veel wisselender. Een N-recovery van de minerale N uit mest die hoger is dan 100% wijst op mineralisatie van de organische N uit mest. Een N-

recovery van mest-N die hoger is in vergelijking met die uit kunstmest kan wijzen op lage verliezen van de minerale N en mineralisatie van de organische N fractie in de mest.

#### 4.5 Stikstofwerkingscoëfficiënten bij aparte aanwending van mest en kunstmest

De N-werking van mest N geeft aan hoeveel kg N uit kunstmest in werking (d.w.z. het effect op de droge-stofopbrengst of op de N-opbrengst) overeenkomt met 100 kg N uit mest, in dit geval, dunne rundermest.

De N-werking kan worden berekend en uitgedrukt op basis van de droge-stofopbrengst of op basis van de N-opbrengst. De N-werking wordt hier berekend door de effecten van N bij afzonderlijke toediening van mest-N en kunstmest N met elkaar te vergelijken. Dit wordt de N-werking bij apart aanwenden genoemd. De N-werking kan ook worden berekend bij gecombineerde toediening van mest-N en kunstmest-N. Dit wordt de N-werking bij gecombineerde toediening van mest-N en kunstmest N genoemd. Uit proeven met mestinjectie (Snijders et al, 1987) bleek dat de N-werking tussen apart en gecombineerd aanwenden van N uit mest en kunstmest goed met elkaar overeenkomen. In dit rapport beperken we ons tot de N-werking bij apart aanwenden.

De N-werking op basis van de droge-stofopbrengst bij apart aanwenden wordt berekend door de N-efficiëntie van mest-N bij 0 kg kunstmest N te delen door de N-efficiëntie van kunstmest-N (blanko) bij de laagste N-trap ( $N_1-N_0$ ). Dat is voor minerale gronden bij een jaargift van 200 kg N.ha<sup>-1</sup> en op veengrasland bij 150 kg N.ha<sup>-1</sup>. Dit geeft de werkingscoëfficiënt. Om de N-werking uit te drukken in procenten, wordt de werkingscoëfficiënt wel vermenigvuldigd met 100.

Voor de N-werking op basis van de N-opbrengst geldt hetzelfde principe. De N-werking wordt berekend door de N-recovery van mest N bij 0 kg kunstmest N te delen door de N-recovery van kunstmest N (blanko) bij de laagste N-trap ( $N_1-N_0$ ). De uitkomst, de werkingscoëfficiënt wordt ook vermenigvuldigd met 100 zodat de N-werking wordt uitgedrukt in procenten.

De N-werking is uiteindelijk een resultante van verschillende effecten. Het is de resultante van het N-effect of de N-recovery van de N uit mest en die van kunstmest N. Het N-effect en de N-recovery van mest kunnen echter beïnvloed worden

door de effecten van de methode van mestaanwenden op de grasgroei (Prins en Snijders, 1987).

In tabel 16 staat de N-werking van dunne rundermest bij verschillende methoden van aanwending in het voorjaar berekend op basis van de droge-stofopbrengsten (N-efficiënties) van de eerste vier sneden en op basis van de jaaropbrengsten aan droge-stof. Tabel 17 geeft de N-werking op basis van N-opbrengsten (N-recovery's).

Uit de tabellen 16 en 17 blijkt het volgende:

- Gemiddeld was de N-werking op basis van de droge-stofopbrengst in de meeste gevallen niet veel verschillend van die van de N-werking op basis van de N-opbrengst. Als er verschillen waren dan waren die niet eenduidig.
- Op zandgrasland konden geen eenduidige verschillen in N-werking van mest aangewend met de zodebemester en die met de zode-injecteur op basis van de droge-stofopbrengst worden aangetoond.

Op komklei was de N-werking van mest aangewend met de zode-injecteur, voor zover zode-injectie goed mogelijk was, in het algemeen beter dan de N-werking van mest aangewend met de zodebemester. Dat was bij zowel de N-werking op basis van de droge-stofopbrengst als die op basis van de N-opbrengst het geval. De N-werking van mest toegediend met de zodebemester op veengrasland was met name in 1989 zeer hoog.

- De N-werking van breedwerpig, bovengronds aangewende mest was in het algemeen lager en meer variabel dan bij zode-injectie en zodebemesting.
- De variatie in werkingscoëfficiënten bij zodebemesting en zode-injectie was vrij groot met name bij de enkelvoudige giften. Bij breedwerpig, bovengrondse toediening was de variatie echter nog groter.

Tabel 16 N-werking (%) van dunne rundermest aangewend in het voorjaar, voor en direct na de eerste snede ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening *op basis van de droge-stofopbrengst* van de eerste vier sneden en op jaarbasis

|           | VZ-20 |    | VZ-20+20 |    | VZI20 |    | VZI20+20 |    | VB-20 |    | VB-20+20 |    |
|-----------|-------|----|----------|----|-------|----|----------|----|-------|----|----------|----|
|           | S4    | J  | S4       | J  | S4    | J  | S4       | J  | S4    | J  | S4       | J  |
| PR 1535   |       |    |          |    |       |    |          |    |       |    |          |    |
| 1990      | 61    | 60 | 55       | 61 | 50    | 49 | 65       | 70 | 32    | 32 | 32       | 34 |
| 1991      | 29    | 17 | 71       | 73 | 101   | 97 | 67       | 65 | -     | -  | -        | -  |
| Gemiddeld | 45    | 39 | 63       | 67 | 76    | 73 | 66       | 68 | -     | -  | -        | -  |
| PR 4533   |       |    |          |    |       |    |          |    |       |    |          |    |
| 1989      | *     | *  | 57       | 61 | -     | -  | -        | -  | 40    | 8  | 48       | 19 |
| 1990      | 1     | 9  | 22       | 26 | 35    | 41 | -        | -  | 12    | 12 | 14       | 13 |
| 1991      | 29    | 34 | 11       | 12 | 29    | 34 | 34       | 39 | -     | -  | -        | -  |
| Gemiddeld | -     | -  | 30       | 33 | 32    | 38 | -        | -  | 26    | 10 | 26       | 16 |
| PR 5533   |       |    |          |    |       |    |          |    |       |    |          |    |
| 1989      | 71    | 59 | 96       | 88 | -     | -  | -        | -  | 68    | 70 | 26       | 21 |
| 1991      | 43    | 62 | 42       | 66 | 33    | 40 | 19       | 21 | -     | -  | -        | -  |
| Gemiddeld | 56    | 61 | 67       | 77 | -     | -  | -        | -  | -     | -  | -        | -  |

\* = geen werking vast te stellen.

Tabel 17 N-werking (%) van dunne rundermest aangewend in het voorjaar (voor en direct na de eerste snede) ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening *op basis van de N-opbrengst* van de eerste vier sneden en op jaarbasis

|           | VZ-20 |    | VZ-20 + 20 |    | VZI-20 |     | VZI20 + 20 |    | VB-20 |    | VB-20 + 20 |    |
|-----------|-------|----|------------|----|--------|-----|------------|----|-------|----|------------|----|
|           | S4    | J  | S4         | J  | S4     | J   | S4         | J  | S4    | J  | S4         | J  |
| PR 1535   |       |    |            |    |        |     |            |    |       |    |            |    |
| 1990      | 53    | -  | 54         | -  | 48     | -   | 67         | -  | 28    | -  | 29         | -  |
| 1991      | 23    | 11 | 67         | 70 | 112    | 107 | 77         | 74 | -     | -  | -          | -  |
| Gemiddeld | 38    | -  | 61         | -  | 80     | -   | 72         | -  | -     | -  | -          | -  |
| PR 4533   |       |    |            |    |        |     |            |    |       |    |            |    |
| 1989      | *     | 1  | 36         | 44 | -      | -   | -          | -  | *     | *  | 21         | 9  |
| 1990      | *     | -  | 24         | -  | 31     | -   | -          | -  | 12    | -  | 14         | -  |
| 1991      | 26    | 30 | 15         | 17 | 48     | 39  | 40         | 45 | -     | -  | -          | -  |
| Gemiddeld | 6     | -  | 25         | 31 | 40     | -   | -          | -  | 4     | -  | 17         | -  |
| PR 5533   |       |    |            |    |        |     |            |    |       |    |            |    |
| 1989      | 40    | 31 | 73         | 67 | -      | -   | -          | -  | 36    | 36 | 19         | 16 |
| 1991      | 55    | 63 | 54         | 73 | 40     | 40  | 26         | 26 | -     | -  | -          | -  |
| Gemiddeld | 48    | 47 | 64         | 70 | -      | -   | -          | -  | -     | -  | -          | -  |

\* = geen werking vast te stellen.

Voor de voorjaarsproeven is, voor zover mogelijk, aanvullend de N-werking bij aparte toediening berekend door de N-efficiëntie of N-recovery van rundermest-N te vergelijken met die van kunstmest-N bij alleen snijden. Daardoor kan het snij-effect bij zodebemesting en zode-injectie zoveel mogelijk worden uitgeschakeld. De werking op basis van de droge-stofopbrengst nam in sommige gevallen toe als deze berekend werd met  $VZ_{sn}1 \times N_1$  of  $VZ_{sn}2 \times N_1$ . De werking op basis van N-opbrengst veranderde niet éénduidig wanneer deze berekend werd met  $VZ_{sn}1 \times N_1$  of  $VZ_{sn}2 \times N_1$ . In sommige gevallen werd de variatie zelfs groter.

De N-werking van dunne rundermest aangewend met de mestinjecteur (VI-40) is alleen in 1989 en 1990 op zand onderzocht. In 1990 bedroeg de N-werking op basis van droge-stofopbrengst van de eerste vier sneden 58 % en op basis van de N-opbrengst van de eerste vier sneden 62 %.

In de tabellen 18 en 19 worden de resultaten van de berekeningen van de N-werking van mest aangewend in de zomer op basis van de opbrengsten aan droge-stof en N gepresenteerd.

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- Er was met name bij de enkelvoudige giften bij zodebemesting en zode-injectie een aanzienlijke spreiding in de werkingscoëfficiënten. Die spreiding was bij de werkingscoëfficiënten gebaseerd op de droge-stofopbrengst groter dan bij die gebaseerd op de N-opbrengsten. Ook bij breedwerpig, bovengrondse aanwending was er een grote spreiding tussen de werkingscoëfficiënten.
- Voor zover een vergelijking tussen zodebemesting en zode-injectie mogelijk was bleek dat op zand (PR 1536) de werkingscoëfficiënten gebaseerd op de N-opbrengst bij zodebemesting gemiddeld gelijk waren aan die bij zode-injectie. Op zware zeeklei (PR 2531) was de N-werking bij zode-injectie lager dan bij zodebemesting. Opvallend is ook de betrekkelijk goede werking van de kleine giften breedwerpig bovengronds toegediende mest op zand in 1989. Op zware zeeklei was de N-werking van bovengronds aangewende mest veel slechter.

Tabel 18 N-werking (%) van dunne rundermest aangewend tijdens het groeiseizoen (zomer, na 2<sup>e</sup> snede) ten opzichte van kunstmest-N bij aparte toediening op basis van de jaaropbrengsten aan droge-stof

|           | ZZ-20,2e | ZZ-20,4e | ZZ-20+20 | ZI-20 | ZI20+20 | ZB-2*10 | ZB-3*10 |
|-----------|----------|----------|----------|-------|---------|---------|---------|
| PR 1536   |          |          |          |       |         |         |         |
| 1989      | 83       | 72       | 36       | -     | -       | 54      | 70      |
| 1990      | 70       | 42       | 48       | 71    | 41      | 40      | 29      |
| 1991      | *        | -        | 55       | 22    | 39      | -       | -       |
| Gemiddeld |          | 57       | 46       | 47    | 40      | 47      | 50      |
| PR 2531   |          |          |          |       |         |         |         |
| 1989      | 19       | 13       | 52       | -     | -       | 9       | 26      |
| 1990      | 42       | 58       | 50       | 35    | -       | 23      | 23      |
| 1991      | 46       | -        | 27       | 26    | -       | -       | -       |
| Gemiddeld | 36       | 36       | 43       | 31    | -       | 16      | 25      |

\* = geen effect vast te stellen

Tabel 19 N-werking (%) van dunne rundermest aangewend tijdens het groeiseizoen ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening *op basis van de jaaropbrengsten aan N.*

|           | ZZ-20,2e | Z-20,4e | ZZ-20 + 20 | ZI-20 | ZI20 + 20 | ZB-2*10 | ZB-3*10 |
|-----------|----------|---------|------------|-------|-----------|---------|---------|
| PR 1536   |          |         |            |       |           |         |         |
| 1989      | 70       | 78      | 42         | -     | -         | 45      | 66      |
| 1990      | 65       | 58      | 53         | 71    | 54        | 37      | 29      |
| 1991      | *        | -       | 54         | 28    | 50        | -       | -       |
| Gemiddeld | 68       | 50      | 50         | 52    | 41        | 48      |         |
| PR 2531   |          |         |            |       |           |         |         |
| 1989      | 25       | 19      | 64         | -     | -         | 6       | 22      |
| 1990      | 37       | 61      | 46         | 28    | -         | 12      | 10      |
| 1991      | 42       | -       | 31         | 23    | -         | -       | -       |
| Gemiddeld | 32       | 33      | 47         | 26    |           | 9       | 16      |

\* = geen effect vast te stellen.



Alleen op zand in 1991 kan een goede vergelijking worden gemaakt tussen voorjaars- en zomeraanwending omdat alle behandelingen (PR1535 en PR1536) geloot op één proefveld lagen. De N-werking gebaseerd op de N-opbrengst was bij zowel zodebemesting als zode-injectie bij voorjaarsaanwending hoger dan bij zomeraanwending.

-Bij zodebemesting kan een vergelijking worden gemaakt tussen mestaanwending na de 2<sup>e</sup> en na de 4<sup>e</sup> snede. Er blijken geen duidelijke verschillen op te treden. Dit was zowel op zand als op zware zeeklei het geval.

De verschillen in N-werking berekend op basis van de droge-stofopbrengsten en die berekend op basis van de N-opbrengsten waren niet groot en niet éénduidig.

#### **4.6 Verdeling van de N-werking over de sneden**

Om de N-bemesting met kunstmest per snede goed op de N-werking van dunne mest af te kunnen stemmen, is kennis over de verdeling van de N-werking over de afzonderlijke sneden van belang. Daarom zijn in het onderzoek behandelingen met enkelvoudige giften van dunne rundermest met de zodebemester en zode-injecteur (Z20/Z120) opgenomen om de verdeling van de werkzame N over de afzonderlijke sneden vast te kunnen stellen. De verdeling van de N-werking van de mest kan worden berekend op basis van de meeropbrengst aan droge-stof (verdeling van de N-efficiëntie) of op basis van de meeropbrengst aan N (verdeling van de N-recovery).

In tabel 20 en 21 staat de verdeling van de N-werking op basis van respectievelijk de verdeling van de meeropbrengst aan droge-stof (de N-efficiëntie) en N (N-recovery) over de afzonderlijke sneden als gevolg van de aanwending van mest met de zodebemester en zode-injecteur in het voorjaar en in de zomer vermeld. De snede nummers zoals die in de tabellen zijn weergegeven, hebben betrekking op het nummer van de snede na de aanwending van de mest.

Uit de tabellen 20 en 21 blijkt het volgende:

- Niet in alle proeven was het mogelijk om de verdeling van de N-werking over de afzonderlijke sneden te bepalen. Op komklei bijvoorbeeld kon in 1989 geen N-

Tabel 20. Verdeling over de afzonderlijke sneden van de N-werking *berekend op basis van de jaaropbrengst aan droge-stof* weergegeven met behulp van de verdeling van de N-efficiëntie op jaarbasis (in kg ds. kg N<sup>-1</sup> en in % van de totale N-efficiëntie) van dunne rundermest, aangewend met de zodebemester en de zode-injecteur

| Snedes na aanwending |           | 1 (%)                    | 2 (%)      | 3 (%)     | rest (%)         | Totaal |
|----------------------|-----------|--------------------------|------------|-----------|------------------|--------|
| <b>Zodebemesting</b> |           |                          |            |           |                  |        |
| PR 1535              |           |                          |            |           |                  |        |
| 1990                 | VZ-20     | 12,0 (62)                | 3,6 (19)   | 2,7 (14)  | 1,1 (6)          | 19,4   |
| 1991                 | VZ-20     | 4,5 (76)                 | 0,5 (8)    | 1,1 (19)  | -0,7 (-3)        | 5,9    |
|                      | gemiddeld | 8,3 (65)                 | 2,1 (16)   | 1,9 (15)  | -0,5 (-4)        | 12,8   |
| PR 4533              |           |                          |            |           |                  |        |
| 1989                 | VZ-20     | Geen werking vastgesteld |            |           |                  |        |
| 1990                 | VZ-20     | Geen werking vastgesteld |            |           |                  |        |
| 1991                 | VZ-20     | 0,7 (9)                  | 3,3 (39)   | 1,6 (19)  | 2,8 (32)         | 8,8    |
| PR 5533              |           |                          |            |           |                  |        |
| 1989                 | VZ-20     | 11,9 (114)               | -1,1 (-11) | -0,9 (-9) | +0,5 (-5)        | 10,4   |
| 1991                 | VZ-20     | -2,3 (-23)               | 5,2 (53)   | 2,6 (27)  | 4,3 (44)         | 9,8    |
|                      | gemiddeld | 4,8 (47)                 | 2,1 (21)   | 0,9 (9)   | 2,4 (24)         | 10,2   |
| PR 1536              |           |                          |            |           |                  |        |
| 1989                 | ZZ-20,2e  | 8,6 (37)                 | 10,4 (44)  | 4,5 (19)  | - <sup>1</sup> - | 23,6   |
| 1990                 | ZZ-20,2e  | 7,9 (41)                 | 5,5 (29)   | 4,2 (22)  | 1,8 (9)          | 19,4   |
| 1991                 | ZZ-20,2e  | 3,0 (64)                 | 1,6 (33)   | -0,3 (-6) | 0,4 (8)          | 4,7    |
|                      | gemiddeld | 6,5 (40)                 | 5,8 (36)   | 2,8 (17)  | 1,1 (7)          | 16,2   |
| 1990                 | ZZ-20,4e  | 8,0 (69)                 | 3,6 (31)   | - -       | - -              | 11,7   |
| PR 2531              |           |                          |            |           |                  |        |
| 1989                 | ZZ-20,2e  | 4,2 (42)                 | 6,4 (63)   | 1,5 (15)  | -2,0 (-20)       | 10,1   |
| 1990                 | ZZ-20,2e  | 6,4 (48)                 | 4,7 (36)   | 2,6 (20)  | -0,4 (-3)        | 13,3   |
| 1991                 | ZZ-20,2e  | 4,3 (33)                 | 6,1 (47)   | 2,1 (16)  | 0,6 (5)          | 13,1   |
|                      | gemiddeld | 5,0 (41)                 | 5,7 (47)   | 2,1 (17)  | -0,6 (5)         | 12,2   |
| 1989                 | ZZ-20,4e  | 3,1 (86)                 | 0,5 (14)   | - -       | - -              | 3,6    |
| 1990                 | ZZ-20,4e  | 8,4 (68)                 | 4,0 (32)   | - -       | - -              | 12,4   |
|                      | gemiddeld | 5,8 (72)                 | 2,3 (28)   | - -       | - -              | 8,0    |

<sup>1</sup> Na de vijfde snede beweide.

Tabel 20 (vervolg)

| Snedes na aanwending |           | 1 (%)      | 2 (%)    | 3 (%)    | rest (%)  | Totaal |
|----------------------|-----------|------------|----------|----------|-----------|--------|
| <b>Zode-injectie</b> |           |            |          |          |           |        |
| PR 1535              |           |            |          |          |           |        |
| 1990                 | VZI-20    | 9,1 (57)   | 3,5 (22) | 2,0 (13) | 1,2 (9)   | 15,8   |
| 1991                 | VZI-30    | 12,5 (59)  | 2,6 (12) | 3,6 (17) | 2,0 (12)  | 20,7   |
|                      | gemiddeld | 10,8 (59)  | 3,1 (17) | 2,8 (15) | 1,6 (9)   | 18,3   |
| PR 4533              |           |            |          |          |           |        |
| 1990                 | VZI-20    | 1,1 (13)   | 2,5 (29) | 2,3 (26) | 2,8 (32)  | 8,7    |
| 1991                 | VZI-30    | 2,2 (30)   | 2,8 (38) | 0,6 (8)  | 1,7 (23)  | 7,3    |
|                      | gemiddeld | 1,7 (21)   | 2,7 (34) | 1,5 (19) | 2,3 (29)  | 8,0    |
| PR 5533              |           |            |          |          |           |        |
| 1991                 | VZI-39    | -2,9 (-39) | 4,4 (59) | 2,8 (37) | 3,2 (43)  | 7,5    |
| PR 1536              |           |            |          |          |           |        |
| 1990                 | ZZI-20    | 7,6 (41)   | 6,4 (35) | 2,8 (15) | 1,7 (9)   | 18,5   |
| 1991                 | ZZI-30    | 3,4 (39)   | 4,6 (53) | 0,7 (7)  | 0,1 (1)   | 8,7    |
|                      | gemiddeld | 5,5 (40)   | 5,5 (40) | 1,8 (13) | 0,9 (7)   | 13,6   |
| PR 2531              |           |            |          |          |           |        |
| 1990                 | ZZI-20    | 4,1 (39)   | 5,0 (48) | 2,1 (20) | -0,7 (-7) | 10,5   |
| 1991                 | ZZI-30    | 3,2 (41)   | 4,6 (59) | 0,2 (3)  | -0,2 (-2) | 7,8    |
|                      | gemiddeld | 3,7 (40)   | 4,8 (52) | 1,2 (13) | -0,5 (-5) | 9,2    |

Tabel 21 Verdeling van de N-werking *gebaseerd op de jaaropbrengst aan N* en weergegeven met de verdeling van de N-recovery op jaarbasis (in kg N. kg N<sup>-1</sup> en in % van de totale N-recovery) van dunne rundermest over de afzonderlijke sneden na aanwending met de zodebemester en zodeinjecteur

| Sneede na aanwending |           | 1 (%)                       | 2 (%)    | 3 (%)   | rest (%)         | Totaal |
|----------------------|-----------|-----------------------------|----------|---------|------------------|--------|
| <b>Zodebemesting</b> |           |                             |          |         |                  |        |
| PR 1535              |           |                             |          |         |                  |        |
| 1990                 | VZ-20     | 25 (61)                     | 8 (19)   | 5 (13)  | 3 (7)            | 41     |
| 1991                 | VZ-20     | 11 (75)                     | 1 (6)    | 3 (23)  | -1 (-4)          | 14     |
|                      | gemiddeld | 18 (65)                     | 5 (16)   | 4 (15)  | 1 (4)            | 28     |
| PR 4533              |           |                             |          |         |                  |        |
| 1989                 | VZ-20     | Geen N-recovery vastgesteld |          |         |                  |        |
| 1990                 | VZ-20     | Geen N-recovery vastgesteld |          |         |                  |        |
| 1991                 | VZ-20     | 6 (25)                      | 7 (33)   | 4 (19)  | 5 (22)           | 22     |
| PR 5533              |           |                             |          |         |                  |        |
| 1989                 | VZ-20     | 30(132)                     | -4 (-19) | -2 (-8) | -1 (-5)          | 23     |
| 1991                 | VZ-20     | 1 (1)                       | 28 (38)  | 24 (33) | 20 (27)          | 73     |
|                      | gemiddeld | 16 (32)                     | 12 (25)  | 11 (23) | 10 (20)          | 48     |
| PR 1536              |           |                             |          |         |                  |        |
| 1989                 | ZZ-20,2e  | 27 (37)                     | 20 (44)  | 12 (19) | - <sup>1</sup> - | 59     |
| 1990                 | ZZ-20,2e  | 20 (41)                     | 11 (29)  | 11 (22) | 5 (9)            | 48     |
| 1991                 | ZZ-20,2e  | 15 (64)                     | 4 (33)   | -1 (-6) | 2 (8)            | 46     |
|                      | gemiddeld | 21 (49)                     | 12 (27)  | 07 (16) | 4 (9)            | 44     |
| 1990                 | ZZ-20,4e  | 34 (69)                     | 12 (31)  | - -     | - -              | 46     |
|                      | gemiddeld | 40 (77)                     | 12 (23)  |         |                  | 52     |
| PR 2531              |           |                             |          |         |                  |        |
| 1989                 | ZZ-20,2e  | 19 (96)                     | 16 (79)  | 4 (21)  | -19 (-95)        | 20     |
| 1990                 | ZZ-20,2e  | 26 (62)                     | 11 (26)  | 6 (15)  | -1 (-3)          | 42     |
| 1991                 | ZZ-20,2e  | 24 (54)                     | 13 (29)  | 5 (11)  | 2 (6)            | 43     |
|                      | gemiddeld | 23 (66)                     | 13 (37)  | 5 (14)  | -6 (-17)         | 35     |
| 1989                 | ZZ-20,4e  | 28(108)                     | -2 (14)  | - -     | - -              | 26     |
| 1990                 | ZZ-20,4e  | 32 (69)                     | 14 (31)  | - -     | - -              | 46     |
|                      | gemiddeld | 30 (17)                     | 6 (83)   |         |                  | 36     |

<sup>1</sup> Na de vijfde sneede beweide.

Tabel 21 (vervolg)

| Snedes na aanwending |           | 1 (%)      | 2 (%)     | 3 (%)     | 4 (%)      | Totaal |
|----------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|--------|
| <b>Zode-injectie</b> |           |            |           |           |            |        |
| PR 1535              |           |            |           |           |            |        |
| 1990                 | VZI-20    | 0.23 (60)  | 0.07 (19) | 0.05 (13) | 0.03 (9)   | 0.38   |
| 1991                 | VZI-30    | 0.46 (64)  | 0.12 (16) | 0.09 (13) | 0.05 (7)   | 0.72   |
|                      | gemiddeld | 0.35 (63)  | 0.10 (17) | 0.07 (13) | 0.04 (7)   | 0.55   |
| PR 4533              |           |            |           |           |            |        |
| 1990                 | VZI-20    | 0.08 (34)  | 0.05 (23) | 0.04 (17) | 0.06 (27)  | 0.23   |
| 1991                 | VZI-30    | 0.11 (37)  | 0.06 (21) | 0.09 (28) | 0.04 (14)  | 0.31   |
|                      | gemiddeld | 0.10 (35)  | 0.06 (20) | 0.07 (26) | 0.05 (19)  | 0.27   |
| PR 5533              |           |            |           |           |            |        |
| 1991                 | VZI-30    | -0.04 (-8) | 0.26 (49) | 0.18 (34) | 0.14 (26)  | 0.53   |
| PR 1536              |           |            |           |           |            |        |
| 1990                 | ZZI-20    | 0.25 (48)  | 0.14 (27) | 0.08 (15) | 0.05 (10)  | 0.51   |
| 1991                 | ZZI-30    | 0.20 (61)  | 0.11 (33) | 0.01 (4)  | 0.01 (3)   | 0.32   |
|                      | gemiddeld | 0.23 (54)  | 0.13 (30) | 0.05 (11) | 0.03 (7)   | 0.42   |
| PR 2531              |           |            |           |           |            |        |
| 1990                 | ZZI-20    | 0.19 (58)  | 0.12 (36) | 0.05 (15) | -0.03 (-8) | 0.33   |
| 1991                 | ZZI-30    | 0.20 (66)  | 0.11 (35) | 0.01 (2)  | -0.01 (-3) | 0.30   |
|                      | gemiddeld | 0.20 (62)  | 0.12 (37) | 0.03 (10) | -0.02 (-6) | 0.32   |

werking van mest bij zodebemesting worden vastgesteld. In andere gevallen was de N-werking uitgedrukt in het N-effect of N-recovery zo gering dat bij de resultaten van de verdeling van deze werking over de afzonderlijke sneden wel het nodige voorbehoud dient te worden gemaakt.

- Er waren bij zodebemesting vrij grote en duidelijke verschillen in de verdeling van de N-werking op basis van de droge-stof en de N-opbrengsten tussen de proeven op de verschillende grondsoorten en de proefjaren. Bij voorjaarsaanwending kon alleen voor zand een redelijk beeld worden verkregen. Bij voorjaarsaanwending op zandgrond kwam het grootste deel van de N-werking op basis van de droge-stof- en N-opbrengst tot stand in de eerste snede na aanwenden.
- Bij zode-injectie in het voorjaar was de verdeling van de N-werking over de sneden minder variabel dan bij zodebemesting. Evenals bij zodebemesting kwam het grootste deel van de werking tot stand in de eerste snede na aanwending, terwijl op komklei en veen de werking veel meer verspreid was over de eerste vier sneden na mestaanwending. Het verschil tussen de resultaten op zandgrond enerzijds en komklei en veengrasland anderzijds hangt mogelijk samen met de schade aan de zode die met de zodebemester en zode-injecteur wordt veroorzaakt.
- De effecten van de N-werking bij zowel zodebemesting als zode-injectie in de zomer kwamen zowel op zand als zware zeeklei bijna volledig tot stand in de eerste drie sneden na mest aanwenden. Bij aanwending van mest met de zodebemester kwam in bijna alle gevallen het grootste deel van de N tot werking in de eerste twee sneden na mestaanwending. Bij zode-injectie in de zomer kwam de N-werking op basis van de droge-stofopbrengst vooral tot stand in de tweede snede na mestaanwending. Bij de N-werking gebaseerd op de N-opbrengst (N-recovery) kwam echter het grootste deel tot uiting in de eerste snede na mestaanwending.

#### 4.7 Schade

Bij mest toediening op grasland zijn, naast positieve effecten van de nutriënten uit mest op de opbrengst, ook negatieve effecten mogelijk als gevolg van schade bij aanwending. Deze schade kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door berijding, het doorsnijden van de zode, verbranding en/of verdroging van gras langs injectiesleuven. Om eventuele schade te kunnen vaststellen zijn in dit onderzoek behandelingen opgenomen waarin alleen met de zodebemester en zode-injecteur werd gesneden zonder mest toe te dienen. Het negatieve effect op de opbrengst is berekend door de droge-stofopbrengsten van de behandelingen met alleen snijden bij de hoogste kunstmest N trap ( $N_3$ ) te vergelijken met die van de blanko. In de tabellen 23 en 24 is per proef de opbrengstderving als gevolg van het snijden met de zodebemester in de snede direct na het snijden (S1) en op jaarbasis (J) t.o.v. de blanko weergegeven. De opbrengstderving in vergelijking met de blanko is weergegeven in kg droge-stof per ha en in procenten.

Uit de tabellen 23 en 24 blijkt het volgende:

- Opbrengstderving als gevolg van het snijden met de zodebemester kwam op alle grondsoorten voor en kwam vooral tot uiting in de eerste snede na mestaanwending.
- Opbrengstderving ontstaat ten gevolge van het voor de tweede keer snijden was vaak gelijk of minder dan bij de eerste keer snijden.
- De opbrengstderving veroorzaakt door het snijden in het voorjaar was op komklei en veen gemiddeld groter dan op zand.

Op zandgrond (PR 1535) was er na het snijden gemiddeld vrijwel geen betrouwbaar negatief effect op de opbrengst na het doorsnijden van de zode. Op komklei en veen was de opbrengstderving als gevolg van het snijden met de zodebemester in veel gevallen betrouwbaar in de snede volgend op het snijden (S1). Deze opbrengstderving werd in een aantal gevallen in de loop van het seizoen wel gedeeltelijk gecompenseerd. Bij vergelijking van de jaaropbrengsten was er vaak nog wel een negatief effect van het snijden, maar dit effect was in de meeste gevallen niet betrouwbaar.

Tabel 22 Verschil in droge-stofopbrengst (kg.ha<sup>-1</sup> en in %) bij N<sub>3</sub> van de behandelingen met alleen snijden voor de 1e snede in het voorjaar (...sn1x) en vóór en direct na de 1e snede (...sn2x) met de zodebemester (VZ) en zode-injecteur (VZI), met die van de blanco bij N<sub>3</sub> in de snede volgend op het snijden (S1) en per jaar(J).

|                   | S1     | VZsn1x |      | %    | VZsn2x |       | J      | %     |
|-------------------|--------|--------|------|------|--------|-------|--------|-------|
|                   |        | %      | J    |      | S1     | %     |        |       |
| Zand (PR 1535)    |        |        |      |      |        |       |        |       |
| VZ-1990           | -139   |        | 239  | 1,4  | -      | -     | -      |       |
| VZ-1991 (1x)      | 102    | 3,1    | -480 | -3,2 | -650*  | -19,8 | 148    | 1,0   |
| (2x)              |        |        |      |      | 7      | 0,3   |        |       |
| <i>gemiddeld</i>  | -19    |        | -121 |      | -328   |       | -      |       |
| VZI-1991(1x)      | -153   | 4,1    | 177  | 1,2  | 177    | 5,4   |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -314   | -12,4 | -279   | -1,9  |
| Komklei (PR 4533) |        |        |      |      |        |       |        |       |
| VZ-1989(1x)       | -493   | -11,0  | -445 | -3,0 | -484   | -10,8 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -35    | -2,5  | -733   | -5,0  |
| VZ-1990(1x)       | -183   | 6,3    | -252 | -1,6 | -508   | -17,4 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -466*  | -18,0 | -1617* | -10,0 |
| VZ-1991 (1x)      | -655   | -21,0  | 297  | 2,2  | -841*  | -27,2 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | 90     | 2,9   | 503    | 3,7   |
| <i>gemiddeld</i>  | -381   |        | -133 |      | -374   |       | -760   |       |
| VZI-1991 (1x)     | -200   | 6,5    | 75   | 0,6  | -502   | -16,0 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | 806*   | 26,4  | 730    | 5,4   |
| Veen (PR 5533)    |        |        |      |      |        |       |        |       |
| VZ-1989(1x)       | -154   | -4,6   | -302 | -2,1 | -54    | -1,6  |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -4     | -0,2  | -159   | -1,1  |
| VZ-1990(1x)       | -584*  | -13,5  | -    |      | -379*  | -8,7  |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -138   | -3,7  |        |       |
| VZ-1991(1x)       | -1255* | -51,4  | -448 | -2,4 | -594*  | -24,5 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | -17    | -0,5  | -781   | -4,2  |
| <i>gemiddeld</i>  | -664   |        | -375 |      | -334   |       | -153   |       |
| VZI 1991(1x)      | -746*  | -30,5  | -147 | 0,8  | -934*  | -38,2 |        |       |
| (2x)              |        |        |      |      | 138    | 4,3   | -197   | 1,0   |

\* = Significant (P<0,05)

† = Gemiddeld over 1989, 1990 en 1991



Tabel 23 Verschil in droge-stofopbrengst (kg.ha<sup>-1</sup>) bij N<sub>3</sub> van de behandelingen met alleen snijden na de 2e (...sn1x) en na de 2e en 4e snede (...sn2x) met de zodebemester (ZZ) en zode-injecteur (ZZI) met die van de blanko bij N<sub>3</sub> in de eerst volgende snede na snijden (S1) en per jaar berekend vanaf de 3<sup>e</sup> snede (J).

|                         | ZZ-/ ZZI-sn1x |       |       |      | ZZ-/ ZZI-sn2x |       |       |      |
|-------------------------|---------------|-------|-------|------|---------------|-------|-------|------|
|                         | S1            | %     | J3    | %    | S1            | %     | J3    | %    |
| PR 1536 (zand)          |               |       |       |      |               |       |       |      |
| ZZ-1989 (1x)            | 315           | 15,4  | 924   | 14,0 | -256          | -12,5 |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -236          | -12,9 | -547  | -8,3 |
| ZZ-1990 (1x)            | -442*         | -12,7 | -51   | -0,6 | -297*         | -8,6  |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -295*         | -20,6 | -254  | -2,8 |
| ZZ-1991 (1x)            | -279          | -10,3 | -395  | -4,4 | -139          | -5,1  |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -323          | -13,7 | 434   | 4,8  |
| <i>gemiddeld</i>        | -129          |       | 159   |      | -231          |       | -122  |      |
|                         |               |       |       |      | -285          |       |       |      |
| ZI-1991 (1x)            |               |       |       |      |               |       |       |      |
| (2x)                    | 266           | 9,8   | 788*  | 8,8  | -284          | -10,4 |       |      |
|                         |               |       |       |      | 184           | 8,9   | -254  | -2,8 |
| PR 2531 (zware zeeklei) |               |       |       |      |               |       |       |      |
| ZZ-1989 (1x)            | -712*         | -20,8 | -915* | -7,6 | -473*         | -13,8 |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -400*         | -15,6 | -701* | -5,8 |
| ZZ-1990 (1x)            | -432          | -15,7 | -916* | -8,6 | -504*         | -18,3 |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -490*         | -18,5 | -734* | -6,9 |
| ZZ-1991 (1x)            | -368*         | -10,9 | -602  | -5,6 | -184*         | -5,5  |       |      |
| (2x)                    |               |       |       |      | -289*         | -11,4 | -411  | -3,9 |
| <i>gemiddeld</i>        | -510          |       | -811  |      | -387          |       | -615  |      |
|                         |               |       |       |      | -393          |       |       |      |
| ZI-1991                 | -59           | -1,7  | -255  | -2,4 | -             | -     | -     | -    |

\* = Significant (P<0,05)

- Op diep ontwaterd veen is in 1991 na het snijden voor de eerste snede met de zodebemester geconstateerd dat de sleufjes 2 à 3 cm open bleven staan (sleufjes trokken verder open). Dit werd veroorzaakt door droogte en is van invloed geweest op de opbrengst, zoals ook blijkt uit tabel 23.
- Bij het snijden met de zodebemester tijdens het groeiseizoen (tabel 24) was er

in de meeste gevallen zowel op zand als op zware zeeklei een negatief effect op de opbrengst van de eerst snede na het snijden. Ook de opbrengst op jaarbasis werd met name op zware zeeklei negatief beïnvloed door het snijden.

- De opbrengstderving direct na het voor de tweede keer snijden (na de 4e snede) was in bijna alle proeven in de snede na het snijden net zo groot als de opbrengst derving na éénmaal snijden (na de 2<sup>e</sup> snede).

Op zandgrond was er slechts in één proefjaar een betrouwbaar negatief effect van het snijden op de opbrengst in de volgende snede. Op jaarbasis waren de effecten niet betrouwbaar. Gemiddeld was het effect van het snijden op de droge-stofopbrengst klein.

Op zware zeeklei werd in alle gevallen een significant, negatief effect van het snijden op de droge-stofopbrengst in de eerstvolgende snede (S1) gevonden. In absolute zin nam de opbrengstderving bij één keer snijden (ZZsn1x) in de loop van het seizoen nog toe. Bij twee keer snijden werd de opbrengstderving in de loop van het seizoen enigszins gecompenseerd. Op jaarbasis was er in twee van de drie proefjaren een significante opbrengstderving bij N<sub>3</sub> ten gevolge van het snijden.

- De resultaten wat betreft het snijden met de zode-injecteur zijn beperkt. In 1991 was op alle grondsoorten de opbrengstderving door het snijden met de zode-injecteur niet groter dan die met de zodebemester als zode-injectie kon worden toegepast. Op zand en zware zeeklei was bij het snijden na de 2<sup>e</sup> snede met de zode-injecteur de opbrengstderving zelfs minder dan bij het snijden met de zodebemester.

#### 4.8 Effecten op botanische samenstelling

Op de proefvelden zijn in 1989 en 1990 waarnemingen gedaan om de effecten van het snijden op de botanische samenstelling na te gaan. Bij een voor de praktijk gebruikelijk N-bemestingsniveau (N-trap N2, 400 kg N/ha/jaar) is de botanische samenstelling van onbehandelde veldjes en veldjes waar 2x met de zodebemester is gesneden (VZsn2x) met elkaar in voor- en najaar vergeleken. De resultaten van de botanische opnamen staan vermeld in bijlage 5. De uitgangssituatie van de proefvelden bij de start van het onderzoek was goed. Zowel het twee keer snijden

met de zodebemester in het voorjaar als het twee keer snijden in de zomer had geen effect op de botanische samenstelling. De toe- of afname van de verschillende soorten was voor de blanko en de met de zodebemester behandelde veldjes gelijk. Aangezien de proefvelden het gehele seizoen werden gemaaid, trad er bij de blanko en de met de zodebemester behandelde veldjes in het algemeen een verbetering van de kwaliteit van de zode op.

## 5. DISCUSSIE

### 5.1 Droge-stof, stikstofopbrengsten en N-gehalten in gras

Tussen de proeven op dezelfde grondsoort bestonden aanzienlijke verschillen in droge-stof en N-opbrengsten op de niet met N bemeste veldjes als gevolg van invloeden van jaar en lokatie. De verschillen in N-opbrengst wijzen op grote verschillen in N-levering. De proeven werden voor de duur van één jaar aangelegd om te voorkomen dat de zodekwaliteit bij de hoogste N-trappen te sterk achteruit zou gaan en daardoor de te meten effecten te sterk zou beïnvloeden. Wel werd ernaar gestreefd om de proefvelden op een zelfde soort percelen of bedrijf aan te leggen. Vanwege de benodigde ruimte voor de proefvelden is dat alleen op zware zeeklei en veen gelukt. Op zandgrond veroorzaakte de droogtegevoeligheid van het proefperceel in 1989 grote variatie in de uitkomsten.

Op de veldjes zonder kunstmestbemesting was er bij mestaanwending met de zodebemester of zode-injecteur in de meeste gevallen een belangrijke verhoging van de droge-stof- en N-opbrengst. Bij de enkelvoudige giften van 20 ton mest/ha bij zodebemesting en bovengrondse aanwending was dit effect niet altijd vast te stellen. Dit kwam met name op komklei en diep ontwaterd veengrasland voor. Het positieve effect van de N uit dunne rundermest op de opbrengst was dan te gering om de negatieve effecten van de methode van aanwenden te kunnen compenseren. Bij de tweevoudige giften van  $2 \times 20$  ton mest per ha kon in alle gevallen wel een duidelijk effect van mest N op de opbrengst aan droge-stof worden vastgesteld.

In veel gevallen was er sprake van een interactie bij het gecombineerd aanwenden van N afkomstig van dunne rundermest en N van kunstmest. Het effect van mest N op de droge-stofopbrengst nam af naarmate meer kunstmest N werd gegeven. De interactie tussen dunne rundermest en kunstmest was bij de stikstof opbrengst minder sterk dan bij de droge-stofopbrengst, zodat ook bij hogere kunstmest-niveau's nog duidelijk effecten merkbaar waren van de aanwending met dunne rundermest. Dit is overeenkomstig resultaten gevonden door Schils (1992) bij

mestinjectie.

In de mestinjectieproeven uitgevoerd in de periode 1978-1984 bleek vaak dat op jaarbasis de combinatie van dunne rundermest en de hoogste N-gift uit kunstmest nog leidde tot een verhoging van de droge-stof- en N-opbrengst in vergelijking met alleen kunstmest. Deze verhoging was sterker dan men op grond van de extra toegevoegde stikstof zou verwachten. Men sprak dan ook van een specifiek effect van mest (Snijders et al., 1987). Dit specifieke effect kwam in dit onderzoek slechts tot uiting in enkele proeven op zandgrond. Daarbij dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat de proeven éénjarig waren. Bij de mestaanwending met zodebemester en zode-injecteur op kom klei (voorjaarsaanwending) en op zware zeeklei (zomer) was er een tendens dat de jaaropbrengsten aan droge-stof bij de hoogste kunstmest N-trap gemiddeld lager waren dan die van de blanco. Dat was ook bijna altijd het geval in de proeven op veengrasland. Dit wijst op mogelijke schade door de methode van mestaanwenden.

De stikstofgehalten van gras bij een vergelijkbare N-opname waren bij zodebemesting op zand in het algemeen niet hoger dan van de blanco. Ook in de eerste snede na mestaanwending werden geen hogere gehalten gevonden. Dit is in tegenstelling tot resultaten gevonden bij mestinjectie (Schils (1992) en Snijders et al. (1987)). Op komklei en zware zeeklei was bij zodebemesting en zode-injectie het N-gehalte bij een vergelijkbare N-opname in twee van de drie proefjaren wel verhoogd. Deze hogere gehalten hangen waarschijnlijk samen met schade. Door het snijden werd de droge-stof productie geremd, de stikstofopname werd echter minder geremd.

## 5.2 Stikstofwerking

De gemiddelde N-efficiëntie van kunstmest N op jaarbasis bij de laagste N-trap (N1) varieerde van 20-36 kg ds/kg N in de proeven op zandgrond, van 8-26 kg ds/per kg N in de proeven op komklei, van 28-30 kg ds/kg N in de proeven op zware zeeklei en van 15-23 kg ds/kg N in de proeven op diep ontwaterd veengrasland. In het algemeen was er een aanzienlijke variatie in N-efficiëntie afhankelijk van lokatie en jaar. De waarden van de proeven op zandgrond komen goed overeen met die

gevonden in andere, soortgelijke proeven (Snijders et al., 1987, Schils, 1992). Op komklei was de N reaktie vooral in 1989 slecht (slechts 8 kg N/kg ds). Daarvoor is geen duidelijke reden aan te geven. De N-reaktie in vooral de eerste snede was bijzonder slecht en zou kunnen samenhangen met N-verliezen als gevolg van teveel neerslag snel na het strooien. Op diep ontwaterd veengrasland houdt de wat lagere N-reaktie mogelijk verband met het hoge N-leverend vermogen van deze grond. De N-recoveries van kunstmest-N in de proeven met aanwending van mest in het voorjaar (snede 1-4) varieerde van 64-78% in de proeven op zandgrond, van 48-88% in de proeven op komklei en van 57-133% in de proeven op diep ontwaterd veengrasland. De relatief lage N-recoveries op zandgrond hangen waarschijnlijk samen met de invloed van droogte. De reden voor de zeer hoge N-recovery op diep ontwaterd veengrasland is niet duidelijk. Een interactie, waarbij de mineralisatie wordt gestimuleerd door de N uit kunstmest (zogenaamde "priming" effect) zou een mogelijke verklaring kunnen zijn.

De N-efficiëntie en N-recovery van dunne rundermest toegediend met de zodebemester varieerde afhankelijk van de lokatie, jaar, tijdstip en het aantal malen dat mest werd aangewend.

In het algemeen waren de N-efficiënties en de N-recovery's bij tweevoudige aanwending met zodebemester en zode-injecteur hoger dan bij de enkelvoudige aanwending met tevens minder variatie. In het onderzoek naar de N-werking bij mest-injectie (Snijders et al, 1987 en Schils, 1992) is geconstateerd dat de mestdosering (bij eenmalige aanwending) geen invloed had op de resultaten van de N-efficiëntie en de N-recovery. In dit onderzoek was sprake van tweevoudige aanwending t.o.v. enkelvoudige aanwending. Bij de enkelvoudige aanwending werd relatief weinig mest N toegediend. Doordat het effect van schade dat uit de behandelingen met alleen snijden was af te leiden, vaak niet evenredig was met het aantal keren dat werd aangewend, kon bij twee keer aanwenden de effecten van schade beter worden gecompenseerd waardoor in combinatie met een grotere hoeveelheid mest het totale, meetbare effect groter was en beter betrouwbaar was vast te stellen.

Bij zodebemesting op zand, komklei en veen in het voorjaar bedroeg de N-efficiëntie bij 2x 20 ton mest.ha<sup>-1</sup> respectievelijk 16, 4 en 12 en de N-recovery respectievelijk

42, 16 en 57%. Bij de proeven met aanwending van dunne rundermest met de zodebemester in de zomer bedroeg de N-efficiëntie bij 2\*20 ton mest per ha met de zodebemester op zand en zware zeeklei respectievelijk 13 en 12 kg ds per kg N en de N-recovery respectievelijk 39 en 43%. De N-recovery bij het aanwenden na de vierde snede kwam goed overeen met die van aanwending na de tweede snede, maar is wel lager dan bij voorjaarsaanwending. Dit wijst erop dat de werkzame N uit mest ook na de 4e snede nog goed door het gewas wordt benut. Bij mestinjectie laat in het seizoen is de N-benutting minder (Schils, 1992). De N-efficiëntie van dunne rundermest aangewend met de zode-injecteur in het voorjaar op zand, komklei en veen (snede 1-4) bij en gift van 2\*20 ton/ha bedroeg gemiddeld 18, 10 en 4 kg ds/kg N en de N-recovery's respectievelijk 50, 35 en 34%. De N-recovery's van mest N bij zode-injectie op zand komen goed overeen met die behaald bij mestinjectie van dunne rundermest in het voorjaar op zand (Snijders et al., 1987, Schils, 1992). De N-efficiënties waren met name bij zode-injectie hoger dan die gemeten in de mestinjectie proeven (Snijders et al., 1987, Schils, 1992). Bij zode-injectie op komklei en veen hebben de resultaten betrekking op slechts één proefjaar. De wat lagere N-recovery's van mest N bij zodebemesting in vergelijking met zode-injectie en mestinjectie hangen mogelijk samen met met de gemiddeld hogere ammoniak-emissie bij zodebemesting (Bussink en Bruins, 1992). Omdat bij zodebemesting de sleufjes open blijven na de mestaanwending kunnen er tussen de proeven ook verschillen zijn opgetreden in de mate van ammoniakvervluchtiging. Dit heeft waarschijnlijk ook bijgedragen aan de variatie in resultaten tussen de verschillende proeven. Bij zode-injectie en mestinjectie is dit niet het geval. De resultaten bij zode-injectie vertoonden gemiddeld minder variatie dan die van zodebemesting.

Bij de aanwending van mest met de zode-injecteur in de zomer bedroeg de N-efficiëntie van mest aangewend met de zode-injecteur op zand en zware zeeklei gemiddeld 15 en 11 kg ds/kg N bij 1\*20 ton mest per ha en op zand 13 kg ds/kg N bij tweevoudige aanwending. De gemiddelde N-recovery's van mest aangewend met de zode-injecteur tijdens de zomer op zand en zware zeeklei bedroegen respectievelijk 40 en 26% bij 1\*20 ton mest per ha (na de tweede snede) en op zand 44% bij 2\*20 ton per ha.

De lage N-recovery's bij zodebemesting en zode-injectie op komklei in vergelijking

met de resultaten op zandgrond duiden erop dat meer N uit mest verloren is gegaan of is vastgelegd in de bodem dan wel minder N uit de organisch fraktie van de mest is gemineraliseerd. De N-recovery's van de minerale fraktie uit de mest waren op zand gelijk of hoger dan die van kunstmest. In de proeven op komklei en zware zeeklei waren de N-recovery's van de minerale fraktie in de mest vaak lager dan die van kunstmest. Dit duidt erop dat ook van de minerale fraktie een deel niet voor het gras beschikbaar was. Behalve door de openstaande sleufjes zouden op komklei N-verliezen veroorzaakt kunnen zijn door verliezen vanwege scheurvorming op de plaats waar in de grond is gesneden (kortsluiting met verhoogde N uitspoeling). Verschil in mineralisatie van de organische stof afkomstig van mest kan ook een reden zijn voor de verschillen in N-recovery. Uit onderzoek van Hassink et al. (1990) bleek dat op klei organische stof uit mest minder snel mineraliseert dan op zand. Verschillen in mineralisatie van de organische N uit mest kunnen ook een oorzaak zijn voor de verschillen in N-recovery van mest N bij voorjaars- en zomertoediening. Aanvullend zou de verdeling van de mest in sleuven op een afstand van 30 cm met name bij droogte van invloed geweest kunnen zijn op de N-benutting. Meer aandacht voor het optimaliseren van de afstand tussen de sleuven is gewenst.

Bij zodebemesting en zode-injectie lijkt de benutting van N uit mest aangewend in het voorjaar beter dan na de 2e en 4e snede.

De variatie per jaar en per grondsoort betekent dat de voorspelbaarheid van de stikstofwerking bij mestaanwending met de zodebemester en zode-injecteur zoals gevonden in deze proeven minder goed is dan bij mestinjectie.

In het algemeen geldt dat resteffecten, zowel positieve als negatieve, van invloed kunnen zijn. De mest werd in deze proeven in een enkelvoudige of tweevoudige gift gegeven terwijl kunstmest in 5 tot 7 giften over het jaar werd gegeven. Bij mesttoediening met de zodebemester en zode-injecteur geldt dat de verdeling van de meststof niet optimaal is in vergelijking met kunstmest. Dit kan de N-recovery van rundermeststikstof nadelig hebben beïnvloed.

#### *Werkingscoëfficiënt*

Met de werkingscoëfficiënt wordt het effect van rundermeststikstof uitgedrukt ten opzichte van het effect van kunstmeststikstof. Dit kan worden gedaan zowel op



basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. In dit rapport is alleen gekeken naar de werkingscoëfficiënt bij apart aanwenden van N uit dunne rundermest en kunstmest-N. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de effecten van kunstmest N en N uit dunne rundermest als additief kunnen worden beschouwd (Snijders et al, 1987). Bij later uitgevoerde injectieproeven bleek dat de werking op basis van gecombineerde aanwending sterker varieerde dan de werking op basis van aparte aanwending (Schils, 1992). Daarom is de berekening van de werking in dit rapport beperkt tot het vaststellen van de werking bij apart aanwenden.

In tabel 24 zijn de gemiddelde werkingscoëfficiënten bij apart aanwenden van 1x 20 ton en 2x 20 ton dunne rundermest met de zodebemester en zode-injecteur (30 ton in 1991), zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst, in procenten weergegeven. Bij de aanwending in het voorjaar zijn de resultaten gebaseerd op de eerste vier sneden; bij de aanwending in de zomer op jaarbasis.

De werkingscoëfficiënten op basis van droge-stof en N bij zodebemesting en zode-injectie in het voorjaar op zand waren gemiddeld hoger dan die zijn vastgesteld in mestinjectieproeven beschreven door Snijders et. al. 1987, maar komen wel overeen met die vastgesteld door Schils (1992) in mestinjectieproeven.

Tabel 24. Gemiddelde stikstofwerking (%) ten opzichte van kunstmest berekend op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de stikstofopbrengst (N) van de eerste vier sneden (voorjaar) en per jaar (zomer) met het aantal meetjaren waarop de gemiddelden zijn gebaseerd

|                      | zodebemester               |            |          | zode-injecteur            |                  |                  |
|----------------------|----------------------------|------------|----------|---------------------------|------------------|------------------|
|                      | 2x 20 ton mest<br>N(jaren) | droge-stof | stikstof | 2x20 ton mest<br>N(jaren) | droge-stof       | stikstof         |
| <b>zand</b>          |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 2                          | 63         | 61       | 2                         | 66               | 72               |
| zomer                | 3                          | 46         | 50       | 2                         | 40               | 52               |
| <b>komklei</b>       |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 3                          | 30         | 25       | 2                         | 32 <sup>1)</sup> | 40 <sup>1)</sup> |
| <b>zware zeeklei</b> |                            |            |          |                           |                  |                  |
| zomer                | 3                          | 43         | 47       | 2                         | 31 <sup>1)</sup> | 26 <sup>1)</sup> |
| <b>veen</b>          |                            |            |          |                           |                  |                  |
| voorjaar             | 2                          | 67         | 64       | 1                         | 33               | 26               |

<sup>1)</sup> = 1 maal 20/30 ton mest per ha

Bij zodebemesting en zode-injectie kwam het grootste deel van de opbrengstverhoging meestal tot stand in de eerste drie sneden na aanwending waarvan op zand 40-65% in de eerste snede na het aanwenden van de mest. Op komklei en veen waren de effecten erg variabel en kunnen moeilijk conclusies over de verdeling van de werking getrokken worden. Bij de verdeling van de werking op basis van de N-opbrengst was het deel dat tot werking kwam in de eerste snede groter dan bij de verdeling op basis van de droge-stofopbrengst. Bij opbrengstderving door schade als gevolg van het snijden kwam dit nog duidelijker naar voren. Bij de aanwending van mest in de zomer bleek de werking iets gelijkmatiger verdeeld over de sneden. Dit was met name bij zode-injectie het geval. Dit hangt mogelijk samen met de kortere tijd tussen mestaanwenden en oogst van de eerste en volgende snede na mestaanwenden in vergelijking met de aanwending in het voorjaar. De verdeling van de N-werking bij het aanwenden in de zomer op zand kwam goed overeen met die op zware zeeklei. Bij mestinjectie voor de eerste snede kwam het grootste deel van de werking tot uiting in de tweede snede na mestaanwending en kwam nog 20% van de werking na de derde snede na aanwending tot stand kwam (Sniijders et al., 1987). Het lijkt erop dat hoe minder diep de mest in de grond wordt gebracht, des te sneller de N tot werking komt. Bij injectie in het vroege voorjaar hangt de snelheid waarmee de N tot werking komt ook af van de tijd tussen injectie

en de oogst. Naarmate de tijd tussen injectie en oogst langer is, is ook het aandeel van de werking dat in de eerste snede tot uiting komt groter (Schils, 1992).

### 5.3 Schade en praktische uitvoerbaarheid

Behalve positieve effecten van dunne rundermest als gevolg van de toevoer van nutriënten kunnen zich ook negatieve effecten voordoen bij de aanwending van mest (Prins et. al., 1987). Bij de zodebemester en de zode-injecteur worden eventuele negatieve effecten veroorzaakt door het doorsnijden van de zode. Bij zodebemesting wordt op een onderlinge afstand van 20 cm een sleuf van 5 à 7 cm diep gemaakt waarin de mest wordt gedeponeerd. Bij de zode-injecteur wordt de zode met een onderlinge afstand tussen de sleufjes van ongeveer 30 cm op een diepte van 6 à 9 cm doorsneden waarin de mest werd neergelegd. De ontstane sleufjes worden weer dichtgedrukt door middel van een aandrukrol. Onder droge omstandigheden kan het doorsnijden van de zode leiden tot een verbrokkelde zode of een sterkere uitdroging van de grond. In sommige gevallen kan dit bij mestinjectie tot zichtbare verdroging van gras langs de sleufjes leiden (Snijders et al., 1992). Een neerslagtekort in de decade na mestinjectie geeft een grotere kans op schade (Schils, 1992). De positieve effecten van dunne rundermest op de droge-stofopbrengst (voorziening van N en andere elementen) kunnen vooral in de eerste snede na snijden vaak teniet worden gedaan door het negatieve effect van snijden. Soms kan dit effect in de loop van het seizoen weer worden gecompenseerd. Dan is het totale effect op jaarbasis gering of geheel afwezig, zoals is geconstateerd in proeven met mestinjectie (Snijders et al, 1987).

In dit onderzoek is de schade door de methode van aanwenden nagegaan door het vergelijken van behandelingen met alleen snijden met de blanco behandelingen. Uit de resultaten (vergelijking van opbrengsten aan droge-stof) van de proeven op zand, zware klei en diep ontwaterd veengrasland blijkt dat de kans op schade als gevolg van zodebemesting of zode-injectie groot is op zware klei en diep ontwaterd veen grasland. Op zand is de kans op schade het kleinste bij aanwending in het voorjaar.

Op zand waren de effecten van het snijden met de zodebemester in het voorjaar gemiddeld klein en indien aanwezig werden ze in de loop van het seizoen in de

overige sneden gecompenseerd.

Op komklei in het voorjaar was de opbrengstderving door zodebemesting en zode-injectie in het algemeen groter dan op zand. Bij de zomeraanwending op zware zeeklei had snijden in twee van de drie jaar een negatief effect op de opbrengst in de snede na het snijden maar ook op jaarbasis. Toch is in de verschillende proeven geen zichtbare verdroging/verbranding langs de sleuven geconstateerd.

Het aanwenden van mest met de zodebemester leverde vanuit het oogpunt van praktische uitvoering op de verschillende grondsoorten geen problemen op.

Zode-injectie voor de tweede keer in hetzelfde seizoen op zware klei leidde vaak tot verbrokkeling van de zode en kon daarom niet worden uitgevoerd. Deze zode beschadiging was waarschijnlijk een combinatie van onvoldoende herstel van de zode na de eerste injectie en een te droge grond tijdens het aanwenden. Deze ervaringen geven weer dat zode-injectie met het type injecteur dat in deze proeven gebruikt is, niet altijd mogelijk is op zware kleigronden, met name niet voor de tweede keer in het seizoen. Het uitvoeren van zode-injectie op zandgrond gaf in het voorjaar en in de zomer in het algemeen geen problemen.

Openstaande sleufjes zijn relatief veel op veen geconstateerd, dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door droogte. Op veen is na mesttoediening met de zode-injecteur gerold om de sleufjes goed dicht te maken. Na de mest toediening bleven de sleufjes omgekruld open staan. Het doorsnijden van veengrasland lijkt funest voor de zode, het negatieve effect zal echter onder beweiding minder zijn omdat dan de openstaande sleufjes, al of niet gedeeltelijk, dichtgetrapt zullen worden door het weidende vee.

Behalve variatie in ammoniakvervluchtiging is schade (opbrengstderving) ten gevolge van het snijden een andere faktor die de variatie in N-werking bij de zodebemester vergroot. Dat was waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak dat op komklei de N-werking bij enkelvoudige giften met de zodebemester niet waren vast te stellen.

## 6. CONCLUSIES

De stikstofwerking bij zodebemesting en zode-injectie is beter en minder variabel dan bij bovengrondse toediening.

Op zand was de N-werking bij zodebemesting en zode-injectie bij aanwending in het voorjaar beter dan bij aanwending in de zomer.

Bij aanwending van mest op zware klei in de zomer met zode-injectie maar ook bij zodebemesting op komklei in het voorjaar was de N-werking slechter dan bij zodebemesting of zode-injectie op zandgrond.

De stikstof uit dunne rundermest komt bij zodebemesting en zode-injectie vooral tot werking in de eerste drie sneden na aanwending waarvan het grootste deel in de snede na aanwenden.

Zode-injectie op zware kleigronden is bij droogte moeilijk uitvoerbaar en geeft grote kans op zodebeschadiging.

Het snijden met de zodebemester en zode-injecteur leidde vaak tot opbrengstderving in de snede na het snijden. Dit was vooral het geval op grasland op zware klei en veengrasland. Op zand werd deze opbrengstderving in de meeste gevallen in de latere sneden weer gecompenseerd. Op zware klei en veen was de opbrengst op jaarbasis ten gevolge van het snijden vaak verlaagd.

Bij twee keer snijden in één seizoen was de schade in de vorm van opbrengstderving relatief niet groter dan bij één keer snijden.

De botanische samenstelling werd op korte termijn niet beïnvloed door de snijdende werking van de zodebemester of zode-injecteur.

Mest aangewend met de zodebemester of zode-injecteur leidde bij een gelijke N-opname alleen op zware klei soms tot hogere stikstofgehalten in het gras in vergelijking met bemesting met alleen kunstmest.

## LITERATUUR

Beauchamp E.G. and Paul J.W. (1989). A simple model tot predict manure N availability to crops in the field. In: Nitrogen in organic wastes applied tot soils, London.

Bussink D.W. en Bruins M.A. (1992). Beperking van de  $\text{NH}_3$ -emissie bij verschillende toedieningstechnieken voor dunne mest op grasland, Meststoffen, 1992

Hassink J., Scholefield D. en Blautern P. (1990). Nitrogen mineralisation in grassland soils. In: Proceedings of the 13th general meeting of the European Grassland Federation, Banka Bystrica.

Koolenbrander G.J., De la Lande Cremer L.C.N. Stalmest en gier. Veenman en Zn, 1967.

Lande Cremer L.C.N. de la (1986). Resteffecten, Specifieke effecten, structuur effecten, nevenwerkingen, humus- en organische-stofwerkingen van organische bemestingen. In: Themadag "Organische stof in de akkerbouw". Themaboekje 7, Proefstation en Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad.

MacDairmid B.N. and Watkin B.R. (1971). The cattle dung patch, J.Br. Grassl Soc. 26.

Prins W.H. en P.J.M. Snijders (1987). Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading en injection. Animal manure on grassland and Foddercrops. Ferilzier or Waste? Proc. of International Symp. EGF, Wageningen.

Schils R.L.M. (1992) Invloed van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. Rapport 136, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Sluijsman C.M.J. en Kolenbrander G.J. (1976) De stikstofwerking van stalmest op korte en lange termijn. Stikstof 7.

Snijders P.J.M., Woldring J.J., Geurink J.H. en Van der Meer H.G. (1987) Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. Rapport 103, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Snijders P.J.M. en P.J. de Boer (1987). Aanwending van drijfmest met een zodebemester. Waiboerhoeve 1987. Verslag van praktijkgericht onderzoek. PR publikatie nr. 56, pag.21-23.

Loonen J.W.G.M., J.H. Geurink, H. Hoekstra, J.F.M.Huijsmans en H. Snijders (1992). PROPRO- Noord Brabant. Eindrapport Werkgroep Mestinjectie. Onderzoek-resultaten 1989-1991. PR-rapport 140., Lelystad.

**Bijlage 1. Grondonderzoek**

Grondonderzoek van PR1535, PR 1536, PR 2531, PR4533 en PR5533 in 1989, 1990 en 1991 (PR 1535 1991 in PR 1536 1991).

**PR 1535**

14-02-1989

| laag                 | 0-5 cm |      | 0-20 cm blok |      |      |      |
|----------------------|--------|------|--------------|------|------|------|
|                      | 1+2    | 3+4  | 1            | 2    | 3    | 4    |
| pH-KCl               | 5,6    | 5,4  | 5,6          | 5,4  | 5,4  | 5,2  |
| Org.Stof             | 7,0    | 6,1  | 5,3          | 5,7  | 5,8  | 4,9  |
| P-AL                 | 30     | 35   | 30           | 31   | 30   | 34   |
| K-HCl                | 14     | 14   | 9            | 8    | 11   | 9    |
| K-getal              | 19     | 22   | 15           | 13   | 19   | 16   |
| MgO                  | 282    | 250  | 216          | 196  | 181  | 170  |
| CaCO <sub>3</sub>    | 0,1    | 0,1  | 0,1          | 0,0  | 0,1  |      |
| Afslibbaar (0-16 µm) | 4,4    | 4,7  | 4,2          | 4,4  | 4,3  | 6,0  |
| Zand (16-2000 µm)    | 88,5   | 89,1 | 90,4         | 89,9 | 89,8 | 89,1 |
| Minerale delen in %  |        |      |              |      |      |      |
| 0 - 2                | 3,8    | 3,8  | 3,3          | 3,2  | 3,2  | 4,2  |
| 2 - 16               | 1,0    | 1,2  | 1,2          | 1,4  | 1,4  | 2,2  |
| 16 - 50              | 7,7    | 6,8  | 8,3          | 7,6  | 8,6  | 5,3  |
| 50 - 75              | 5,9    | 5,9  | 6,3          | 5,0  | 6,8  | 6,3  |
| 75 - 105             | 16,0   | 15,4 | 17,7         | 15,1 | 18,2 | 13,9 |
| 105 - 150            | 29,2   | 24,3 | 29,8         | 26,8 | 29,5 | 24,0 |
| 150 - 210            | 20,0   | 22,0 | 19,7         | 22,9 | 18,7 | 22,5 |
| 210 - 300            | 9,0    | 10,3 | 7,3          | 9,2  | 7,3  | 10,5 |
| 300 - 2000           | 7,4    | 10,3 | 6,4          | 8,8  | 6,3  | 11,1 |

08-03-1990

| laag<br>blok         | 0-5cm |      | 0-20cm |      |      |      |
|----------------------|-------|------|--------|------|------|------|
|                      | 1+2   | 3+4  | 1      | 2    | 3    | 4    |
| pH-KCl               | 5,8   | 5,8  | 5,4    | 5,6  | 5,5  | 5,6  |
| Org.Stof             | 4,0   | 4,4  | 3,3    | 4,0  | 3,4  | 3,9  |
| P-AL                 | 32    | 39   | 27     | 30   | 32   | 31   |
| K-HCl                | 8     | 8    | 3      | 3    | 3    | 3    |
| K-getal              | 21    | 16   | 8      | 7    | 8    | 7    |
| MgO                  | 220   | 210  | 127    | 125  | 118  | 151  |
| CaCO <sub>3</sub>    | 0,2   | 0,1  | 0,1    | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Afslibbaar (0-16 µm) | 4,7   | 4,5  | 4,4    | 4,4  | 4,3  | 5,0  |
| Zand (16-2000µm)     | 91,1  | 91,0 | 92,2   | 91,5 | 92,2 | 91,0 |
| Minerale delen in %  |       |      |        |      |      |      |
| 0 - 2                | 3,3   | 3,1  | 3,1    | 2,7  | 3,2  | 3,8  |
| 2 - 16               | 1,6   | 1,7  | 1,5    | 1,9  | 1,3  | 1,4  |
| 16 - 50              | 5,0   | 2,2  | 3,9    | 4,8  | 4,0  | 5,3  |
| 50 - 75              | 8,1   | 8,0  | 8,0    | 8,8  | 7,4  | 9,4  |
| 75 - 105             | 17,6  | 18,7 | 18,4   | 19,2 | 17,3 | 19,4 |
| 105 - 150            | 24,3  | 25,9 | 27,5   | 25,3 | 26,4 | 26,0 |
| 150 - 210            | 25,2  | 25,6 | 24,2   | 24,4 | 25,8 | 22,3 |
| 210 - 300            | 10,5  | 9,8  | 9,3    | 9,1  | 9,6  | 8,2  |
| 300 - 2000           | 4,4   | 5,0  | 4,1    | 3,8  | 5,0  | 4,2  |



## Bijlage 1 (vervolg)

## PR 4533

| laag<br>blok              | 14-02-1989 |      |         |      | 16-02-1990 |      |         |      |
|---------------------------|------------|------|---------|------|------------|------|---------|------|
|                           | 0-5 cm     |      | 0-20 cm |      | 0-5 cm     |      | 0-20 cm |      |
|                           | 1+2        | 3+4  | 1+2     | 3+4  | 1+2        | 3+4  | 1+2     | 3+4  |
| pH-KCl                    | 5,6        | 5,3  | 6,4     | 6,0  | 5,3        | 5,2  | 5,2     | 5,2  |
| Org.Stof                  | 22,0       | 18,6 | 15,8    | 13,7 | 7,1        | 7,2  | 6,0     | 5,9  |
| CaCO <sub>3</sub>         | 0,1        | 0,1  | 0,4     | 0,3  | -          | -    | -       | -    |
| Afslibbaar (0-16 $\mu$ m) | 64,1       | 70,2 | 76,4    | 78,8 | 74,6       | 79,6 | 80,8    | 84,0 |
| P-AL                      | 55         | 39   | 32      | 28   | 25         | 27   | 23      | 23   |
| K-HCl                     | 19         | 17   | 16      | 16   | 29         | 30   | 26      | 25   |
| K-getal                   | 10         | 10   | 11      | 12   | 35         | 35   | 35      | 34   |

## PR 4533

01-03-1991

| laag<br>blok | 0-5 cm |     | 0-20 cm |     |
|--------------|--------|-----|---------|-----|
|              | 1+2    | 3+4 | 1+2     | 3+4 |
| pH-KCl       | 5,7    | 5,4 | 5,6     | 5,4 |
| Org. Stof    | 7,8    | 7,2 | 6,6     | 5,6 |
| P-AL         | 32     | 25  | 22      | 20  |
| K-HCl        | 25     | 26  | 20      | 21  |
| K-getal      | 28     | 31  | 25      | 30  |

## PR 5533

| laag<br>blok | 20-02-1989 |      |        |      | 23-02-1990 |      |        |      |
|--------------|------------|------|--------|------|------------|------|--------|------|
|              | 0-5cm      |      | 0-20cm |      | 0-5cm      |      | 0-20cm |      |
|              | 1+2        | 3+   | 1+2    | 3+4  | 1+2        | 3+4  | 1+2    | 3+4  |
| pH-KCl       | 5,0        | 5,1  | 5,0    | 5,0  | 5,4        | 5,3  | 5,1    | 5,0  |
| Org.Stof     | 43,4       | 42,5 | 38,8   | 38,0 | 38,3       | 42,1 | 37,8   | 34,3 |
| P-AL         | 48         | 47   | 31     | 30   | 46         | 46   | 38     | 33   |
| K-HCl        | 122        | 98   | 65     | 61   | 123        | 90   | 70     | 47   |
| K-getal      | 34         | 27   | 20     | 19   | 38         | 26   | 22     | 16   |
| MgO          | 1169       | 1138 | 1043   | 984  | -          | -    | -      | -    |

## PR 5533

08-03-1991

| laag<br>blok | 0-5 cm |      | 0-20 cm |      |
|--------------|--------|------|---------|------|
|              | 1+2    | 3+4  | 1+2     | 3+4  |
| pH-KCl       | 5,3    | 5,3  | 5,1     | 5,0  |
| Org. Stof    | 39,5   | 40,7 | 38,8    | 43,3 |
| P-AL         | 52     | 53   | 32      | 38   |
| K-HCl        | 140    | 123  | 85      | 96   |
| K-getal      | 43     | 36   | 26      | 2    |

Bijlage 1 (vervolg)  
PR 1536

|                           |        |       |      |         |      |      |
|---------------------------|--------|-------|------|---------|------|------|
| 14-02-1989                |        |       |      |         |      |      |
| laag                      | 0-5 cm |       |      | 0-20 cm |      |      |
| blok                      | 1 + 2  | 3 + 4 | 1    | 2       | 3    | 4    |
| pH-KCl                    | 5,5    | 5,5   | 5,4  | 5,3     | 5,3  | 5,3  |
| Org.Stof                  | 6,1    | 5,7   | 3,5  | 5,1     | 4,8  | 5,3  |
| P-AL                      | 28     | 31    | 23   | 26      | 29   | 32   |
| K-HCl                     | 14     | 15    | 7    | 8       | 8    | 12   |
| K-getal                   | 22     | 24    | 12   | 14      | 14   | 21   |
| MgO                       | 256    | 257   | 165  | 178     | 151  | 166  |
| CaCO <sub>3</sub>         | 0,1    | 0,1   | 0,1  | 0,1     | 0,1  | 0,0  |
| Afslibbaar (0-16 $\mu$ m) | 3,6    | 4,1   | 4,2  | 4,3     | 4,0  | 4,5  |
| Zand (16-2000 $\mu$ m)    | 90,3   | 90,1  | 92,2 | 90,5    | 91,1 | 90,2 |
| Minerale delen in %       |        |       |      |         |      |      |
| 0 - 2                     | 3,2    | 4,2   | 3,3  | 2,9     | 2,9  | 3,5  |
| 2 - 16                    | 1,4    | 2,2   | 2,2  | 1,7     | 1,3  | 1,3  |
| 16 - 50                   | 8,6    | 5,3   | 7,4  | 8,0     | 7,3  | 7,8  |
| 50 - 75                   | 6,8    | 6,3   | 5,0  | 5,2     | 5,1  | 5,7  |
| 75 - 105                  | 18,2   | 13,9  | 13,8 | 14,1    | 13,2 | 13,7 |
| 105 - 150                 | 29,5   | 24,0  | 31,6 | 27,7    | 27,8 | 26,3 |
| 150 - 210                 | 18,7   | 22,5  | 22,3 | 23,6    | 22,8 | 23,3 |
| 210 - 300                 | 7,3    | 10,5  | 7,6  | 8,1     | 9,8  | 7,9  |
| 300 - 2000                | 6,3    | 11,1  | 6,8  | 8,7     | 9,8  | 10,5 |

|                           |        |       |      |         |      |      |
|---------------------------|--------|-------|------|---------|------|------|
| 08-03-1990                |        |       |      |         |      |      |
| laag                      | 0-5 cm |       |      | 0-20 cm |      |      |
| blok                      | 1 + 2  | 3 + 4 | 1    | 2       | 3    | 4    |
| pH-KCl                    | 4,9    | 5,2   | 4,8  | 4,8     | 4,9  | 5,0  |
| Org.Stof                  | 7,5    | 6,5   | 7,9  | 7,0     | 6,2  | 7,4  |
| P-AL                      | 39     | 33    | 30   | 32      | 34   | 40   |
| K-HCl                     | 15     | 15    | 6    | 6       | 5    | 6    |
| K-getal                   | 20     | 22    | 7    | 8       | 8    | 8    |
| MgO                       | 180    | 163   | 200  | 199     | 169  | 190  |
| Afslibbaar (0-16 $\mu$ m) | 4,7    | 4,5   | 4,4  | 4,4     | 4,3  | 5,0  |
| Zand (16-2000 $\mu$ m)    | 91,1   | 91,0  | 92,2 | 91,5    | 92,2 | 91,0 |
| Minerale delen in %       |        |       |      |         |      |      |
| 0 - 2                     | 3,3    | 3,1   | 3,1  | 2,7     | 3,2  | 3,8  |
| 2 - 16                    | 1,6    | 1,7   | 1,5  | 1,9     | 1,3  | 1,4  |
| 16 - 50                   | 5,0    | 2,2   | 3,9  | 4,8     | 4,0  | 5,3  |
| 50 - 75                   | 8,1    | 8,0   | 8,0  | 8,8     | 7,4  | 9,4  |
| 75 - 105                  | 17,6   | 18,7  | 18,4 | 19,2    | 17,3 | 19,4 |
| 105 - 150                 | 24,3   | 25,9  | 27,5 | 25,3    | 26,4 | 26,0 |
| 150 - 210                 | 25,2   | 25,6  | 24,2 | 24,4    | 25,8 | 22,3 |
| 210 - 300                 | 10,5   | 9,8   | 9,3  | 9,1     | 9,6  | 8,2  |
| 300 - 2000                | 4,4    | 5,0   | 4,1  | 3,8     | 5,0  | 4,2  |

**Bijlage 1 (vervolg)**  
**PR 1536**

07-03-1991

| laag<br>blok | 0-5 cm |     | 0-20 cm |     |     |     |
|--------------|--------|-----|---------|-----|-----|-----|
|              | 1+2    | 3+4 | 1       | 2   | 3   | 4   |
| pH-KCl       | 6,1    | 6,1 | 6,0     | 5,9 | 5,8 | 5,7 |
| Org. Stof    | 3,8    | 4,6 | 2,9     | 3,9 | 3,9 | 4,0 |
| P-Al         | 57     | 52  | 57      | 53  | 56  | 50  |
| K-HCl        | 11     | 16  | 8       | 10  | 8   | 9   |
| K-getal      | 25     | 31  | 22      | 22  | 18  | 20  |
| MgO          | 149    | 200 | 133     | 192 | 155 | 157 |

**PR 2531**

| laag<br>blok              | 10-02-1989 |      |         |      | 13-03-1990 |      | 21-02-1990 |      |
|---------------------------|------------|------|---------|------|------------|------|------------|------|
|                           | 0-5 cm     |      | 0-20 cm |      | 0-5 cm     |      | 0-20 cm    |      |
|                           | 1+2        | 3+4  | 1+2     | 3+4  | 1+2        | 3+4  | 1+2        | 3+4  |
| pH-KCl                    | 5,5        | 5,4  | 5,5     | 5,6  | 5,9        | 5,9  | 5,6        | 5,6  |
| Org. Stof                 | 13,6       | 14,2 | 12,8    | 14,2 | 7,1        | 7,4  | 7,4        | 7,1  |
| Afslibbaar (0-16 $\mu$ m) | 73,6       | 72,2 | 72,4    | 69,2 | 78,9       | 80,8 | 80,2       | 79,6 |
| P-AL                      | 17         | 17   | 16      | 15   | 16         | 17   | 18         | 13   |
| K-HCl                     | 28         | 30   | 27      | 24   | 55         | 56   | 34         | 30   |
| K-getal                   | 21         | 22   | 22      | 18   | 66         | 65   | 40         | 36   |

14-03-1991

| laag<br>blok              | 0-5 cm |      | 0-20 cm |      |
|---------------------------|--------|------|---------|------|
|                           | 1+2    | 3+4  | 1+2     | 3+4  |
| pH-KCl                    | 5,4    | 5,4  | 5,2     | 5,5  |
| Org. Stof                 | 9,3    | 8,8  | 9,2     | 8,6  |
| Afslibbaar (0-16 $\mu$ m) | 67,0   | 73,8 | 77,2    | 76,9 |
| P-Al                      | 23     | 19   | 23      | 18   |
| K-HCl                     | 45     | 50   | 31      | 33   |
| K-getal                   | 45     | 52   | 31      | 35   |

**Bijlage 2. Mestsamenstelling per toediening**

Het gehalte aan droge stof (ds), N-totaal, N-NH<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O (kg.ton<sup>-1</sup>) en het volumegewicht (v.g.; g.l<sup>-1</sup>) van de afzonderlijke mestmonsters per toediening.

| <b>PR 1535</b>                           | <b>ds</b> | <b>N-tot</b> | <b>N-NH<sub>3</sub></b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>v.g.</b> |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|
| 28-03-1989, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1. VZ-20, VZ-20 + 20                     | 86        | 5,2          | 2,5                     | 1,7                               | 5,7                   | 1040        |
| 2.                                       | 78        | 4,5          | 2,2                     | 1,6                               | 5,7                   | 1020        |
| 3.                                       | 76        | 4,2          | 2,1                     | 1,5                               | 5,8                   | 1018        |
| 10-05-1989, na de 1 <sup>e</sup> snede   |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 87        | 5,1          | 2,4                     | 1,8                               | 6,6                   | 1030        |
| 2.                                       | 81        | 4,7          | 2,3                     | 1,7                               | 6,4                   | 1042        |
| 04-04-1990, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 71        | 4,0          | 1,8                     | 1,5                               | 6,0                   | 1014        |
| 2.                                       | 76        | 4,0          | 1,8                     | 1,8                               | 5,7                   | 1012        |
| 3.                                       | 69        | 3,8          | 1,9                     | 1,5                               | 6,0                   | 1008        |
| 4.                                       | 71        | 3,9          | 1,8                     | 1,5                               | 6,1                   | 1010        |
| 5.                                       | 75        | 3,9          | 1,9                     | 1,5                               | 5,9                   | 1014        |
| 16-05-1990, na de 1 <sup>e</sup> snede   |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 72        | 3,8          | 2,1                     | 1,4                               | 6,2                   | 1004        |
| 2.                                       | 72        | 3,8          | 2,1                     | 1,5                               | 6,2                   | 1012        |
| 3.                                       | 71        | 3,9          | 2,1                     | 1,4                               | 6,3                   | 1010        |
| 4.                                       | 72        | 3,8          | 2,1                     | 1,4                               | 6,2                   | 1004        |
| - Vóór 1 <sup>e</sup> snede, 1991        |           |              |                         |                                   |                       |             |
| zodebemesting                            | 77        | 4,3          | 1,9                     |                                   |                       | 1012        |
| zodebemesting                            | 103       | 4,6          | 2,1                     |                                   |                       | 1032        |
| zodebemesting                            | 92        | 4,5          | 2,2                     |                                   |                       | 1024        |
| zode-injectie                            | 107       | 4,7          | 2,1                     |                                   |                       | 1030        |
| zode-injectie                            | 94        | 4,5          | 2,1                     |                                   |                       | 1024        |
| - Ná 1 <sup>e</sup> snede                |           |              |                         |                                   |                       |             |
| zodebemesting                            | 85        | 4,1          | 2,0                     |                                   |                       | 1015        |
| zodebemesting                            | 89        | 4,1          | 2,1                     |                                   |                       | 1030        |
| zode-injectie                            | 95        | 4,3          | 2,2                     |                                   |                       | 1020        |
| zode-injectie                            | 98        | 4,5          | 2,2                     |                                   |                       | 1022        |
| <b>PR 4533</b>                           | <b>ds</b> | <b>N-tot</b> | <b>N-NH<sub>3</sub></b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>v.g.</b> |
| 12-04-1989, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 112       | 5,0          | 2,2                     | 1,9                               | 6,9                   | 996         |
| 2.                                       | 109       | 5,1          | 2,2                     | 1,9                               | 6,9                   | 994         |
| 3.                                       | 116       | 5,0          | 2,2                     | 2,0                               | 7,5                   | 1000        |
| 23-05-1989, na de 1 <sup>e</sup> snede   |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 102       | 5,0          | 2,2                     | 1,9                               | 6,8                   | 1050        |
| 2.                                       | 100       | 4,8          | 2,2                     | 1,9                               | 6,7                   | 1048        |
| 05-04-1990, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 85        | 3,9          | 1,6                     | 1,4                               | 5,7                   | 1008        |
| 2.                                       | 83        | 4,0          | 1,6                     | 1,4                               | 5,7                   | 1012        |
| 3.                                       | 83        | 3,9          | 1,6                     | 1,4                               | 5,2                   | 998         |
| 4.                                       | 87        | 4,0          | 1,7                     | 1,5                               | 5,5                   | 1020        |
| 08-05-1990, na de 1 <sup>e</sup> snede   |           |              |                         |                                   |                       |             |
| 1.                                       | 84        | 4,4          | 1,9                     | 1,5                               | 5,6                   | 1002        |
| 2.                                       | 83        | 4,3          | 1,7                     | 1,5                               | 5,6                   | 1006        |

## Bijlage 2 (vervolg)

PR 5533

|                                          | ds | N-tot | N-NH <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | v.g. |
|------------------------------------------|----|-------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|
| <hr/>                                    |    |       |                   |                               |                  |      |
| 04-04-1989, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                       | 67 | 4,6   | 2,0               | 1,5                           | 5,7              | 1043 |
| 2.                                       | 64 | 3,8   | 1,8               | 1,2                           | 5,3              | 1024 |
| 18-05-1989, na de 1 <sup>e</sup> snede   |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.VZ-20+20                               | 57 | 3,7   | 1,9               | 1,1                           | 5,5              | 1030 |
| 2.B-20+20                                | 85 | 4,4   | 2,0               | 1,6                           | 5,4              | 1026 |
| 06-04-1990, vóór de 1 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                       | 86 | 4,3   | 1,9               | 1,5                           | 6,1              | 1002 |
| 2.                                       | 81 | 4,1   | 1,7               | 1,3                           | 5,6              | 1006 |
| 3.                                       | 85 | 4,2   | 1,9               | 1,4                           | 5,7              | 1010 |
| 4.                                       | 85 | 4,0   | 1,9               | 1,3                           | 5,6              | 1010 |
| 09-05-1990, na de 1 <sup>e</sup> snede   |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                       | 81 | 3,9   | 1,9               | 1,3                           | 5,4              | 1008 |
| 2.                                       | 76 | 4,0   | 1,9               | 1,4                           | 5,7              | 1004 |
| 3.                                       | 77 | 4,1   | 1,8               | 1,3                           | 5,7              | 1000 |
| 4.                                       | 77 | 4,2   | 1,9               | 1,3                           | 6,0              | 1008 |
| - Vóór 1 <sup>e</sup> snede, 1991        |    |       |                   |                               |                  |      |
| zode-injectie                            | 77 | 4,4   | 2,44              |                               |                  | 1006 |
| zode-injectie                            | 80 | 4,5   | 2,35              |                               |                  | 1006 |
| zode-injectie                            | 83 | 4,6   | 2,32              |                               |                  | 1012 |
| zodebemesting                            | 90 | 4,8   | 2,36              |                               |                  | 1006 |
| zodebemesting                            | 94 | 4,7   | 2,26              |                               |                  | 996  |
| zodebemesting                            | 92 | 4,7   | 2,27              |                               |                  | 992  |
| - Ná 1 <sup>e</sup> snede                |    |       |                   |                               |                  |      |
| zodebemesting                            | 71 | 4,3   | 2,50              |                               |                  | 1002 |
| zodebemesting                            | 72 | 4,3   | 2,49              |                               |                  | 998  |
| zode-injectie                            | 72 | 4,3   | 2,41              |                               |                  | 1004 |
| zode-injectie                            | 71 | 4,4   | 2,46              |                               |                  | 1005 |

## Bijlage 2 (vervolg)

| PR 1536                                | ds | N-tot | N-NH <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | v.g. |
|----------------------------------------|----|-------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|
| 08-06-1989, na de 2 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 85 | 5,4   | 3,1               | 2,2                           | 6,6              | 1036 |
| 2.                                     | 79 | 5,2   | 3,0               | 1,9                           | 6,6              | 1030 |
| 3.                                     | 65 | 4,6   | 2,6               | 1,6                           | 6,5              | 1032 |
| 07-07-1989, na de 3 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 61 | 3,7   | 1,9               | 1,4                           | 5,8              | 1032 |
| 2.                                     | 60 | 3,8   | 1,9               | 1,4                           | 5,9              | 1026 |
| 18-08-1989, na de 4 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 69 | 3,9   | 1,8               | 1,5                           | 6,0              | 1026 |
| 2.                                     | 79 | 4,4   | 2,2               | 1,8                           | 6,8              | 1024 |
| 3.                                     | 73 | 4,1   | 2,1               | 1,6                           | 6,4              | 1016 |
| 4.                                     | 74 | 4,1   | 2,1               | 1,6                           | 6,4              | 1014 |
| 5.                                     | 70 | 3,9   | 2,1               | 1,6                           | 6,2              | 1018 |
| 6.                                     | 69 | 4,0   | 2,0               | 1,6                           | 6,2              | 1024 |
| 22-09-1989, na de 5 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 68 | 4,0   | 1,9               | 1,6                           | 5,9              | 1032 |
| 2.                                     | 68 | 4,0   | 1,9               | 1,7                           | 6,0              | 1032 |
| 21-06-1990, na de 2 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 55 | 3,0   | 1,8               | 1,1                           | 5,2              | 1006 |
| 2.                                     | 55 | 3,2   | 1,8               | 1,1                           | 5,2              | 1008 |
| 3.                                     | 55 | 3,1   | 1,8               | 1,1                           | 5,2              | 1004 |
| 4.                                     | 55 | 3,1   | 1,7               | 1,1                           | 5,2              | 1002 |
| 5.                                     | 55 | 3,1   | 1,8               | 1,1                           | 5,3              | 1008 |
| 20-07-1990, na de 3 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 69 | 3,3   | 1,6               | 1,2                           | 4,8              | 1006 |
| 2.                                     | 67 | 3,2   | 1,6               | 1,2                           | 4,8              | 1016 |
| 23-08-1990, na de 4 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 68 | 3,4   | 1,7               | 1,5                           | 5,1              | 1012 |
| 2.                                     | 71 | 3,4   | 1,7               | 1,5                           | 5,0              | 1002 |
| 3.                                     | 68 | 3,4   | 1,7               | 1,5                           | 4,9              | 1010 |
| 4.                                     | 67 | 3,4   | 1,6               | 1,5                           | 5,1              | 1010 |
| 5.                                     | 69 | 3,5   | 1,7               | 1,4                           | 5,2              | 1010 |
| 21-09-1990, na de 5 <sup>e</sup> snede |    |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 57 | 3,2   | 1,6               | 1,3                           | 5,0              | 1014 |
| 2.                                     | 57 | 3,1   | 1,6               | 1,2                           | 4,8              | 1006 |
| - Ná 2 <sup>e</sup> snede, 1991        |    |       |                   |                               |                  |      |
| zode-injectie                          | 89 | 4,6   | 2,7               |                               |                  | 1006 |
| zode-injectie                          | 91 | 4,5   | 2,4               |                               |                  | 1010 |
| zode-injectie                          | 92 | 4,5   | 2,4               |                               |                  | 1010 |
| zode-injectie                          | 89 | 4,5   | 2,5               |                               |                  | 1008 |
| zodebemesting                          | 92 | 4,4   | 2,4               |                               |                  | 1004 |
| - Ná 4 <sup>e</sup> snede              |    |       |                   |                               |                  |      |
| zode-injectie                          | 68 | 4,0   | 2,3               |                               |                  | 1018 |
| zode-injectie                          | 68 | 3,9   | 2,3               |                               |                  | 1020 |
| zodebemesting                          | 70 | 3,8   | 2,4               |                               |                  | 1022 |
| zodebemesting                          | 70 | 4,2   | 2,3               |                               |                  | 1020 |

## Bijlage 2 (vervolg)

| PR 2531                                | ds  | N-tot | N-NH <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | v.g. |
|----------------------------------------|-----|-------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|
| 01-06-1989, na de 2 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 104 | 3,3   | 1,4               | 1,3                           | 4,4              | 1022 |
| 2.                                     | 101 | 3,3   | 1,4               | 1,3                           | 4,6              | 994  |
| 3.                                     | 104 | 3,4   | 1,5               | 1,3                           | 4,6              | 984  |
| 4.                                     | 103 | 3,4   | 1,4               | 1,3                           | 4,5              | 952  |
| 5.                                     | 104 | 3,3   | 1,4               | 1,3                           | 4,5              | 937  |
| 6.                                     | 101 | 3,3   | 1,3               | 1,2                           | 4,2              | 992  |
| 27-06-1989, na de 3 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 149 | 4,8   | 1,9               | 2,1                           | 5,4              | 976  |
| 2.                                     | 133 | 4,4   | 1,9               | 1,9                           | 5,6              | 980  |
| 3.                                     | 135 | 4,2   | 1,7               | 1,9                           | 5,3              | 982  |
| 20-07-1989, na de 4 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 132 | 4,3   | 1,8               | 2,0                           | 5,8              | 1013 |
| 2.                                     | 133 | 4,5   | 2,0               | 2,0                           | 5,5              | 1010 |
| 3.                                     | 133 | 4,4   | 2,0               | 1,9                           | 5,6              | 1013 |
| 17-08-1989, na de 5 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 127 | 4,3   | 2,1               | 1,6                           | 6,0              | 1014 |
| 2.                                     | 129 | 4,3   | 2,0               | 1,6                           | 5,9              | 1007 |
| 30-05-1990, na de 2 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 75  | 4,7   | 2,3               | 1,4                           | 7,3              | 996  |
| 2.                                     | 73  | 4,6   | 2,2               | 1,4                           | 7,2              | 1010 |
| 3.                                     | 74  | 4,6   | 2,5               | 1,4                           | 7,3              | 996  |
| 4.                                     | 73  | 4,4   | 2,5               | 1,3                           | 7,1              | 994  |
| 27-06-1990, na de 3 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 59  | 3,8   | 1,7               | 1,1                           | 5,1              | 1010 |
| 2.                                     | 58  | 3,8   | 1,8               | 1,8                           | 5,2              | 1000 |
| 24-07-1990, na de 4 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 61  | 4,0   | 2,0               | 1,1                           | 5,6              | 996  |
| 2.                                     | 61  | 3,9   | 2,0               | 1,1                           | 5,9              | 996  |
| 05-09-1990, na de 5 <sup>e</sup> snede |     |       |                   |                               |                  |      |
| 1.                                     | 43  | 3,0   | 1,5               | 0,8                           | 4,8              | 1008 |
| 2.                                     | 42  | 2,8   | 1,6               | 0,7                           | 4,4              | 1000 |
| - Ná 2 <sup>e</sup> snede              |     |       |                   |                               |                  |      |
| zodebemesting                          | 67  | 4,0   | 2,1               |                               |                  | 1018 |
| zodebemesting                          | 66  | 4,0   | 2,2               |                               |                  | 1020 |
| zode-injectie                          | 65  | 3,9   | 2,1               |                               |                  | 1023 |
| zode-injectie                          | 66  | 4,3   | 2,1               |                               |                  | 1020 |
| - Ná 4 <sup>e</sup> snede              |     |       |                   |                               |                  |      |
| zodebemesting                          | 65  | 3,6   | 1,9               |                               |                  | 1016 |
| zodebemesting                          | 65  | 2,9   | 1,8               |                               |                  | 1012 |
| zodebemesting                          | 65  | 3,6   | 1,7               |                               |                  | 1012 |

## Bijlage 3. Maaidata

Maaidata en tussen haakjes het aantal dagen tussen twee maaisneden.

## Voorjaarsproeven

| PR 1535<br>1990 | snede: | PR 4533       |               |               |               |               |               | PR 5533       |               |               |
|-----------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                 |        | 1989          | 1991          | 1989          | 1990          | 1991          | 1989          | 1990          | 1991          |               |
| 1               |        | 09-05<br>(30) | 15-05<br>(30) | 15-05<br>(29) | 23-05<br>(31) | 07-05<br>(21) | 07-05<br>(24) | 17-05<br>(27) | 07-05<br>(30) | 02-05<br>(22) |
| 2               |        | 08-06<br>(28) | 14-06<br>(28) | 13-06<br>(26) | 23-06<br>(27) | 28-05<br>(29) | 31-05<br>(32) | 13-06<br>(29) | 06-06<br>(26) | 24-05<br>(25) |
| 3               |        | 06-07<br>(41) | 12-07<br>(33) | 09-07<br>(28) | 20-07<br>(35) | 26-06<br>(29) | 02-07<br>(29) | 12-07<br>(27) | 02-07         | 18-06<br>(28) |
| 4               |        | 16-08<br>(36) | 14-08<br>(31) | 06-08<br>(35) | 24-08<br>(33) | 25-07<br>(50) | 31-07<br>(63) | 08-08<br>(31) | -             | 15-07<br>(29) |
| 5               |        | 21-09<br>(39) | 14-09<br>(36) | 10-09<br>(34) | 26-09<br>(53) | 13-09<br>(38) | 02-10         | 08-09<br>(38) | -             | 13-08<br>(35) |
| 6               |        | -             | 23-10         | 14-10         | 01-11         | 05-11         | -             | 16-10         | -             | 17-09<br>(37) |
| 7               |        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 24-10         |

- = geen opbrengstbepaling

## Zomerproeven

| snede: | PR 1536       |               |               | PR 2531       |               |               |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|        | 1989          | 1990          | 1991          | 1989          | 1990          | 1991          |
| 1      | 09-05<br>(29) | 11-05<br>(39) | 15-5<br>(29)  | 10-05<br>(21) | 03-05<br>(26) | 14-05<br>(24) |
| 2      | 07-06<br>(28) | 19-06<br>(30) | 13-06<br>(26) | 31-05<br>(27) | 29-05<br>(27) | 07-06<br>(26) |
| 3      | 05-07<br>(41) | 19-07<br>(33) | 09-07<br>(28) | 27-06<br>(22) | 25-06<br>(28) | 03-07<br>(26) |
| 4      | 15-08<br>(37) | 21-08<br>(30) | 06-08<br>(35) | 19-07<br>(29) | 23-07<br>(44) | 29-07<br>(32) |
| 5      | 21-09         | 20-09<br>(34) | 10-09<br>(34) | 17-08<br>(28) | 05-09<br>(35) | 30-08<br>(41) |
| 6      | -             | 24-10         | 14-10         | 14-09<br>(34) | 12-10         | 10-10         |
| 7      | -             | -             | -             | 18-10         | -             | -             |

- = geen opbrengstbepaling



**Bijlage 4. Weersgegevens**

De neerslag (mm), referentie gewas verdamping (mm), potentiële verdamping (E-pot;mm) en het potentiële neerslagtekort (mm) per decade en de totale neerslag per maand (mm) met het 30-jarig gemiddelde (1951-1980;mm) van de proeven in 1989,1990 en 1991.

| maand/decade                      | Neerslag | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|-----------------------------------|----------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 1535,1536 1989</b>          |          |                    |       |                  |
| afkomstig van: Heino, Twente V.B. |          |                    |       |                  |
| mrt                               | 1        | 33,3               | 8,1   | 25,2             |
|                                   | 2        | 28,1               | 8,2   | 19,9             |
|                                   | 3        | 23,1               | 17,4  | 5,7              |
|                                   | totaal   | 84,5 (47)          |       |                  |
| apr                               | 1        | 15,3               | 11,9  | 3,4              |
|                                   | 2        | 22,4               | 13,3  | 9,1              |
|                                   | 3        | 13,1               | 16,0  | -2,9             |
|                                   | totaal   | 50,8 (50)          |       |                  |
| mei                               | 1        | 0,0                | 32,2  | -32,2            |
|                                   | 2        | 5,1                | 31,7  | -26,6            |
|                                   | 3        | 1,5                | 46,0  | -44,5            |
|                                   | totaal   | 6,6 (58)           |       |                  |
| jun                               | 1        | 34,9               | 22,8  | 12,1             |
|                                   | 2        | 0,0                | 47,6  | -47,6            |
|                                   | 3        | 26,9               | 32,5  | -5,6             |
|                                   | totaal   | 61,8 (63)          |       |                  |
| jul                               | 1        | 23,8               | 31,9  | -8,1             |
|                                   | 2        | 0,5                | 27,4  | -26,9            |
|                                   | 3        | 34,1               | 33,4  | 0,7              |
|                                   | totaal   | 58,4 (89)          |       |                  |
| aug                               | 1        | 30,0               | 26,9  | 3,1              |
|                                   | 2        | 4,0                | 30,5  | -26,5            |
|                                   | 3        | 31,2               | 20,7  | 12,6             |
|                                   | totaal   | 65,2 (82)          |       |                  |
| sep                               | 1        | 7,7                | 19,0  | -9,4             |
|                                   | 2        | 23,9               | 17,8  | 7,9              |
|                                   | 3        | 14,8               | 10,4  | 4,4              |
|                                   | totaal   | 46,4 (66)          |       |                  |
| okt                               | 1        | 24,0               | 11,7  | 13,5             |
|                                   | 2        | 11,1               | 8,8   | 3,2              |
|                                   | 3        | 27,4               | 7,9   | 20,3             |
|                                   | totaal   | 62,5 (60)          |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                      |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|-----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 1535,1536 1990</b>          |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Heino, Twente V.B. |        |            |                    |       |                  |
| mrt                               | 1      | 42,4       | 5,7                | 5,7   | 36,7             |
|                                   | 2      | 2,7        | 17,2               | 17,2  | -14,5            |
|                                   | 3      | 14,0       | 13,7               | 13,7  | 0,3              |
|                                   | totaal | 59,1 (47)  |                    |       |                  |
| apr                               | 1      | 5,1        | 22,0               | 22,0  | -16,4            |
|                                   | 2      | 29,2       | 16,2               | 16,2  | 13,0             |
|                                   | 3      | 12,8       | 26,3               | 26,3  | -13,5            |
|                                   | totaal | 47,1 (50)  |                    |       |                  |
| mei                               | 1      | 6,2        | 38,8               | 38,8  | -32,6            |
|                                   | 2      | 20,1       | 24,3               | 24,3  | -4,2             |
|                                   | 3      | 0,0        | 39,9               | 39,9  | -39,9            |
|                                   | totaal | 26,3 (58)  |                    |       |                  |
| jun                               | 1      | 35,3       | 20,4               | 20,4  | 14,9             |
|                                   | 2      | 6,4        | 22,3               | 22,3  | -15,9            |
|                                   | 3      | 36,7       | 29,9               | 29,9  | 6,8              |
|                                   | totaal | 78,4 (63)  |                    |       |                  |
| jul                               | 1      | 35,4       | 21,1               | 21,1  | 14,3             |
|                                   | 2      | 5,4        | 38,1               | 38,1  | -32,7            |
|                                   | 3      | 12,6       | 37,2               | 37,2  | -24,6            |
|                                   | totaal | 53,4 (89)  |                    |       |                  |
| aug                               | 1      | 5,5        | 33,3               | 33,3  | -27,8            |
|                                   | 2      | 34,5       | 25,8               | 25,8  | 8,7              |
|                                   | 3      | 2,9        | 24,7               | 22,2  | -19,3            |
|                                   | totaal | 42,9 (82)  |                    |       |                  |
| sep                               | 1      | 55,3       | 11,2               | 10,1  | 45,2             |
|                                   | 2      | 21,5       | 13,7               | 12,3  | 9,2              |
|                                   | 3      | 35,9       | 11,0               | 9,9   | 26,0             |
|                                   | totaal | 112,7 (66) |                    |       |                  |
| okt                               | 1      | 17,5       | 10,6               | 9,5   | 8,0              |
|                                   | 2      | 1,5        | 10,4               | 9,4   | -7,9             |
|                                   | 3      | 24,1       | 9,7                | 7,8   | 15,4             |
|                                   | totaal | 43,1 (60)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                      |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|-----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 1535,1536 1991</b>          |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Heino, Twente V.B. |        |            |                    |       |                  |
| maart                             | 1      | 8,0        | 7,8                | 7,8   | 0,2              |
|                                   | 2      | 6,0        | 12,7               | 12,7  | -6,7             |
|                                   | 3      | 3,1        | 18,5               | 18,5  | -15,4            |
|                                   | totaal | 17,1 (47)  |                    |       |                  |
| april                             | 1      | 5,5        | 16,8               | 16,8  | -11,3            |
|                                   | 2      | 4,6        | 23,7               | 23,7  | -19,1            |
|                                   | 3      | 13,7       | 19,2               | 19,2  | -5,5             |
|                                   | totaal | 23,8 (50)  |                    |       |                  |
| mei                               | 1      | 16,5       | 18,3               | 18,3  | -1,8             |
|                                   | 2      | 15,5       | 21,4               | 21,4  | -5,9             |
|                                   | 3      | 1,7        | 26,3               | 26,3  | -24,6            |
|                                   | totaal | 33,7 (58)  |                    |       |                  |
| juni                              | 1      | 23,8       | 22,1               | 22,1  | 1,7              |
|                                   | 2      | 60,7       | 18,9               | 18,9  | 41,8             |
|                                   | 3      | 66,4       | 20,2               | 20,2  | 46,2             |
|                                   | totaal | 150,9 (63) |                    |       |                  |
| juli                              | 1      | 7,5        | 43,6               | 43,6  | -36,1            |
|                                   | 2      | 4,0        | 23,4               | 23,4  | -19,4            |
|                                   | 3      | 7,8        | 36,6               | 36,6  | -28,8            |
|                                   | totaal | 19,3 (89)  |                    |       |                  |
| augustus                          | 1      | 0,7        | 28,5               | 28,5  | -27,8            |
|                                   | 2      | 7,3        | 22,4               | 22,4  | -15,1            |
|                                   | 3      | 0,1        | 30,8               | 27,7  | -27,6            |
|                                   | totaal | 8,1 (82)   |                    |       |                  |
| september                         | 1      | 1,2        | 22,8               | 20,5  | -19,3            |
|                                   | 2      | 22,8       | 17,5               | 15,8  | 7,0              |
|                                   | 3      | 40,8       | 9,3                | 8,4   | 32,4             |
|                                   | totaal | 64,8 (66)  |                    |       |                  |
| oktober                           | 1      | 10,7       | 11,1               | 10,0  | 0,7              |
|                                   | 2      | 24,4       | 9,7                | 8,7   | 15,7             |
|                                   | 3      | 0,8        | 8,7                | 7,8   | -7,0             |
|                                   | totaal | 35,9 (60)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                                                   |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------------------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 4533 1989</b>                                            |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zaltbommel gemiddelde van GilzeRijen en de Bilt |        |            |                    |       |                  |
| mrt                                                            | 1      | 45,4       | 9,0                | 9,0   | 36,4             |
|                                                                | 2      | 29,2       | 8,6                | 8,6   | 20,6             |
|                                                                | 3      | 21,5       | 19,8               | 19,8  | 1,7              |
|                                                                | totaal | 96,1 (51)  |                    |       |                  |
| apr                                                            | 1      | 21,2       | 14,1               | 14,1  | 7,2              |
|                                                                | 2      | 22,6       | 12,1               | 12,1  | 10,6             |
|                                                                | 3      | 16,6       | 18,1               | 18,1  | 1,5              |
|                                                                | totaal | 60,8 (47)  |                    |       |                  |
| mei                                                            | 1      | 0,0        | 35,4               | 35,4  | 35,4             |
|                                                                | 2      | 13,9       | 33,4               | 33,4  | 19,5             |
|                                                                | 3      | 0,0        | 46,7               | 46,7  | 46,7             |
|                                                                | totaal | 13,9 (57)  |                    |       |                  |
| jun                                                            | 1      | 35,3       | 21,9               | 21,9  | 13,5             |
|                                                                | 2      | 0,0        | 48,6               | 48,6  | 48,6             |
|                                                                | 3      | 13,8       | 33,2               | 33,2  | 19,4             |
|                                                                | totaal | 49,1 (65)  |                    |       |                  |
| jul                                                            | 1      | 26,0       | 33,3               | 33,3  | 7,3              |
|                                                                | 2      | 0,0        | 32,6               | 32,6  | 32,6             |
|                                                                | 3      | 18,6       | 34,7               | 34,7  | 16,1             |
|                                                                | totaal | 44,6 (84)  |                    |       |                  |
| aug                                                            | 1      | 11,3       | 28,2               | 28,2  | 16,9             |
|                                                                | 2      | 25,2       | 28,0               | 28,0  | 2,8              |
|                                                                | 3      | 30,4       | 22,0               | 19,8  | 10,6             |
|                                                                | totaal | 66,9 (79)  |                    |       |                  |
| sep                                                            | 1      | 15,6       | 21,5               | 19,3  | 3,7              |
|                                                                | 2      | 88,1       | 18,2               | 16,3  | 71,8             |
|                                                                | 3      | 3,8        | 14,8               | 13,3  | -9,5             |
|                                                                | totaal | 107,5 (60) |                    |       |                  |
| okt                                                            | 1      | 26,5       | 11,5               | 10,4  | 16,2             |
|                                                                | 2      | 19,0       | 10,8               | 9,7   | 9,3              |
|                                                                | 3      | 29,1       | 7,4                | 6,6   | 22,5             |
|                                                                | totaal | 74,6 (63)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                                                   |        | Neerslag  | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 4533 1990</b>                                            |        |           |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zaltbommel gemiddelde van GilzeRijen en de Bilt |        |           |                    |       |                  |
| mrt                                                            | 1      | 26,7      | 7,4                | 7,4   | 19,3             |
|                                                                | 2      | 3,1       | 17,6               | 17,6  | 14,5             |
|                                                                |        | 38,7      | 15,5               | 15,5  | 6,8              |
|                                                                | totaal | 38,5 (51) |                    |       |                  |
| apr                                                            | 1      | 6,8       | 22,6               | 22,6  | 15,8             |
|                                                                | 2      | 34,3      | 15,6               | 15,6  | 18,8             |
|                                                                | 3      | 4,7       | 28,6               | 28,6  | 23,9             |
|                                                                | totaal | 45,8 (47) |                    |       |                  |
| mei                                                            | 1      | 1,9       | 36,8               | 36,8  | 34,9             |
|                                                                | 2      | 33,5      | 25,7               | 25,7  | 7,8              |
|                                                                | 3      | 0,0       | 41,3               | 41,3  | 41,3             |
|                                                                | totaal | 35,4 (57) |                    |       |                  |
| jun                                                            | 1      | 42,4      | 23,2               | 23,2  | 19,3             |
|                                                                | 2      | 0,7       | 22,5               | 22,5  | 21,8             |
|                                                                | 3      | 15,6      | 26,1               | 26,1  | 10,5             |
|                                                                | totaal | 58,7 (65) |                    |       |                  |
| jul                                                            | 1      | 53,7      | 20,6               | 20,6  | 33,1             |
|                                                                | 2      | 0,1       | 42,6               | 42,6  | 42,5             |
|                                                                | 3      | 4,2       | 39,6               | 39,6  | 35,4             |
|                                                                | totaal | 58,0 (84) |                    |       |                  |
| aug                                                            | 1      | 1,5       | 34,7               | 34,7  | 33,3             |
|                                                                | 2      | 31,3      | 26,8               | 26,8  | 4,6              |
|                                                                | 3      | 2,0       | 25,7               | 23,1  | 21,1             |
|                                                                | totaal | 34,8 (79) |                    |       |                  |
| sep                                                            | 1      | 29,3      | 15,7               | 14,1  | 15,2             |
|                                                                | 2      | 12,3      | 13,2               | 11,8  | 0,5              |
|                                                                | 3      | 34,8      | 12,1               | 10,9  | 23,9             |
|                                                                | totaal | 76,7 (60) |                    |       |                  |
| okt                                                            | 1      | 10,4      | 10,5               | 9,5   | 1,0              |
|                                                                | 2      | 9,9       | 10,7               | 9,6   | 0,3              |
|                                                                | 3      | 42,7      | 9,1                | 8,2   | 24,5             |
|                                                                | totaal | 63,0 (63) |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg).

| maand/decade                                                   |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------------------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 4533 1991</b>                                            |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zaltbommel gemiddelde van GilzeRijen en de Bilt |        |            |                    |       |                  |
| mrt                                                            | 1      | 14,9       | 9,0                | 9,0   | 5,9              |
|                                                                | 2      | 6,8        | 10,5               | 10,5  | -3,7             |
|                                                                | 3      | 2,9        | 19,2               | 19,2  | -16,3            |
|                                                                | totaal | 24,6 (51)  |                    |       |                  |
| april                                                          | 1      | 8,1        | 18,9               | 18,9  | -10,8            |
|                                                                | 2      | 8,8        | 23,2               | 23,2  | -14,4            |
|                                                                | 3      | 9,8        | 19,9               | 19,9  | -10,1            |
|                                                                | totaal | 26,7 (47)  |                    |       |                  |
| mei                                                            | 1      | 22,9       | 18,3               | 18,3  | 4,6              |
|                                                                | 2      | 13,6       | 21,6               | 21,6  | -8,0             |
|                                                                | 3      | 0,5        | 30,7               | 30,7  | 30,2             |
|                                                                | totaal | 37,0 (57)  |                    |       |                  |
| juni                                                           | 1      | 10,9       | 20,7               | 20,7  | -9,8             |
|                                                                | 2      | 55,1       | 19,5               | 19,5  | 35,6             |
|                                                                | 3      | 68,0       | 21,5               | 21,5  | 46,5             |
|                                                                | totaal | 134,0 (65) |                    |       |                  |
| juli                                                           | 1      | 22,1       | 37,9               | 37,9  | -15,8            |
|                                                                | 2      | 25,3       | 25,0               | 25,0  | 0,3              |
|                                                                | 3      | 14,2       | 39,4               | 39,4  | -25,2            |
|                                                                | totaal | 61,6 (84)  |                    |       |                  |
| augustus                                                       | 1      | 0,7        | 30,9               | 30,9  | 30,2             |
|                                                                | 2      | 13,1       | 25,6               | 25,6  | -12,5            |
|                                                                | 3      | 3,1        | 34,0               | 30,6  | -27,5            |
|                                                                | totaal | 16,9 (79)  |                    |       |                  |
| september                                                      | 1      | 0,0        | 23,6               | 21,2  | -21,2            |
|                                                                | 2      | 12,1       | 17,1               | 15,4  | -3,3             |
|                                                                | 3      | 45,3       | 10,3               | 9,3   | 36               |
|                                                                | totaal | 57,4 (60)  |                    |       |                  |
| oktober                                                        | 1      | 18,8       | 13,4               | 12,1  | 6,7              |
|                                                                | 2      | 29,3       | 8,5                | 7,7   | 21,6             |
|                                                                | 3      | 1,9        | 7,4                | 6,7   | -4,8             |
|                                                                | totaal | 50,0 (63)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                     |        | Neerslag  | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------|--------|-----------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 5533 1989</b>              |        |           |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zegveld, Schiphol |        |           |                    |       |                  |
| mrt                              | 1      | 48,4      | 8,6                | 8,6   | 39,8             |
|                                  | 2      | 25,6      | 9,2                | 9,2   | 16,4             |
|                                  | 3      | 23,3      | 20,2               | 20,2  | 3,1              |
|                                  | totaal | 97,3 (48) |                    |       |                  |
| apr                              | 1      | 18,7      | 14,7               | 14,7  | 4,0              |
|                                  | 2      | 41,2      | 13,8               | 13,8  | 27,4             |
|                                  | 3      | 10,5      | 17,6               | 17,6  | 7,1              |
|                                  | totaal | 70,4 (51) |                    |       |                  |
| mei                              | 1      | 0,0       | 35,0               | 35,0  | 35,0             |
|                                  | 2      | 8,2       | 36,0               | 36,0  | 27,8             |
|                                  | 3      | 0,9       | 46,9               | 46,9  | 46,0             |
|                                  | totaal | 9,1 (51)  |                    |       |                  |
| jun                              | 1      | 51,5      | 25,4               | 25,4  | 26,1             |
|                                  | 2      | 0,0       | 48,5               | 48,5  | 48,5             |
|                                  | 3      | 27,4      | 31,6               | 31,6  | 4,2              |
|                                  | totaal | 78,9 (62) |                    |       |                  |
| jul                              | 1      | 21,6      | 32,5               | 32,5  | 10,9             |
|                                  | 2      | 0,2       | 32,8               | 32,8  | 32,6             |
|                                  | 3      | 8,8       | 35,2               | 35,2  | 26,4             |
|                                  | totaal | 30,6 (79) |                    |       |                  |
| aug                              | 1      | 15,1      | 28,0               | 28,0  | 12,9             |
|                                  | 2      | 5,0       | 27,5               | 27,5  | 22,5             |
|                                  | 3      | 24,4      | 22,4               | 20,2  | 4,2              |
|                                  | totaal | 44,5 (84) |                    |       |                  |
| sep                              | 1      | 2,8       | 22,1               | 19,9  | 17,1             |
|                                  | 2      | 44,1      | 18,1               | 16,3  | 28,7             |
|                                  | 3      | 0,9       | 13,8               | 12,4  | 11,5             |
|                                  | totaal | 47,8 (74) |                    |       |                  |
| okt                              | 1      | 25,5      | 11,3               | 10,2  | 15,3             |
|                                  | 2      | 16,9      | 12,7               | 11,4  | 5,5              |
|                                  | 3      | 35,1      | 6,1                | 5,5   | 29,6             |
|                                  | totaal | 77,5 (73) |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                     |        | Neerslag  | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------|--------|-----------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 5533 1990</b>              |        |           |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zegveld, Schiphol |        |           |                    |       |                  |
| mrt                              | 1      | 37,4      | 8,8                | 8,8   | 28,6             |
|                                  | 2      | 4,3       | 17,9               | 17,9  | 13,6             |
|                                  | 3      | 9,1       | 17,9               | 16,1  | 7,0              |
|                                  | totaal | 50,8 (48) |                    |       |                  |
| apr                              | 1      | 9,6       | 21,7               | 21,7  | 12,1             |
|                                  | 2      | 33,4      | 17,0               | 17,0  | 16,4             |
|                                  | 3      | 5,2       | 31,1               | 31,1  | 25,4             |
|                                  | totaal | 48,2 (51) |                    |       |                  |
| mei                              | 1      | 0,4       | 37,0               | 37,0  | 36,6             |
|                                  | 2      | 24,0      | 29,2               | 29,2  | 5,2              |
|                                  | 3      | 0,0       | 43,4               | 43,4  | 43,4             |
|                                  | totaal | 24,4 (51) |                    |       |                  |
| jun                              | 1      | 27,0      | 25,9               | 25,9  | 1,1              |
|                                  | 2      | 3,1       | 21,8               | 21,8  | 18,7             |
|                                  | 3      | 17,0      | 31,7               | 31,7  | 14,7             |
|                                  | totaal | 47,1 (62) |                    |       |                  |
| jul                              | 1      | 38,6      | 25,1               | 25,1  | 13,5             |
|                                  | 2      | 0,0       | 43,6               | 43,6  | 43,6             |
|                                  | 3      | 2,5       | 40,5               | 40,5  | 38,0             |
|                                  | totaal | 41,1 (79) |                    |       |                  |
| aug                              | 1      | 11,5      | 36,1               | 36,1  | 26,4             |
|                                  | 2      | 60,2      | 28,8               | 28,8  | 31,4             |
|                                  | 3      | 4,9       | 27,5               | 24,8  | 19,9             |
|                                  | totaal | 76,6 (84) |                    |       |                  |
| sep                              | 1      | 23,8      | 17,9               | 16,1  | 7,7              |
|                                  | 2      | 13,6      | 13,2               | 11,9  | 1,7              |
|                                  | 3      | 57,6      | 11,9               | 10,7  | 46,9             |
|                                  | totaal | 95,0 (74) |                    |       |                  |
| okt                              | 1      | 10,4      | 10,1               | 9,1   | 1,3              |
|                                  | 2      | 4,1       | 10,0               | 9,0   | 4,9              |
|                                  | 3      | 32,9      | 8,9                | 8,0   | 24,9             |
|                                  | totaal | 47,4 (73) |                    |       |                  |



## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade                     |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 5533 1991</b>              |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Zegveld, Schiphol |        |            |                    |       |                  |
| maart                            | 1      | 21,8       | 8,7                | 8,7   | 13,1             |
|                                  | 2      | 6,5        | 10,8               | 10,8  | -4,3             |
|                                  | 3      | 2,6        | 19,2               | 19,2  | -16,6            |
|                                  | totaal | 30,9 (48)  |                    |       |                  |
| april                            | 1      | 3,9        | 18,8               | 18,8  | -14,9            |
|                                  | 2      | 9,3        | 24,0               | 24,0  | -14,7            |
|                                  | 3      | 12,8       | 21,4               | 21,4  | -8,6             |
|                                  | totaal | 26,0 (51)  |                    |       |                  |
| mei                              | 1      | 16,5       | 17,6               | 17,6  | -1,1             |
|                                  | 2      | 12,2       | 21,8               | 21,8  | -9,6             |
|                                  | 3      | 0,1        | 28,5               | 28,5  | -28,4            |
|                                  | totaal | 28,8       |                    |       |                  |
| juni                             | 1      | 20,6       | 23,1               | 23,1  | -2,5             |
|                                  | 2      | 37,0       | 23,1               | 23,1  | 13,9             |
|                                  | 3      | 70,8       | 24,1               | 24,1  | 46,7             |
|                                  | totaal | 128,4 (62) |                    |       |                  |
| juli                             | 1      | 23,4       | 39,8               | 39,8  | -16,4            |
|                                  | 2      | 23,9       | 29,4               | 29,4  | -5,5             |
|                                  | 3      | 6,4        | 39,9               | 39,9  | -33,5            |
|                                  | totaal | 53,7 (79)  |                    |       |                  |
| augustus                         | 1      | 0,8        | 31,5               | 31,5  | -30,7            |
|                                  | 2      | 7,3        | 26,7               | 26,7  | -19,4            |
|                                  | 3      | 3,7        | 32,4               | 29,2  | -25,5            |
|                                  | totaal | 11,8 (84)  |                    |       |                  |
| september                        | 1      | 0,6        | 22,1               | 19,9  | -19,3            |
|                                  | 2      | 17,6       | 16,5               | 14,9  | 2,7              |
|                                  | 3      | 32,5       | 10,2               | 9,2   | 23,3             |
|                                  | totaal | 50,7 (74)  |                    |       |                  |
| oktober                          | 1      | 30,3       | 11,8               | 10,6  | 19,7             |
|                                  | 2      | 38,2       | 7,4                | 6,7   | 31,5             |
|                                  | 3      | 1,2        | 7,4                | 6,7   | -5,5             |
|                                  | totaal | 69,7 (73)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade              | Neerslag | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|---------------------------|----------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 2531 1989</b>       |          |                    |       |                  |
| afkomstig van: Leeuwarden |          |                    |       |                  |
| mrt                       | 1        | 45,5               | 7,2   | 38,3             |
|                           | 2        | 20,2               | 8,2   | 12,0             |
|                           | 3        | 33,6               | 17,8  | 15,8             |
|                           | totaal   | 99,3 (63)          |       |                  |
| apr                       | 1        | 18,4               | 13,7  | 4,7              |
|                           | 2        | 29,8               | 13,1  | 16,7             |
|                           | 3        | 10,3               | 17,8  | -7,5             |
|                           | totaal   | 58,6 (46)          |       |                  |
| mei                       | 1        | 0,0                | 31,5  | -31,5            |
|                           | 2        | 9,8                | 35,2  | -25,4            |
|                           | 3        | 0,9                | 46,6  | -45,7            |
|                           | totaal   | 10,7 (47)          |       |                  |
| jun                       | 1        | 50,1               | 26,4  | 23,7             |
|                           | 2        | 0,0                | 49,1  | -49,1            |
|                           | 3        | 20,8               | 32,9  | -12,1            |
|                           | totaal   | 70,9 (59)          |       |                  |
| jul                       | 1        | 15,4               | 30,7  | -15,3            |
|                           | 2        | 2,1                | 28,6  | -26,5            |
|                           | 3        | 34,7               | 29,6  | 5,1              |
|                           | totaal   | 46,8 (81)          |       |                  |
| aug                       | 1        | 7,1                | 24,8  | -17,7            |
|                           | 2        | 6,2                | 27,5  | -21,3            |
|                           | 3        | 33,5               | 19,5  | 14,0             |
|                           | totaal   | 46,8 (85)          |       |                  |
| sep                       | 1        | 10,2               | 21,7  | -9,3             |
|                           | 2        | 15,8               | 17,9  | -0,3             |
|                           | 3        | 2,6                | 14,9  | -10,8            |
|                           | totaal   | 28,6 (76)          |       |                  |
| okt                       | 1        | 27,0               | 11,7  | 16,5             |
|                           | 2        | 20,9               | 9,6   | 12,3             |
|                           | 3        | 45,0               | 6,3   | 39,3             |
|                           | totaal   | 92,9 (74)          |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade              |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|---------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 2531 1990</b>       |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Leeuwarden |        |            |                    |       |                  |
| mrt                       | 1      | 18,9       | 7,3                | 7,3   | 11,6             |
|                           | 2      | 12,5       | 16,5               | 16,5  | -4,0             |
|                           | 3      | 10,5       | 17,5               | 17,5  | -7,0             |
|                           | totaal | 41,9 (44)  |                    |       |                  |
| apr                       | 1      | 10,0       | 20,8               | 20,8  | -10,8            |
|                           | 2      | 37,5       | 16,3               | 16,3  | 21,2             |
|                           | 3      | 11,3       | 29,0               | 29,0  | -17,7            |
|                           | totaal | 58,8 (46)  |                    |       |                  |
| mei                       | 1      | 7,9        | 36,2               | 36,2  | -28,3            |
|                           | 2      | 23,9       | 23,1               | 23,1  | 0,8              |
|                           | 3      | 0,0        | 38,5               | 38,5  | -38,5            |
|                           | totaal | 31,8 (47)  |                    |       |                  |
| jun                       | 1      | 51,2       | 26,0               | 26,0  | 25,2             |
|                           | 2      | 16,8       | 19,9               | 19,9  | -3,1             |
|                           | 3      | 23,5       | 33,3               | 33,3  | -9,8             |
|                           | totaal | 91,5 (59)  |                    |       |                  |
| jul                       | 1      | 38,7       | 21,4               | 21,4  | 17,3             |
|                           | 2      | 0,8        | 27,6               | 27,6  | -26,8            |
|                           | 3      | 12,0       | 36,7               | 36,7  | -24,7            |
|                           | totaal | 51,5 (80)  |                    |       |                  |
| aug                       | 1      | 16,0       | 33,1               | 33,1  | -17,1            |
|                           | 2      | 52,5       | 27,0               | 27,0  | 25,5             |
|                           | 3      | 4,9        | 26,3               | 23,7  | -18,8            |
|                           | totaal | 73,4 (85)  |                    |       |                  |
| sep                       | 1      | 45,7       | 14,6               | 13,1  | 32,6             |
|                           | 2      | 36,0       | 14,1               | 12,7  | 23,3             |
|                           | 3      | 71,0       | 11,3               | 10,2  | 60,8             |
|                           | totaal | 152,7 (76) |                    |       |                  |
| okt                       | 1      | 25,9       | 11,0               | 9,9   | 16,0             |
|                           | 2      | 0,8        | 9,2                | 8,3   | 7,5              |
|                           | 3      | 38,5       | 9,3                | 8,4   | 30,1             |
|                           | totaal | 65,2 (74)  |                    |       |                  |

## Bijlage 4 (vervolg)

| maand/decade              |        | Neerslag   | Ref.gewas<br>verd. | E-pot | Neerslag - E-pot |
|---------------------------|--------|------------|--------------------|-------|------------------|
| <b>PR 2531 1991</b>       |        |            |                    |       |                  |
| afkomstig van: Leeuwarden |        |            |                    |       |                  |
| mrt                       | 1      | 20,3       | 7,7                | 7,7   | 12,6             |
|                           | 2      | 6,9        | 11,9               | 11,9  | -5,0             |
|                           | 3      | 5,4        | 18,7               | 18,7  | -13,3            |
|                           | totaal | 32,6 (44)  |                    |       |                  |
| april                     | 1      | 17,2       | 18,6               | 18,6  | -1,4             |
|                           | 2      | 8,4        | 24,2               | 24,2  | -15,8            |
|                           | 3      | 13,7       | 20,2               | 20,2  | -6,5             |
|                           | totaal | 39,3 (46)  |                    |       |                  |
| mei                       | 1      | 18,3       | 18,5               | 18,5  | -0,2             |
|                           | 2      | 11,3       | 23,9               | 23,9  | -12,6            |
|                           | 3      | 1,6        | 26,2               | 26,2  | -24,6            |
|                           | totaal | 31,2 (47)  |                    |       |                  |
| juni                      | 1      | 18,2       | 22,7               | 22,7  | -4,5             |
|                           | 2      | 45,4       | 18,9               | 18,9  | 26,5             |
|                           | 3      | 71,8       | 23,5               | 23,5  | 48,3             |
|                           | totaal | 135,4 (59) |                    |       |                  |
| juli                      | 1      | 6,0        | 40,1               | 40,1  | -34,1            |
|                           | 2      | 17,1       | 28,0               | 28,0  | -10,9            |
|                           | 3      | 13,7       | 37,4               | 37,4  | -23,7            |
|                           | totaal | 36,8 (80)  |                    |       |                  |
| augustus                  | 1      | 1,5        | 29,0               | 29,0  | -27,5            |
|                           | 2      | 7,6        | 25,7               | 25,7  | -18,1            |
|                           | 3      | 7,6        | 34,7               | 31,2  | -23,6            |
|                           | totaal | 16,7 (85)  |                    |       |                  |
| september                 | 1      | 0,4        | 21,7               | 19,5  | -19,1            |
|                           | 2      | 10,2       | 16,4               | 14,8  | -4,6             |
|                           | 3      | 49,7       | 10,0               | 9,0   | 40,7             |
|                           | totaal | 60,3 (76)  |                    |       |                  |
| oktober                   | 1      | 16,3       | 11,0               | 9,9   | 6,4              |
|                           | 2      | 48,7       | 8,6                | 7,7   | 41,0             |
|                           | 3      | 6,0        | 8,0                | 7,2   | -1,2             |
|                           | totaal | 71,0 (74)  |                    |       |                  |

**Bijlage 5. Geschatte bezettingsgraad en botanische samenstelling**

Bezettings% van de blanco behandeling en VZsn1x of VZsn2x in combinatie met N2 na de 1<sup>e</sup> en de 6<sup>e</sup> snede.

| PR 1535              | 03-05-1989 |           | 20-09-1989 |           |
|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                      | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad      | 90         | 92        | 93         | 95        |
| Engels raaigras      | 82         | 83        | 92         | 93        |
| Ruw beemdgras        | 4          | 4         | 3          | 3         |
| Veldbeemdgras        | +          |           |            |           |
| Timothee             | 5          | 4         | 2          | 1         |
| Witte klaver         | +          |           |            |           |
| Straatgras           | 3          | 3         | +          | +         |
| Geknikte vossestaart | 5          | 5         | 3          | 3         |
| Vogelmuur            | 1          | 1         | +          | +         |
| Paardebloem          | +          | +         | +          | +         |
| Kruipende boterbloem | +          |           | +          |           |
| Ridderzuring         | +          |           | +          |           |
| Grote Weegbree       |            | +         |            |           |
| Herderstasje         |            | +         | +          |           |
| Pinksterbloem        |            |           |            |           |
| Gewone hoornbloem    | +          |           |            |           |
| Varkensgras          |            |           | +          | +         |

| PR 1535         | 20-04-1990 |           | 22-10-1990 |           |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad | 75         | 74        | 90         | 91        |
| Engels raaigras | 86         | 86        | 90         | 91        |
| Timothee        | 6          | 6         | 4          | 4         |
| Witte klaver    | +          | +         | +          |           |
| Straatgras      | 7          | 7         | 6          | 5         |
| Vogelmuur       | 1          | 1         | +          | +         |
| Paardebloem     | +          | +         |            | +         |
| Ridderzuring    | +          |           |            |           |
| Herderstasje    | +          | +         |            | +         |

## Bijlage 5 (vervolg)

| PR 4533               | 01-05-1989 |           | 25-09-1989 |           |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                       | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad       | 88         | 85        | 89         | 93        |
| Engels raaigras       | 86         | 88        | 92         | 94        |
| Ruw beemdgras         | 2          | 1         | +          | +         |
| Veldbeemsgras         | 2          | 2         | +          |           |
| Timothee              | +          | +         |            |           |
| Beemdlanbloem         | +          | +         | +          |           |
| Italiaans raaigras    | +          | +         |            | +         |
| Kweek                 |            | +         | +          | +         |
| Grote vossesstaart    | +          |           | +          | +         |
| Straatgras            | 9          | 8         | 5          | 3         |
| Geknikte vossesstaart | +          |           | +          |           |
| Vogelmuur             | 1          | 1         | 2          | 1         |
| Paardebloem           | +          | +         | 1          | 1         |
| Kruipende boterbloem  | +          | +         | +          | 1         |
| Ridder- en kruizuring |            |           | +          |           |
| Herderstasje          |            |           | +          |           |
| Pinksterbloem         |            | +         |            |           |
| Varkensgras           |            |           | +          | +         |
| Kruiskruid            |            |           | +          | +         |

| PR 4533               | 25-04-1990 |           | 01-11-1990 |           |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                       | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad       | 90         | 89        | 89         | 86        |
| Engels raaigras       | 80         | 82        | 98         | 98        |
| Ruw beemdgras         | 3          | 2         | +          | +         |
| Timothee              |            |           | +          |           |
| Italiaans raaigras    | +          | +         | +          |           |
| Witte klaver          |            |           | +          |           |
| Grote vossesstaart    |            |           | +          |           |
| Straatgras            | 14         | 14        | 2          | 2         |
| Geknikte vossesstaart | 3          | 2         | +          | +         |
| Vogelmuur             | +          | +         | +          | +         |
| Paardebloem           | +          | +         | +          | +         |
| Kruipende boterbloem  |            | +         |            |           |
| Kruiskruid            |            |           |            | +         |

**Bijlage 5 (vervolg)**

Geschatte bezettingsgraad en botanische samenstelling (bezettingspercentage) van de blanco behandeling en Zs2x (na 1<sup>e</sup> snede) en Zs2x (vóór en ná 1<sup>e</sup> snede) in combinatie met N2 (éénmaal per jaar geschat)

| PR4533               | 17-07-1991 |            |
|----------------------|------------|------------|
|                      | Blanco, N2 | VZsn2x, N2 |
| Bezettingsgraad      | 85         | 78         |
| Engels raaigras      | 93         | 92         |
| Ruw beemdgras        | 3          | 1          |
| Italiaans raaigras   | +          | +          |
| Witte klaver         | +          | -          |
| Kweek                | 1          | 3          |
| Straatgras           | 3          | 3          |
| Geknikte vossestaart | -          | 1          |
| Rietzwenkgras        | +          | -          |
| Watergras            | +          | +          |
| Vogelmuur            | +          | +          |
| Paardebloem          | +          | +          |
| Herderstasje         | +          | -          |
| Varkensgras          | +          | +          |
| Waterpeper           | +          | +          |
| Veenwortel           | +          | +          |
| Winde                | +          | +          |
| Grote weegbree       | -          | +          |

Botanische samenstelling van proefveld 1991 op ROC Zegveld (PR5533) is niet beschikbaar

**Bijlage 5 (vervolg)**

| PR 5533              | 26-04-1989 |           | 02-10-1989 |           |
|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                      | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad      | 89         | 89        | 89         | 86        |
| Engels raaigras      | 36         | 39        | 63         | 64        |
| Ruw beemdgras        | 29         | 30        | 17         | 18        |
| Veldbeemsgras        | 2          | 2         | 1          | 1         |
| Timothee             | +          | 1         | +          |           |
| Beemdlangbloem       | +          |           |            |           |
| Witte klaver         | 1          | +         | +          | +         |
| Kweek                | 2          | 1         | 3          | 2         |
| Fioringras           | 6          | 4         | 4          | 4         |
| Straatgras           | 11         | 10        | 4          | 4         |
| Geknikte vossestaart | 10         | 10        | 6          | 5         |
| Mannagras            | 1          |           | +          |           |
| Vogelmuur            | +          | +         | +          | +         |
| Paardebloem          | +          | 1         | 1          | 1         |
| Kruipende boterbloem | 1          | 1         | 1          | 1         |
| Speenkruid           | 1          | 1         |            |           |
| Scherpe boterbloem   | +          |           | +          |           |
| Varkensgras          |            | +         | +          | +         |
| Echte witbol         |            |           | +          |           |
| Kruiskruid           |            |           | +          |           |
| Moeraskers           |            |           |            | +         |

| PR 5533              | 25-04-1990 |           | 01-11-1990 |           |
|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|
|                      | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 | Blanko,N2  | VZsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad      | 94         | 89        | 85         | 78        |
| Engels raaigras      | 85         | 90        | 99         | 99        |
| Ruw beemdgras        | 1          | 1         | 1          | 1         |
| Gestreepte witbol    |            | +         |            |           |
| Straatgras           | 13         | 8         |            |           |
| Vogelmuur            | +          | +         |            |           |
| Paardebloem          | +          | +         | +          | +         |
| Kruipende boterbloem |            | +         |            |           |
| Paarse dovenetel     | +          | +         |            |           |
| Speenkruid           | 1          | 1         |            |           |



## Bijlage 5 (vervolg)

| PR 1536               | 03-05-1989 |          | 20-09-1989 |          |
|-----------------------|------------|----------|------------|----------|
|                       | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad       | 88         | 91       | 89         | 89       |
| Engels raaigras       | 83         | 86       | 93         | 89       |
| Ruw beemdgraas        | 2          | 4        | +          | 1        |
| Veldbeemdgras         | +          |          |            |          |
| Timothee              | 5          | 4        | 2          | 2        |
| Witte klaver          |            | +        |            |          |
| Kweek                 |            |          | +          |          |
| Fioringras            | +          | +        |            |          |
| Straatgras            | 4          | 5        | 2          | 1        |
| Geknikte vossestaart  | 5          | 7        | 3          | 6        |
| Vogelmuur             | 1          | 1        | +          | 1        |
| Paardebloem           | +          | +        | +          | +        |
| Kruipende boterbloem  |            |          | +          |          |
| Ridder- en Krulzuring |            | +        |            |          |
| Grote weegbree        |            | +        |            |          |
| Herderstasje          | +          | +        | +          |          |
| Gewonde hoornbloem    | +          |          | +          |          |
| Varkensgras           |            |          | +          | +        |

| PR 1536         | 20-04-1990 |          | 22-10-1990 |          |
|-----------------|------------|----------|------------|----------|
|                 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad | 93         | 93       | 94         | 94       |
| Engels raaigras | 80         | 84       | 93         | 91       |
| Ruw beemdgraas  | 1          | +        | 1          | +        |
| Veldbeemdgras   | +          | 1        |            |          |
| Timothee        | 6          | 5        | 2          | 2        |
| Beemdlangbloem  |            | +        | +          |          |
| Witte klaver    | +          | +        |            |          |
| Straatgras      | 9          | 6        | 4          | 7        |
| Vogelmuur       | 4          | 4        | +          | +        |
| Paardebloem     | +          | +        | +          | +        |

## Bijlage 5 (vervolg)

PR 1535, 1536 28-05-1991

|                 | blanco, N2 | Zsn1x, N2 | Zsn2x, N2 |
|-----------------|------------|-----------|-----------|
| Bezettingsgraad | 82         | 80        | 83        |
| Engels raaigras | 70         | 70        | 67        |
| Ruw beemdgras   | 9          | 9         | 9         |
| Veldbeemdgras   | +          | +         | +         |
| Timothee        | 12         | 12        | 14        |
| Straatgras      | 9          | 9         | 10        |
| Vogelmuur       | +          | -         | -         |
| Paardebloem     | +          | -         | +         |

PR 2531

|                      | 03-05-1989 |          | 13-09-1989 |          |
|----------------------|------------|----------|------------|----------|
|                      | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad      | 96         | 95       | 94         | 94       |
| Engels raaigras      | 78         | 81       | 94         | 92       |
| Ruw beemdgras        | 1          | +        |            |          |
| Timothee             | 4          | 4        | 2          | 2        |
| Beemdlanbloem en     | 1          | 2        | +          | 1        |
| Italiaans raaigras   |            |          |            |          |
| Witte klaver         | +          | +        | +          | +        |
| Straatgras           | 13         | 10       | 2          | 3        |
| Vogelmuur            | 2          | 2        | +          | +        |
| Paardebloem          | 1          | 1        | 2          | 2        |
| Kruipende boterbloem | +          | +        | +          | +        |
| Herderstasje         | +          | +        | +          | +        |
| Weidekers            | +          | +        |            |          |
| Gewonde hoornbloem   | +          | +        |            |          |
| Ereprijs             |            | +        |            |          |
| Pinksterbloem        |            | +        |            |          |
| Veldzuring           |            |          | +          |          |

## Bijlage 5 (vervolg)

| PR 2531              | 20-04-1990 |          | 26-10-1990 |          | 31-05-1991 |          |
|----------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|                      | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 | Blanko,N2  | Zsn2x,N2 |
| Bezettingsgraad      | 94         | 91       | 73         | 69       | 87         | 89       |
| Engels raaigras      | 90         | 92       | 97         | 97       | 92         | 95       |
| Ruwbeemdgras         |            |          | +          |          | +          | +        |
| Timothee             | +          | +        | +          | +        | 3          | 2        |
| Italiaans raaigras   | +          |          |            |          | +          | +        |
| Witte klaver         | +          |          |            |          | 0,5        | +        |
| Kweek                |            |          | +          | +        |            |          |
| Straatgras           | 2          | 1        | 3          | 2        | 3          | 2        |
| Geknikte vossestaart |            | +        | +          |          |            |          |
| Vogelmuur            | 8          | 7        | +          | +        | 0,5        | +        |
| Paardebloem          | +          |          | +          | +        | 1          | 1        |
| Kruipende boterbloem | +          | +        |            |          | +          | +        |
| Weidekers            | +          | +        |            |          |            |          |
| Speenkruid           | +          |          |            |          |            |          |
| Pinksterbloem        |            | +        |            |          |            |          |
| Melkdistel           |            |          | +          | +        |            |          |
| Herderstasje         |            |          |            |          | +          | +        |

## List of tables and figures

Figure 1. Diagram of distribution of slurry in soil after application using deep injection, shallow injection with open and with closed slits.

Table 1. Review of slurry application treatments applied (\*) and relevant codes used in the various experiments

Table 2. Minimum and maximum values of results of soil analysis for the layer of 0 - 5 cm of the experimental fields on the various locations.

Table 3. Minimum and maximum dry matter, N total and N-NH<sub>4</sub> contents (g·litre<sup>-1</sup>) in the cattle slurry applied.

Table 4. Amounts of slurry (ton·ha<sup>-1</sup>), N total (kg·ha<sup>-1</sup>) and N-NH<sub>4</sub> (kg·ha<sup>-1</sup>) of cattle slurry as applied in the various experiments.

Table 5a. Average dry matter yields (DM in kg·ha<sup>-1</sup>) and N yields (N in kg·ha<sup>-1</sup>) of first four cuts obtained with different combinations of amounts of cattle slurry N (kg·ha<sup>-1</sup>) (applied by shallow injection with open (VZ) and with closed slits (VZI) before and immediately after first cut) and amounts of fertilizer N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N·ha<sup>-1</sup> per year) in the experiments on sandy grassland (PR 1535).

Table 5b. Average dry matter yields (DM in kg·ha<sup>-1</sup>) and N yields (N in kg·ha<sup>-1</sup>) of first four cuts obtained with different combinations of amounts of cattle slurry N (kg·ha<sup>-1</sup>) (applied by shallow injection with open (VZ) and with closed slits (VZI) before and immediately after first cut) and amounts of fertilizer N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N·ha<sup>-1</sup> per year) in the experiments on the experiments on river basin clay (PR 4533).

Table 5c. Average dry matter yields (DM in kg·ha<sup>-1</sup>) and N yields (N in kg·ha<sup>-1</sup>) of first four cuts obtained with different combinations of amounts of cattle slurry N (kg·ha<sup>-1</sup>) (applied by shallow injection with open (VZ) and with closed slits (VZI) before and immediately after first cut) and amounts of fertilizer N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N·ha<sup>-1</sup> per year) in the experiments on well-drained peaty grassland (PR 5533).

Figure 2. Effect of fertilizer N on N uptake and dry matter yield of treatments with zero N application of 0, 1\*20 and 2\*20 tonnes of cattle slurry per ha by shallow injection with open (VZ-20 and VZ20+20) and closed slits (VZI-20 and ZI-20+20) on sandy soil in 1991 (PR 1535).

Figure 3. Effect of fertilizer N on N uptake and dry matter yield of treatments with zero N application of 0, 1\*20 and 2\*20 tonnes of cattle slurry per ha by shallow injection with open (VZ-20 and VZ20+20) and closed slits (VZI-20 and ZI-20+20) on heavy sea clay in 1990 (PR 2531).

Table 6a. Average dry matter yields (DM in kg·ha<sup>-1</sup> per year) and N yields (N in kg·ha<sup>-1</sup> per year) obtained with different combinations of amounts of N from cattle slurry (kg·ha<sup>-1</sup>) applied by shallow injection with open (ZZ) and closed slits (ZZI) during growing season (after 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> cuts), and amounts of fertilizer N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N·ha<sup>-1</sup> per year, in the experiments on sandy grassland (PR 1536).

Table 6b. Average dry matter yields (DM in kg·ha<sup>-1</sup>) and N yields (N in kg·ha<sup>-1</sup>) obtained with with different combinations of amounts of N from cattle slurry (kg·ha<sup>-1</sup>) applied by shallow injection with open (ZZ) and closed slits (ZZI) during the growing season (after 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> cuts), and amounts of fertilizer N (N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> in kg N·ha<sup>-1</sup> per year, in the experiments on heavy sea clay (PR 2531).  
Table 7. N-efficiency (kg DM·kg N<sup>-1</sup>) of fertilizer N based on dry matter yields of first four cuts and annual dry matter yields, in the experiments with cattle slurry application in spring.

Table 8. N-recovery (kg N·kg N<sup>-1</sup>·100 %) of fertilizer N based on N yields of the first four cuts and

annual yields in the experiments with cattle slurry in spring.

Table 9. N efficiency ( $\text{kg DM} \cdot \text{kg N}^{-1}$ ) of cattle slurry based on dry matter yields of first four cuts (S4) and annual dry matter yields (J) for treatments with slurry application by shallow injection with open (VZ) and closed-slits (VZI) and surface spreading (VB) before and immediately after first cut.

Table 10. N recovery ( $\text{kg N} \cdot \text{kg N}^{-1} \cdot 100\%$ ) of cattle slurry N calculated on the basis of N yields of first four cuts (S4) and annual N yields (J) for treatments with slurry application by shallow injection with open (VZ) and closed-slits (VZI) and surface spreading (VB) before and immediately after first cut.

Table 11. N efficiency ( $\text{kg DM} \cdot \text{kg N}^{-1}$ ) and N recovery ( $\text{kg N} \cdot \text{kg N}^{-1} \cdot 100\%$ ) of fertilizer N based on annual dry matter and N yields in the experiments with cattle slurry application in summer (PR 1536 and PR 2531).

Table 12. N efficiency ( $\text{kg DM} \cdot \text{kg N}^{-1}$ ) of cattle slurry N based on annual dry matter yields in the experiments with slurry application in summer.

Table 13. N recovery ( $\text{kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$ ) of cattle slurry N based on the annual N yields obtained in the experiments with slurry application in summer.

Table 14. N efficiencies and N recoveries of mineral N ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) from cattle slurry based on DM and N yields of cut 1-4 and compared with those of fertilizer ( $\text{N}_1\text{-N}_0$ ) in the various experiments with slurry application in spring.

Table 15. N efficiencies and N recoveries of mineral N ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) from cattle slurry based on the annual dry matter and N yields and compared with those of fertilizer ( $\text{N}_1\text{-N}_0$ ) in the various experiments with slurry application in summer.

Table 16. N efficiency indices (%) of cattle slurry applied in spring based of dry matter yield of first four cuts and annual yields respectively.

Table 17. N efficiency indices (%) of cattle slurry applied in spring based on N yields of first four cuts and annual yields respectively.

Table 18. N efficiency indices (%) of cattle slurry applied during growing season (summer, after 2<sup>nd</sup> cut) based on annual dry matter yields and compared with fertilizer N.

Table 19. N efficiency indices (%) of cattle slurry applied during growing season (summer, after 2<sup>nd</sup> cut) based on annual N yields and compared with fertilizer N.

Table 20. Distribution of the N-effect (in  $\text{kg DM} \cdot \text{kg N}^{-1}$  and as % of total N efficiency) of cattle slurry applied by shallow injection with open and closed slits over the individual cuts.

Table 21. Distribution of the N recovery (in  $\text{kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$  and as % of total N recovery) of cattle slurry applied by shallow injection with open and with closed slits.

Table 22. Differences in dry matter yield ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  and as %) obtained by comparing treatments with slit cutting (before first cut in spring (...sn1x) and before and immediately after first cut (...sn2x)) performed by shallow injection with open (VZ) and with closed slits (VZI), with treatments with no slit cutting in the cut following slit cutting (S1) and per year (J) (comparison done at fertilizer level  $\text{N}_{30}$ ).

Table 23. Differences in dry matter yield ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  and as %) obtained by comparing treatments with slit cutting (after second cut (...sn1x) and after second and fourth cut (...sn2x)) performed by shallow injection with open (ZZ) and with closed slits (ZZI), with treatments with no slit cutting, in the cut following slit cutting (S1) and per year (J) (comparison done at fertilizer level  $\text{N}_{30}$ ).

Table 24. Average N efficiency indices (%) based on dry matter (DM) and nitrogen (N) yield with number of experimental years on which averages are based.

# ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

| Nr. |                                                                                                                                     | Prijs |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 114 | Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989                                                                 | 25,00 |
| 115 | Bodem, vegetatie, produktie 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 inkuilen 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 snijmais. 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 | Continuëgebruik 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 |
| 140 | Proprio Noord-Brabant. 1992                                                                                                         | 25,00 |
| 141 | Dairy farming and automatic milking. 1992                                                                                           | 25,00 |
| 142 | Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland naar gebruikswijze. 1992                                                          | 25,00 |
| 143 | Twee duurzaamheidscriteria getoetst aan een gangbaar melkveebedrijf. 1993                                                           | 25,00 |
| 144 | Stikstofverliezen en inkomen bij meer jongvee op melkveebedrijven. 1993                                                             | 25,00 |
| 145 | Afname melkstellen door melkmeters. 1993                                                                                            | 25,00 |
| 146 | Inkuilverliezen bij snijmais. 1993                                                                                                  | 25,00 |
| 147 | Stromend diepkoelen van rauwe melk. 1993                                                                                            | 25,00 |
| 148 | Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland. 1993                                                                             | 25,00 |
| 149 | Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen emissie-arme bedrijfssystemen op melkveebedrijven. 1993                            | 25,00 |
| 150 | Invloed bedrijfsfactoren op energieverbruik melkveebedrijven. 1994                                                                  | 25,00 |
| 151 | Perspectieven grassenveredeling voor bedrijfsinkomen en mineralenoverschotten. 1994                                                 | 25,00 |
| 152 | Effect bodemverdichting op opbrengst en stikstofopname Engels raaigras op zandgrond. 1994                                           | 25,00 |
| 153 | Vertrapping en grasaanbod op veengrasland met een slechte draagkracht. 1994                                                         | 25,00 |
| 154 | Tactische N-voorjaarsbemesting op gras-klavermengsels. 1994                                                                         | 25,00 |
| 155 | High Performance Conditioner. 1995                                                                                                  | 25,00 |
| 156 | Aanzuren rundermest in stal en silo. 1995                                                                                           | 25,00 |
| 157 | Energieverbruik bij ruwvoerteelt en -winning op melkveebedrijven. 1995                                                              | 25,00 |
| 158 | Beheersovereenkomsten op grasland van melkveebedrijven. Inpasbaarheid. 1995                                                         | 25,00 |
| 159 | Beheersovereenkomsten op grasland van melkveebedrijven. Economie en gevolgen voor de P-huishouding. 1995                            | 25,00 |
| 160 | Stikstof en fosfaatoverschot bij landbouwkundig goede bedrijfsvoering. 1995                                                         | 25,00 |
| 161 | Effect vacuümverhoging en spoelen in kolommen op uitspoelen melk. 1995                                                              | 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.