



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's
Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 136

Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland

ARCHIEF
Voorlichting

R. L. M. Schils

Juni 1992

Colofon

Uitgever:

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

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 1992/oplage 400

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. 136.

Referaat

Mesttoediening – De invloed van het tijdstip van toediening op de stikstofwerking van dunne rundermest op grasland (PR-rapport 136)/R. L. M. Schils - Lelystad, 1992. Stikstofwerking, verdeling van de werking en schade bij injectie en bovengrondse toediening van dunne rundermest op verschillende tijdstippen in het groeiseizoen.

Trefw.: Dunne rundermest, injectie, bovengrondse toediening, grasland.

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

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

**INVLOED TIJDSTIP VAN TOEDIENING OP STIKSTOFWERKING
VAN DUNNE RUNDERMEST OP GRASLAND**

**Effect of application time on nitrogen utilization
of cattle slurry applied to grassland**

R.L.M. Schils

SAMENVATTING

Bij de bovengrondse toediening van dunne rundermest kunnen grote stikstofverliezen in de vorm van ammoniakvervluchtiging optreden. Deze verliezen vormen ongeveer de helft van de ammoniakverliezen op het melkveebedrijf. De overheid heeft als doelstelling de ammoniakvervluchtiging in het jaar 2000 te reduceren tot 50 % van het niveau in 1980. Met de beperking van de verliezen bij mesttoediening kan dus een groot deel van de beoogde reductie bereikt worden. Onderzoek van Sniijders liet zien dat de stikstofwerking bij injectie verdubbelde ten opzichte van bovengrondse toediening. De gemiddelde stikstofwerking op basis van de stikstofopbrengst was bij injectie en bovengrondse toediening respectievelijk 55 en 25 %. In dit onderzoek werd echter alleen voor de eerste snede mest toegediend. Omdat in de praktijk ook mest op andere tijdstippen wordt toegediend is het van belang de stikstofwerking bij injectie gedurende het groeiseizoen vast te stellen. Uit het onderzoek van Sniijders bleek dat de opbrengstverhoging als gevolg van injectie voor bijna de helft in de tweede snede tot stand kwam. Uit de resultaten bleek dat er mogelijk een relatie kon zijn tussen de verdeling van de opbrengstverhoging over het seizoen en het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst. De gegevens uit het onderzoek van Sniijders waren echter niet geschikt om een duidelijke relatie tussen de verdeling van de opbrengstverhoging en het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst vast te stellen.

Om bovenstaande vragen te beantwoorden werden in de periode 1984 tot 1988 de volgende vier proeven uitgevoerd:

- 1) Injectie van 30 m³ dunne rundermest per ha voor de eerste snede en injectie in de zomer. Het onderzoek werd uitgevoerd op zand (PR228) en zavel (PR229).
- 2) Injectie van 40 m³ dunne rundermest per ha op verschillende tijdstippen voor de eerste snede en in de zomer. Het onderzoek werd uitgevoerd op zand (PR386) en zavel (PR387).
- 3) Injectie (40 m³.ha⁻¹) voor de eerste snede. De eerste snede werd gemaaid op drie tijdstippen. De proef lag alleen op zavel (PR387X).
- 4) Bovengrondse toediening van 10 - 20 m³ dunne rundermest per ha op verschillende tijdstippen voor de eerste snede en in de zomer. De proef werd uitgevoerd op zandgrond (PR388).

Bij PR387X werd geen stikstof uit kunstmest toegediend. In de overige proeven werd elke drijfmestbehandeling gecombineerd met vier kunstmeststikstoftrappen: 0, 200, 400 en 600 kg N per ha per jaar bij zes sneden. De proefvelden waren meestal eenjarig en alle behandelingen werden in viervoud aangelegd. Alle proefvelden werden ruim bemest met fosfaat en kali.

Op alle proefvelden werd de droge-stofopbrengst en het stikstofgehalte van het gras bepaald. Bovendien werd in een aantal proeven ook het nitraatgehalte van het gras bepaald.

De droge-stofopbrengst op jaarbasis varieerde sterk tussen jaar en plaats. Zonder enige stikstofbemesting waren de laagste en de hoogste droge-stofopbrengst respectievelijk 3984 (PR386, 1986) en 10183 (PR228, 1984) kg.ha⁻¹.jaar⁻¹. De stikstofgift uit kunstmest, waarbij een marginaal stikstofeffect van 13 kg ds.kg N⁻¹ werd bereikt varieerde van 146 tot 431 kg.ha⁻¹.jaar⁻¹. Deze

verschillen zijn vooral veroorzaakt door verschillen in het stikstofleverend vermogen van de bodem en verschillen in de vochtvoorziening. In 6 van de 13 proefjaren was de maximale droge-stofopbrengst bij een combinatie van dunne rundermest en kunstmest hoger dan de maximale droge-stofopbrengst bij gebruik van alleen kunstmest.

Toediening van dunne rundermest resulteerde in een duidelijke verhoging van de droge-stofopbrengst waarbij een interactie optrad met de stikstofgift uit kunstmest. Bij injectie was de opbrengstverhoging hoger dan bij bovengrondse toediening vanwege een betere stikstofwerking en een hogere dosering. Bij bovengrondse toediening waren de opbrengsteffecten daardoor nauwelijks significant aantoonbaar.

De invloed van dunne rundermest en kunstmest op de stikstofopbrengst waren globaal gelijk aan die van de droge-stofopbrengst. Zonder enige stikstofbemesting varieerde de stikstofopbrengst van 83 (PR229, 1984) tot 293 (PR228, 1984) $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$, hetgeen wijst op grote verschillen in N-levering door de bodem. De stikstofopbrengst nam bij toenemende stikstofgiften relatief minder af dan de droge-stofopbrengst.

Evenals de droge-stofopbrengst nam de stikstofopbrengst duidelijk toe bij toediening van dunne rundermest. De interactie met stikstof uit kunstmest was minder sterk dan bij de droge-stofopbrengst, zodat ook bij hogere kunstmestniveau's nog duidelijk effecten merkbaar waren van rundermesttoediening. Significante effecten konden bij de stikstofopbrengst vaker aangetoond worden dan bij de droge-stofopbrengst. Desondanks konden bij bovengrondse toediening niet veel significante effecten aangetoond worden.

In dit onderzoek werd bij injectie regelmatig een significante opbrengstderving vastgesteld in de eerste snede na toediening.

In veel gevallen werd de opbrengstderving op jaarbasis vrijwel volledig gecompenseerd. Duidelijke relaties tussen tijdstip van toediening en schade konden niet aangetoond worden. Wel wezen de resultaten in de richting dat een neerslagtekort in de decade na toediening een grotere kans op schade gaf. Omdat de kans op vochttekorten in de zomer groter is dan in het voorjaar is het aannemelijk dat injectie in de zomer tot hogere opbrengstdervingen kan leiden.

Bij bovengrondse toediening werden in dit onderzoek alleen in 1987 significante opbrengstdervingen in de eerstvolgende snede na toediening vastgesteld. Evenals bij injectie blijkt uit de resultaten geen direct verband tussen tijdstip en schade. Die gevallen waarbij schade optrad vielen wel samen met een hoge referentiegewasverdamping.

De gemiddelde N-efficiëntie bij een stikstofgift van $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ uit kunstmest bedroeg in dit onderzoek $27,3 \text{ kg ds} \cdot \text{kg N}^{-1}$ met een variatie van 17,4 tot $40,9 \text{ kg ds} \cdot \text{kg N}^{-1}$. Bij hogere stikstofgiften uit kunstmest nam de N-efficiëntie duidelijk af. De gemiddelde N-recovery bij $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bedroeg $0,87 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$ met een variatie van 0,66 tot $1,12 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$. In tegenstelling tot de N-efficiëntie nam de N-recovery slechts in geringe mate af bij een toenemende stikstofbemesting.

De N-efficiëntie van geïnjecteerde en bovengronds toegediende dunne rundermest varieerde respectievelijk van 1,2 tot 21,2 en van 0,2 tot $13,5 \text{ kg ds} \cdot \text{kg N}^{-1}$ afhankelijk van tijdstip van

toediening, lokatie en jaar. Voor de N-recoveries bedroeg dit bij injectie 0,12 tot 0,77 kg N.kg N⁻¹ en bij bovengrondse toediening -0,04 tot 0,39 kg N.kg N⁻¹. Indien geïnjecteerd werd voor de eerste snede was er tussen de verschillende tijdstippen geen verschil in N-recovery. De gemiddelde N-recovery bij injectie voor de eerste snede was op zand en op zavel respectievelijk 0,62 en 0,49 kg N.kg N⁻¹. Bij latere injectie (voor de derde en vierde snede) was de gemiddelde N-recovery op zand en zavel respectievelijk 0,41 en 0,37 kg N.kg N⁻¹, dus duidelijk lager dan bij injectie voor de eerste snede. Tussen de proefjaren en lokaties bestonden echter grote verschillen. In sommige gevallen was de N-recovery bij latere injectie net zo hoog of zelfs nog hoger dan bij voorjaarsinjectie.

Bij bovengrondse toediening was er geen effect van tijdstip op de N-recovery. Gemiddeld over alle behandelingen was de N-recovery bij giften van 20 m³.ha⁻¹ 0,26 kg N.kg N⁻¹.

In de tabel zijn de gemiddelde werkingscoëfficiënten bij apart aanwenden weergegeven, zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. De werkingscoëfficiënt bij apart aanwenden wordt berekend door de N-efficiëntie of N-recovery van rundermeststikstof te vergelijken met die van kunstmeststikstof. De indeling is gemaakt naar de factoren die een duidelijke invloed hadden op de stikstofwerking.

Tabel 0. Gemiddelde stikstofwerking (%) berekend op basis van de droge-stofopbrengst (DS) en op basis van de stikstofopbrengst (N).

	DS	N
INJECTIE		
ZAND		
voorjaar	57	76
zomer	36	45
ZAVEL		
voorjaar	41	51
zomer	33	39
BOVENGRONDS		
	23	24

In het voorjaar is de werkingscoëfficiënt op zand duidelijk hoger dan op zavel. In de zomer zijn de werkingscoëfficiënten lager dan in het voorjaar maar tussen zand en zavel bestaan geen grote verschillen. Bij injectie was de werkingscoëfficiënt op basis van de stikstofopbrengst altijd hoger dan de werkingscoëfficiënt op basis van de droge-stofopbrengst.

Bij bovengrondse toediening was de werkingscoëfficiënt gemiddeld 23 % op basis van de droge-stofopbrengst en 24 % op basis van de stikstofopbrengst.

Bij injectie kwam het grootste deel van de opbrengstverhoging meestal tot stand in de eerste drie sneden na injectie. Bij injectie voor de eerste snede kon een duidelijke relatie gelegd worden tussen het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede en het aantal dagen tussen injectie en oogst van de eerste snede. Volgens het regressiemodel is het aandeel in de eerste snede bij een

groeiperiode van respectievelijk 30 en 60 dagen, 16 en 61 % op basis van de droge-stofopbrengst en 29 en 74 % op basis van de stikstofopbrengst.

Bij injectie voor de derde of vierde snede kwam er in de eerste snede na toediening op basis van de droge-stofopbrengst nauwelijks een opbrengstverhoging tot stand. Op basis van de stikstofopbrengst kwam gemiddeld 15 % van de opbrengstverhoging in de eerstvolgende snede tot stand. Het overgrote deel van de opbrengstverhoging kwam in de tweede snede tot stand, 62 % op basis van de droge-stofopbrengst en 58 % op basis van de stikstofopbrengst.

Bij bovengrondse toediening waren de opbrengsteffecten per snede zelden significant. Gemiddeld kwam 51 % van de opbrengstverhoging op basis van de drogestof in de eerste snede tot stand. Bij de stikstofopbrengst was dit 54 %. Er was geen relatie tussen tijdstip van toediening en aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede.

De stikstofgehalten van gras zijn bij injectie duidelijk verhoogd, vooral in de eerste snede na toediening. Bij bovengrondse toediening is een stijging van het stikstofgehalte niet waarneembaar.

Uit de resultaten blijkt dat de nitraataccumulatie sterk afhankelijk is van de stikstofopbrengst. Tot een stikstofopbrengst van 200-300 kg.ha⁻¹ stijgt de nitraataccumulatie slechts in geringe mate. Daarboven neemt de nitraataccumulatie sterk toe. Indien de kunstmestgift aangepast wordt aan de te verwachten stikstofwerking is er geen gevaar voor te hoge nitraatgehalten bij injectie.

Conclusies

De stikstofwerking bij injectie is hoger dan bij bovengrondse toediening.

De stikstofwerking is hoger bij injectie voor de eerste snede dan bij injectie voor de derde en vierde snede.

Bij injectie voor de eerste snede heeft het tijdstip geen invloed op de stikstofwerking.

Bij injectie voor de eerste snede is er een duidelijke relatie tussen het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede en het aantal dagen tussen toediening en oogst eerste snede. Naarmate het interval tussen injectie en oogst eerste snede langer werd, was het aandeel in de eerste snede hoger.

Bij injectie voor de eerste snede is de stikstofwerking op zand hoger dan op zavel.

Bij injectie zijn de stikstofgehalten in het gras verhoogd, met name in de eerstvolgende snede na injectie. Hierdoor is de stikstofwerking op basis van de stikstofopbrengst hoger dan op basis van de droge-stofopbrengst.

In de eerstvolgende snede na injectie treedt vaak een opbrengstderving op. In de meeste gevallen wordt deze opbrengstderving in latere sneden weer gecompenseerd.

Indien de stikstofgift uit kunstmest aangepast wordt aan de stikstofwerking van geïnjecteerde mest, is de kans op verhoogde nitraatgehalten te verwaarlozen.

Het tijdstip van toediening heeft bij bovengrondse toediening geen invloed op de stikstofwerking en de verdeling van de stikstofwerking over de sneden.

SUMMARY

Effect of application time on nitrogen utilization of cattle slurry applied to grassland.

Surface application of cattle slurry results in large nitrogen losses due to ammonia volatilization. On Dutch intensive dairy farms these losses represent approximately 50 % of the ammonia losses. The government has set a goal to reduce the ammonia volatilization in the year 2000 with 50 % compared to 1980. So if the nitrogen utilization with slurry application can be improved this will mean a significant contribution to the aimed reduction.

Earlier research of Snijders et. al. (1987) showed that the nitrogen utilization can be improved by injection of slurry. Compared to surface application the apparent nitrogen recovery doubled with injection. However, this research only dealt with injection before the first cut and the question remained what effects injection in other periods would have on the nitrogen utilization and the distribution of the effect of slurry nitrogen over the season.

So in 1984-1988 four trials were conducted with different times of application, both injection and surface application.

- 1) Injection of cattle slurry ($30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) before the first cut and in summer. These trials were carried out on a sandy soil (PR228) and a loamy soil (PR229).
- 2) Injection of cattle slurry ($40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) at different dates before the first cut and in summer. These were conducted on sand (PR386) and loam (PR387).
- 3) Injection of cattle slurry ($40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) before the first cut. The first cut was mown on different dates. This trial was only carried out on loam (PR387X) and was at the same location as trial PR387.
- 4) Surface application ($10 - 20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) of cattle slurry at different dates before the first cut and in summer. This trial was only carried out on a sandy soil (PR388).

All trials were split plot experiments with four replicates. The main treatments consisted of the different dates of slurry application. The slurry was applied with a special field trial applicator. In trial PR387X no artificial nitrogen was applied. In the other trials each slurry treatment was combined with four application rates of Calcium Ammonium Nitrate (CAN, 27 % N). The rates of nitrogen from CAN were 0, 200, 400 and $600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ with 6 cuts per year. All experimental fields were fertilized with ample amounts of fosfate and potassium. The plots were cut at an estimated dry matter yield of $2500-3000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ and samples were taken for analysis.

The annual dry matter yield of unfertilized plots (no nitrogen from slurry or artificial fertilizer) varied from 3984 en $10183 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. On fertilized plots the highest yield was $17710 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$. In 6 out of the 13 trial years the maximal dry matter yield with a combination of slurry and artificial fertilizer was higher than the maximal dry matter yield with artificial fertilizer alone. These effects of slurry have been observed in earlier research as well and are called the "specific effect"

of slurry.

There were big differences between locations and years in the effect of nitrogen on dry matter yield. With no slurry applied, a marginal nitrogen effect of 13 kg DM per kg N was reached at a fertilizer nitrogen rate of 146 to 431 kg.ha⁻¹.year⁻¹. These differences are a result of differences in soil nitrogen supply and water supply.

Injection of slurry resulted in increased dry matter yields. There was a strong interaction between slurry nitrogen and fertilizer nitrogen. With increasing rates of artificial fertilizer the effect of slurry injection on the dry matter yield decreased. The effect of surface application on the dry matter yield was less pronounced because of higher N-losses and lower application rates.

The effect of slurry on the nitrogen yield was nearly similar to the effects on the dry matter yield. On the plots without any nitrogen fertilization the nitrogen yield varied from 83 to 293 kg.ha⁻¹.year⁻¹. The interaction between slurry and fertilizer nitrogen was less pronounced. At higher rates of artificial fertilizer there was still a positive effect of slurry on the nitrogen yield.

In these trials negative effects due to slurry injection occurred in several years. The negative effects occurred in the first cut after slurry application. In most trial years the negative effect was compensated in the remaining cuts, so that at the end of a year no significant negative effects remained. There was no relationship between application time and negative effect. There were some indications that negative effects due to injection occurred mainly after periods with precipitation deficits.

After surface application only minor negative effects were recorded. These occurred in periods with a high evaporation.

The apparent nitrogen efficiency and apparent nitrogen recovery at the lowest rate of artificial nitrogen (200 kg.ha⁻¹.year⁻¹) varied from 17,4 to 40,9 kg DM per kg N and from 0,66 to 1,12 kg N per kg N respectively. The nitrogen efficiency decreased considerably with increasing fertilizer rates while the nitrogen recovery decreased only slightly.

The nitrogen efficiency of injected and surface spread slurry varied from 1,2 to 21,2 and from 0,2 to 13,5 kg DM per kg N respectively, depending on application time, soil type and year. The N-recoveries varied from 0,12 to 0,77 kg N per kg N for injected slurry and from -0,04 to 0,39 kg N per kg N for surface spread slurry.

If slurry was injected before the first cut there were no differences between application times. Average nitrogen recoveries of slurry nitrogen, injected before the first cut, on sand and loam were 0,62 and 0,49 kg N per kg N respectively. With summer injection (before the third or fourth cut) the average nitrogen recoveries on sand and loam were 0,41 and 0,37 kg N per kg N respectively, so clearly lower than with spring injection. There were big differences between years, so that in some years the nitrogen recovery of summer injected slurry was just as high as the nitrogen recovery of spring injected slurry.

With surface application the application time had no effect on the nitrogen recovery. The average recovery at an application rate of 20 m³.ha⁻¹ was 0,26 kg N per kg N.

The efficiency index for dry matter yield was calculated as the nitrogen efficiency of slurry nitrogen relative to the nitrogen efficiency of fertilizer nitrogen. The same applies for the efficiency index for nitrogen yield, which was calculated from the nitrogen recoveries. The efficiency indices are shown in the table. In spring injection into a sandy soil resulted in a higher efficiency index than injection into a loamy soil.

The efficiency indices in summer are lower than those in spring but the difference between sand and loam is smaller. With injection the efficiency index calculated from the nitrogen yields was always higher than the efficiency index calculated from the dry matter yield. This does not apply to surface application.

Table 0. Average efficiency index (%) calculated from dry matter yield (DM) and from nitrogen yield (N).

	DM	N
INJECTION		
SAND		
spring	57	76
summer	36	45
LOAM		
spring	41	51
summer	33	39
SURFACE APPLICATION		
	23	24

The effect of nitrogen from injected slurry on the dry matter and nitrogen yield was most significant in the first, second and third cut after injection. If slurry was injected before the first cut there was a relation between the effect of slurry nitrogen in the first cut and the number of days between injection date and date of the first cut. With an interval of 30 and 60 days the contribution of slurry nitrogen to the dry matter yield increase in the first cut was 16 and 61 % respectively. For the nitrogen yields they were 29 and 74 % respectively.

If slurry was injected in summer slurry nitrogen hardly contributed to the dry matter yield of the first cut after injection while the contribution to the nitrogen yield was 15 % on average. Most of the slurry nitrogen contributed to a yield increase in the second cut after injection.

With surface application approximately half of the total slurry nitrogen effect was reached in the first cut after application. There was no relationship between the effect of slurry nitrogen in the first cut and the number of days between application date and date of the first cut.

The nitrogen content of grass after injection is clearly higher, the effect occurring mainly in the first cut after injection. With surface application this did not occur.

The nitrate accumulation was related to the nitrogen yield. Up to a nitrogen yield of 200-300 kg.ha⁻¹.year⁻¹ the nitrate accumulation increased only slightly. With higher nitrogen yields however,

the nitrate accumulation increased at a much higher rate. If the application rate of nitrogen from artificial fertilizer is adapted to the rate of slurry nitrogen no harmful effects may be expected from the nitrate content in the grass.

Conclusions

Slurry injection resulted in a higher nitrogen utilization than surface spreading.

Spring injection resulted in a higher nitrogen utilization than summer injection.

When slurry is injected in spring, application time had no effect on the nitrogen utilization.

When slurry is injected in spring, there is a positive relation between the contribution of slurry nitrogen to the yield in the first cut and the interval between injection and first cut.

When slurry is injected in spring, the nitrogen utilization on sandy soils was higher than on loamy soils.

With slurry injection the nitrogen content of grass is increased, mainly in the first cut after injection.

With slurry injection, the efficiency index calculated from the nitrogen yield is higher than the efficiency index calculated from the dry matter yield.

In the first cut after injection or surface application negative effects may occur. These are compensated in the remaining cuts.

If the nitrogen application of artificial nitrogen is adapted to the nitrogen rate from slurry, the probability of high nitrate contents in grass is not increased.

With surface application the application time had no effect on the nitrogen utilization.

A list of captions of tables, figures and appendices is given from page 132 onwards.

INHOUDSOPGAVE**blz.**

1	INLEIDING	1
2	WERKWIJZE	2
	2.1 Algemeen	2
	2.2 Proefbehandelingen en bemesting	4
	2.2.1 Dunne rundermest	4
	2.2.2 Kunstmest	5
	2.3 Opbrengstbepaling	6
	2.4 Weersomstandigheden	6
3	RESULTATEN	7
	3.1 Droge-stofopbrengst op jaarbasis	7
	3.1.1 Injectie	7
	3.1.2 Bovengronds	12
	3.2 Stikstofopbrengst op jaarbasis	14
	3.2.1 Injectie	14
	3.2.2 Bovengronds	18
	3.3 Droge-stofopbrengst per snede	20
	3.3.1 Injectie	20
	3.3.2 Bovengronds	23
	3.4 Stikstofopbrengst per snede	23
	3.4.1 Injectie	23
	3.4.2 Bovengronds	25
	3.5 Relatie tussen verdeling van de opbrengsttoename en tijdstip	26
	3.6 Stikstofwerking	29
	3.6.1 N-efficiëntie en N-recovery van kunstmeststikstof	29
	3.6.2 N-efficiëntie en N-recovery van rundermeststikstof	31
	3.6.3 Maximale N-recovery van minerale stikstof uit dunne rundermest	33
	3.6.4 Stikstofwerking bij aparte toediening	35
	3.6.5 Stikstofwerking bij gecombineerde toediening	37
	3.7 Schade	39
	3.7.1 Relatie schade - tijdstip van toediening	39
	3.7.2 Relatie schade - weersomstandigheden	41
	3.9 Kwaliteit van het geoogste gras	42
	3.9.1 Stikstof	42
	3.9.2 Nitraat	55
4	DISCUSSIE	61
	4.1 Droge-stofopbrengst	61
	4.2 Stikstofopbrengst	62
	4.3 Schade	62

4.4	Stikstofwerking	63
4.4.1	N-efficiëntie en N-recovery	63
4.4.2	Werkingscoëfficiënt	65
4.5	Verdeling van de werking	66
4.6	Kwaliteit	67
4.7	Overige aspecten	67
5	CONCLUSIES	69
LITERATUUR		70
BIJLAGEN		73

1 INLEIDING

Bij de bovengrondse toediening van dunne rundermest kunnen grote stikstofverliezen in de vorm van ammoniakvervluchtiging optreden. Deze verliezen vormen ongeveer de helft van de ammoniakverliezen op het melkveebedrijf (Anon, 1988). De overheid heeft als doelstelling de ammoniakvervluchtiging in het jaar 2000 te reduceren tot 50 % van het niveau in 1980 (Anon, 1989). Met de beperking van de verliezen bij mesttoediening kan dus een groot deel van de beoogde reductie bereikt worden.

De techniek van mestinjectie is in het begin van de jaren zeventig ontwikkeld om de geuremissie bij mesttoediening te verminderen. Bovendien bleek dat ook de stikstofbenutting beter was bij injectie dan bij bovengrondse toediening. Uit onderzoek van Bussink et. al. (1991) bleek dat de ammoniakvervluchtiging bij mestinjectie vrijwel afwezig was. Onderzoek van Sniijders et. al. (1987) liet zien dat de stikstofwerking bij injectie verdubbelde ten opzichte van bovengrondse toediening. De gemiddelde stikstofwerking op basis van de stikstofopbrengst was bij injectie en bovengrondse toediening respectievelijk 55 en 25 %. In dit onderzoek werd echter alleen voor de eerste snede mest toegediend. Omdat in de praktijk ook mest op andere tijdstippen wordt toegediend is het van belang de stikstofwerking bij injectie gedurende het groeiseizoen vast te stellen.

Uit het onderzoek van Sniijders bleek dat de opbrengstverhoging als gevolg van injectie voor bijna de helft in de tweede snede tot stand kwam. Uit de resultaten bleek dat er mogelijk een relatie kon zijn tussen de verdeling van de opbrengstverhoging over het seizoen en het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst. De gegevens uit het onderzoek van Sniijders waren echter niet geschikt om een duidelijke relatie tussen de verdeling van de opbrengstverhoging en het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst vast te stellen.

Om bovenstaande vragen te beantwoorden werd in 1984 en 1985 onderzoek gestart naar de stikstofwerking bij injectie in het voorjaar en in de zomer. Later (1986-1988) werd het onderzoek uitgebreid naar de invloed van het tijdstip van toediening voor de eerste snede, zowel bij injectie als bij bovengrondse toediening. Een deel van het onderzoek werd mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van het Financierings Overleg Mest en Ammoniak. Aan het onderzoek werd meegewerkt door P.J. de Boer, H. Everts, G. Krist, R.L.M. Schils, P.J.M. Sniijders, J.J. Woldring en A.P. Wouters.

Verder is veel dank verschuldigd aan de medewerkers van de regionale onderzoekcentra Aver Heino en Bosma Zathe, de medewerkers van de proefvelddoseermachine van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en de veehouders die hun land beschikbaar stelden voor proefvelden.

2 WERKWIJZE

2.1 Algemeen

In tabel 1 zijn enkele algemene gegevens vermeld over de uitgevoerde proeven. Alle proeven op zandgrond werden verzorgd vanuit het ROC Aver Heino en de proeven op zavelgrond vanuit het ROC Bosma Zathe. De meeste proefvelden waren eenjarig. Alleen de proeven PR387 en PR388 lagen in 1987 en 1988 op dezelfde plek.

Tabel 1. Overzicht van de proefflokaties en grondsoorten.

Proefnummer	jaar	methode	lokatie	grondsoort
PR228	1984	injectie	Eibergen	zand
PR228	1985	injectie	Eibergen	zand
PR229	1984	injectie	Wetsens	zavel
PR229	1985	injectie	Wetsens	zavel
PR386	1986	injectie	Eibergen	zand
PR386	1987	injectie	Holten	zand
PR386	1988	injectie	Raalte	zand
PR387	1986	injectie	Wetsens	zavel
PR387	1987	injectie	Wetsens	zavel
PR387	1988	injectie	Wetsens	zavel
PR388	1986	bovengronds	Luttenberg	zand
PR388	1987	bovengronds	Luttenberg	zand
PR388	1988	bovengronds	Luttenberg	zand

In de jaren 1985 tot en met 1988 werd voor de aanleg van een proefveld een grondmonster genomen van de lagen 0-5 en 0-30 cm. De monsters werden door het bedrijfslaboratorium in Oosterbeek onderzocht op pH-KCl, organische stof, afslibbaarheid, granulair samenstelling (alleen zand), P-AL, K-getal en magnesium. De proefvelden op zandgrond lagen overwegend op een zeer fijne zandgrond met uitzondering van PR386 in 1988 die op een matig fijne zandgrond lag. Het organische stofgehalte van de proefvelden op zandgrond varieerde van 5 tot 8 %. De proefvelden op zavelgrond lagen op een lichte zavelgrond met een organische stofgehalte van 5 tot 6 %. Het K-getal in de laag van 0-5 cm was op alle proefvelden voldoende of hoger. Het P-AL getal in de laag van 0-5 cm was op 6 proefvelden vrij laag en op de overige voldoende of hoger. De volledige resultaten van het grondonderzoek zijn weergegeven in bijlage 1.

De proeven werden aangelegd op percelen blijvend grasland met overwegend Engels raaigras in het bestand. De botanische samenstelling werd elk jaar vastgesteld door het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) te Wageningen. Dit gebeurde in de tweede snede bij het object zonder dunne rundermest en met 400 kg N ha⁻¹.jaar⁻¹ uit kunstmest. Tot en met 1987 werd de botanische samenstelling vastgesteld met drooggewichtsanalyse. In 1988 is overgegaan op schatting van de bezetting per soort in het veld. De resultaten staan in bijlage 2.

De proeven werden opgezet als split-plotproeven met de rundermestbehandelingen als hoofdbehandelingen en de kunstmeststikstoftrappen als subbehandelingen. Alle behandelingen lagen in viervoud. De oppervlakte van de netto veldjes varieerde van 5,33 tot 6,39 m². Per proefjaar zijn de afmetingen van de bruto en netto veldjes weergegeven in bijlage 3.

Tabel 2. Overzicht van de geplande gift (ton.ha⁻¹) dunne rundermest per proefbehandeling.

Proefnummer	jaar	Behandeling							
		D0	I1_V	I1_M	I1_L	I2	I3	I4	
PR228	1984	0	30				30	30	
PR228	1985	0	30				30	30	
PR229	1984	0	30				30	30	
PR229	1985	0	30				30	30	
PR386	1986	0	30	30	30		30		
PR386	1987	0	40	40	40		40		
PR386	1988	0	40	40	40		40		
PR387	1986	0	40	40	*		40	40	
PR387	1987	0	40	40	*		40	40	
PR387	1988	0	40	40	*		40	40	
PR387x	1986	0	40						
PR387x	1987	0	40						
PR387x	1988	0	40						
Proefnummer	jaar	D0	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
PR388	1986	0	20	20	20	20			
PR388	1987	0	20	20	*	20	20	2x10	
PR388	1988	0	20	20	*	20	20		2x10

D0 = Controle ; geen drijfmest

I1_V = Injectie voor de eerste snede, vroeg

I1_M = Injectie voor de eerste snede, middel

I1_L = Injectie voor de eerste snede, laat

I3 = Injectie voor de derde snede

I4 = Injectie voor de vierde snede

B1_V = Bovengrondse aanwending voor de eerste snede, vroeg

B1_M = Bovengrondse aanwending voor de eerste snede, middel

B1_L = Bovengrondse aanwending voor de eerste snede, laat

B2 = Bovengrondse aanwending voor de tweede snede

B3 = Bovengrondse aanwending voor de derde snede

B1_V_3 = Bovengrondse aanwending voor de eerste snede, vroeg en voor de derde snede

B1_M_3 = Bovengrondse aanwending voor de eerste snede, middel en voor de derde snede

* = Gepland toedieningstijdstip, maar niet uitgevoerd en doorgeschoven

2.2 Proefbehandelingen en bemesting

2.2.1 Dunne rundermest

Het onderzoek is in drie onderdelen te verdelen.

1) PR228 en PR229 (1984-1985).

Injectie van 30 m³ dunne rundermest per ha voor de eerste, derde en vierde snede. Het onderzoek werd uitgevoerd op zand (PR228) en zavel (PR229).

2) PR386 en PR387 (1986-1988).

Injectie van 40 m³ dunne rundermest per ha op drie tijdstippen voor de eerste snede (vroeg, midden en laat) en eenmaal voor de derde snede. Op zand (PR386) is dit inderdaad gelukt maar op zavel (PR387) konden vanwege de weersomstandigheden slechts twee behandelingen voor de eerste snede aangelegd worden en werd een injectietijdstip doorgeschoven naar de volgende snede.

2a) PR387X (1986-1988)

Deze proef lag op dezelfde lokatie als PR387 (de hoofdproef).

Voor de eerste snede werd 40 m³ per ha geïnjecteerd. De eerste snede werd vervolgens op drie tijdstippen gemaaid. En wel een week voor de hoofdproef (behandeling A), gelijk met de hoofdproef (behandeling B) en twee weken na de hoofdproef (behandeling C). In de tweede snede werden A en B gelijk met de hoofdproef gemaaid en C werd niet gemaaid. Vanaf de derde snede liep het maaieregime gelijk met de hoofdproef.

3) PR388 (1986-1988)

Bovengrondse toediening van 20 m³ dunne rundermest per ha op drie tijdstippen voor de eerste snede (vroeg, midden en laat) en eenmaal voor de tweede snede. Dit onderzoek werd alleen op zand uitgevoerd. Alleen in 1986 is het gelukt om de drie behandelingen voor de eerste snede aan te leggen. In de andere twee jaren lukte dit slechts tweemaal en schoof een tijdstip door naar de volgende snede.

In 1987 en 1988 werd een behandeling toegevoegd bestaande uit toediening van 10 m³ per ha voor de eerste en voor de derde snede.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de tijdstippen en de geplande hoeveelheden dunne rundermest per proefjaar. De toedieningsdata en werkelijke hoeveelheden mest zijn respectievelijk vermeld in bijlage 4 en 5. Verder werd de werkelijk gegeven hoeveelheid stikstof uit dunne rundermest (tabel 3) nog beïnvloed door het stikstofgehalte van de mest.

Tabel 3. Werkelijk gegeven hoeveelheden N-totaal uit dunne rundermest (kg.ha⁻¹).

Proefnummer	jaar	Behandeling							
		D0	I1_V	I1_M	I1_L	I2	I3	I4	
PR228	1984	0	148				147	145	
PR228	1985	0	160				160	164	
PR229	1984	0	168				140	144	
PR229	1985	0	186				163	171	
PR386	1986	0	161	160	103		187		
PR386	1987	0	256	237	254		234		
PR386	1988	0	184	201	209		188		
PR387	1986	0	205	201			222	214	
PR387	1987	0	288	239			259	220	
PR387	1988	0	242	262			228	225	
PR387x	1986	0	200						
PR387x	1987	0	246						
PR387x	1988	0	261						
Proefnummer	jaar	D0	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
PR388	1986	0	88	101	104	95			
PR388	1987	0	116	119		88	95	57+50	
PR388	1988	0	102	107		93	101		51+50

De dunne rundermest werd aangewend met de proefveldmachine van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) uit Haren (Huijsmans et. al., 1991). De mest werd geïnjecteerd op een diepte van 10-15 cm. Bij elke aanwending van drijfmest werd een mestmonster uit de tank genomen. De mest werd door het bedrijfslaboratorium te Oosterbeek onderzocht op droge-stof, ruw as, N-totaal, N-NH₃, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO en volumegewicht. De resultaten van deze analyses zijn vermeld in bijlage 6.

2.2.2 Kunstmest

Bij PR387X werd geen stikstof uit kunstmest toegediend. In de overige proeven werd elke rundermestbehandeling gecombineerd met vier kunstmeststikstoftrappen: 0, 200, 400 en 600 kg N per ha per jaar bij zes sneden. De verdeling over de sneden een tot en met zes was 25, 20, 20, 15, 10 en 10 % van de jaargift. De stikstof werd gegeven in de vorm van KAS (27 % N). De werkelijk gegeven hoeveelheid stikstof uit kunstmest hangt af van het aantal snedes per jaar en is weergegeven in bijlage 7.

De eerste kunstmestgift werd ongeveer gelijktijdig met de dunne rundermest gegeven. In de proeven met drie toedieningsdata voor de eerste snede werd de eerste kunstmest gegeven tussen het vroege en middentijdstip in. De data van eerste stikstofgift uit kunstmest en dunne rundermest zijn weergegeven in bijlage 8, samen met de daarbij behorende temperatuursom. Uit bijlage 8 valt op te maken dat de eerste dunne rundermest redelijk in de buurt van T-som 180 is aangewend. Uitschieters naar beneden en boven waren respectievelijk 121 en 379 graden. De stikstof uit kunstmest is gemiddeld genomen wat later toegediend. De T-som varieerde hierbij van 134 tot

465 graden. De overschrijding van de T-som 180 werd veroorzaakt door te natte omstandigheden in de betreffende jaren.

Alle proefvelden werden ruim bemest met fosfaat en kali uit kunstmest. In 1984 en 1985 kregen de proefvelden in de eerste snede 36 kg P_2O_6 en 100 kg K_2O per ha. Vanaf 1986 is dit verhoogd naar respectievelijk 54 en 150 kg per ha. In alle proefjaren werden de overige sneden bemest met 36 kg P_2O_6 en 100 kg K_2O per ha. In bijlage 9 is de fosfaat- en kalibemesting per proef weergegeven.

2.3 Opbrengstbepaling

Getracht werd de veldjes te maaien indien op het snelstgroeiende object een droge-stofopbrengst van 2500 tot 3000 kg per ha aanwezig was. De maaidata zijn vermeld in bijlage 10. De veldjes werden geoogst met een Agria motormaaier met een maaibreedte variërend van 1,00 tot 1,54 meter (zie bijlage 3). Eerst werd aan de korte zijden van de veldjes een halve maaibalkbreedte weggemaaid. Vervolgens werd uit het midden van het veldje een volle maaibalkbreedte uitgemeaid. Het gras werd handmatig bijengeharkt en gewogen. Met behulp van een grasboor werd een monster gestoken. In bijlage 11 is een overzicht gegeven van de chemische bepalingen die in de monsters van de veldjes of in de mengmonsters van de vier herhalingen zijn verricht.

Het overgrote deel van de analyses werd verricht door het bedrijfslaboratorium te Oosterbeek. Alleen in 1988 werden de monsters van PR387 en PR387X naar het bedrijfslaboratorium te Leeuwarden verstuurd. De droge-stofbepalingen van de monsters per veldje van PR387X werden door ROC Bosma Zathe verzorgd.

2.4 Weersomstandigheden

Van het dichtsbijzijnde weerstation werden de neerslag en referentiegewas-verdamping opgevraagd. Deze gegevens zijn weergegeven in bijlage 12.

Globaal kan hieruit worden opgemaakt dat er perioden waren met grote vochttekorten in 1984 (augustus) en 1986 (juni-augustus).

Naast deze gegevens werden van de weerstations tevens de gemiddelde temperatuur en globale straling op de dag van rundermesttoediening vastgelegd en de neerslag op die dag en de vijf dagen erna. Deze gegevens zijn in bijlage 13 vermeld.

3 RESULTATEN

3.1 Droge-stofopbrengst op jaarbasis

3.1.1 Injectie

In de figuren 1 t/m 3 zijn de jaaropbrengsten aan drogestof van de verschillende proefseries weergegeven. In bijlage 14 zijn de resultaten in tabellen weergegeven waarbij tevens de Least Significant Difference (LSD) vermeld is bij een betrouwbaarheid van 95 %. In de figuren zijn tevens regressielijnen ingetekend die volgens onderstaand model gefit zijn.

$$Y = (a \times NK + b \times NK^2 + c) \times DRYF + E$$

Y = Drogestofopbrengst of stikstofopbrengst op jaarbasis
 NK = Kg stikstof per ha uit kunstmest
 $DRYF$ = Rundermestbehandeling
 E = Restterm
 c = constante
 a, b = regressiecoëfficiënten

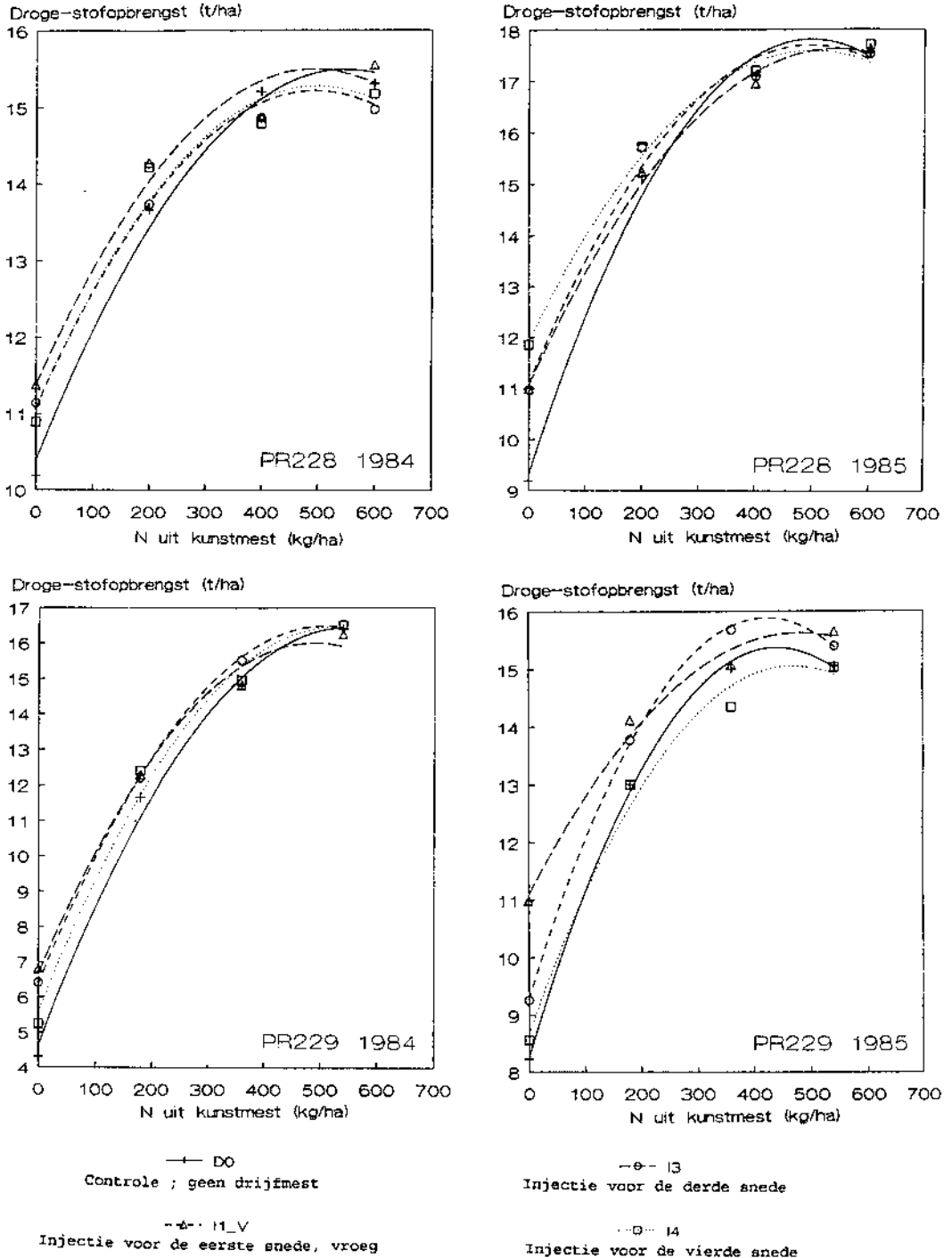
Het model verschilt per proefjaar afhankelijk van de termen die een significante bijdrage leveren. Het model dat hier is weergegeven is het volledige model. In bijlage 15 zijn per proefjaar de regressiecoëfficiënten, de standaardafwijking (S.E.) en het percentage verklaarde variantie (R^2 -Adj) weergegeven.

* PR228 en PR229 (figuur 1)

Gemiddeld over alle kunstmesttrappen was I1_V de enige behandeling die altijd significant beter was dan D0. Behandelingen I3 en I4 waren in sommige gevallen wel en in andere gevallen niet significant verschillend van D0.

Duidelijk waarneembaar in elk proefjaar was de interactie tussen dunne rundermest en kunstmest. De effecten van drijfmest kwamen vooral naar voren bij N0 en in geringere mate bij N1. Bij N2 en N3 was er geen effect meer waarneembaar van rundermeststikstof. Binnen N0 waren de drogestofopbrengsten van de behandelingen I1_V, I3 en I4 in vrijwel alle gevallen significant hoger dan de opbrengst van D0, waarbij I1_V meestal de hoogste opbrengst gaf.

Figuur 1: Droge-stofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR228 en PR229



Gemiddeld over alle drijfmestbehandelingen nam de opbrengst bij een toenemende kunstmestbemesting significant toe tot N2 of N3.

Gemiddeld over de twee proefjaren waren de droge-stofopbrengsten op zandgrond (PR228) wat hoger dan op zavelgrond (PR229). Vooral de droge-stofopbrengst bij D0N0 (geen N uit kunstmest of dunne rundermest) was op zandgrond gemiddeld bijna 3500 kg.ha⁻¹ hoger, hetgeen wijst op een hogere mineralisatie. Hierbij weegt de lage droge-stofopbrengst (4305 kg.ha⁻¹) in 1984 bij PR229 zwaar mee. Bij de maximale opbrengsten waren de verschillen minder duidelijk. Het effect van de drijfmestbehandelingen op de droge-stofopbrengst was vrij variabel. Een duidelijk verschil tussen drijfmesteffecten op zand of zavel was niet aanwezig.

* PR386 en PR387 (figuur 2 en 3)

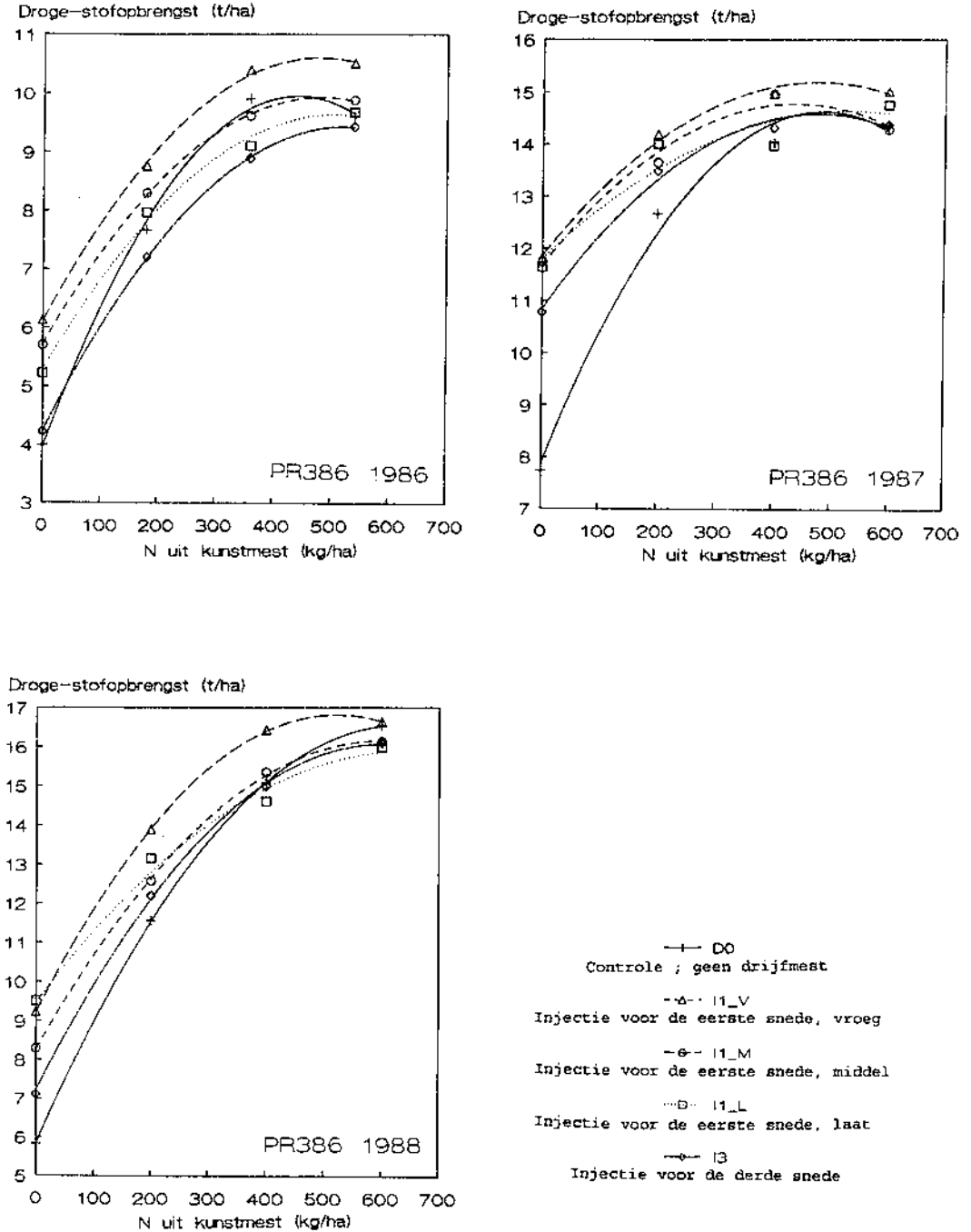
In tegenstelling tot PR228 en PR229 was in deze proefserie een duidelijk verschil te constateren tussen de twee grondsoorten in het effect van dunne rundermest op de opbrengst.

Op zandgrond waren de effecten op de droge-stofopbrengst ieder proefjaar vrijwel gelijk. Injectie op het vroegste tijdstip in het voorjaar (I1_V) leverde, gemiddeld over alle kunstmestbehandelingen, altijd de hoogste droge-stofopbrengst ten opzichte van de overige drijfmestbehandelingen. Ook I1_M was elk jaar significant beter dan D0, terwijl dit voor I1_L in 1987 en 1988 het geval was. Bij injectie voor de derde snede (I3) waren de resultaten het meest variabel. In 1986 was er zelfs een significante opbrengstderving ten opzichte van D0, in 1987 een positief effect en in 1988 geen effect.

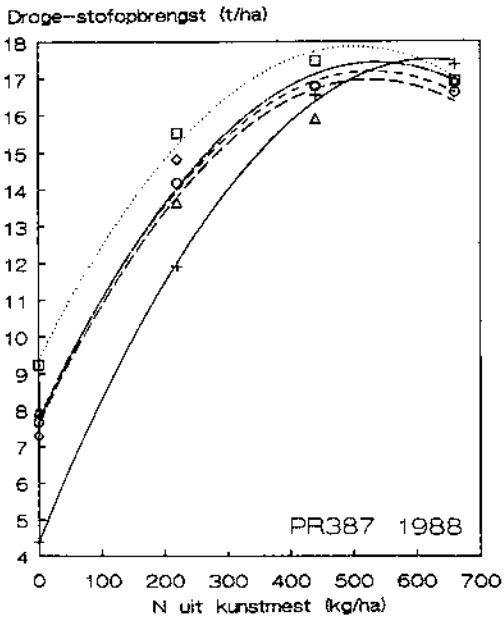
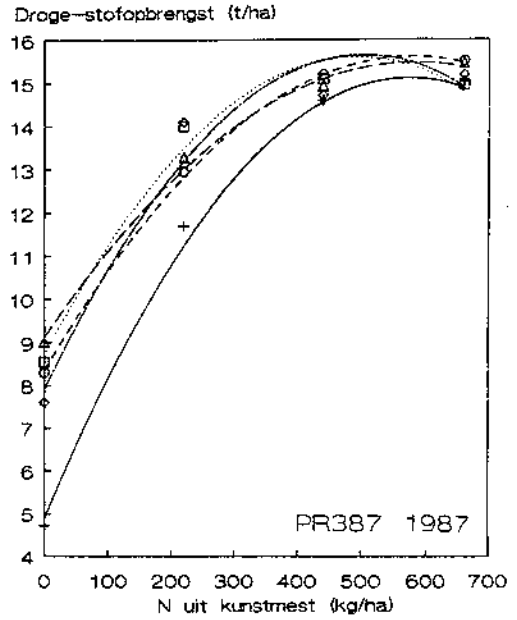
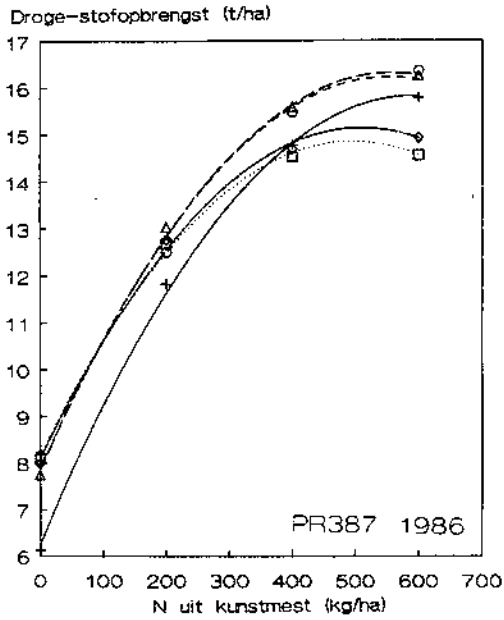
Op zavelgrond gaven, gemiddeld over de kunstmesttrappen, alle mestbehandelingen ten opzichte van D0 een positief significant effect. In tegenstelling tot zandgrond varieerde de volgorde sterk per proefjaar. In 1986 resulteerden I1_V en I1_M in een hogere opbrengst dan I3 en I4, in 1987 was er onderling geen verschil tussen I1_V, I1_M, I3 en I4 en in 1988 was de opbrengst bij I3 hoger dan bij de overige rundermestbehandelingen.

Evenals in de voorgaande proefserie komt uit deze serie duidelijk de interactie tussen dunne rundermest en kunstmest naar voren. In de voorgaande proefseries waren in alle proefjaren geen rundermesteffecten meer waarneembaar binnen N2 en N3, terwijl dat in deze proefserie wel het geval was. Vooral effecten binnen N3 zijn interessant omdat die hoogstwaarschijnlijk niet meer een gevolg van stikstof zijn. In 1986 was in drie gevallen (PR386 I3 en PR387 I3,I4) de drogestofopbrengst van een rundermestbehandeling significant lager dan de opbrengst bij D0, hetgeen mogelijk veroorzaakt werd door schade als gevolg van injecteren. In één geval (PR386 1986 I1_V) was de droge-stofopbrengst significant hoger dan bij D0.

Figuur 2: Droge-stofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR386.



Figuur 3: Droge-stofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR387.



- +— DO
Controle ; geen drijfmest
- △- I1_V
Injectie voor de eerste snede, vroeg
- I1_M
Injectie voor de eerste snede, middel
- I3
Injectie voor de derde snede
- ◇- I4
Injectie voor de vierde snede

Verder is het opvallend dat op zandgrond de volgorde in opbrengst tussen de rundermestbehandelingen binnen N0, N1 en N2 vrijwel gelijk was, terwijl op zavelgrond vaak een omkering was van de volgorde tussen N0 en N1.

Gemiddeld over alle rundermestbehandelingen nam de droge-stofopbrengst significant toe tot en met N2 of N3.

Gemiddeld over alle proefjaren was de maximale opbrengst op zavelgrond (PR387) iets hoger dan op zandgrond (PR386). Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de bijzonder lage opbrengsten van PR386 in 1986, die samenhangen met de droogte in dat jaar.

* PR387X (tabel 4)

Tabel 4. Droge-stofopbrengst van PR387X in kg.ha⁻¹.

	DRYF	MAAITJD	A	B	C	
1986	D0		6862	6777	7496	
	I1_V		9071	8931	10221	LSD (0.05) = 756
1987	D0		4639	4224	5670	
	I1_V		9079	9504	10410	LSD (0.05) = 1075
1988	D0		4655	4340	5329	
	I1_V		9010	8739	9869	LSD (0.05) = 829

De resultaten van de drie proefjaren van PR387X komen vrij goed met elkaar overeen. Er is steeds een duidelijk significant positief rundermesteffect van I1_V ten opzichte van D0. Voor alle proefjaren geldt dat het verschil tussen I1_V en D0 binnen alle maaitijden gelijk is, hetgeen wijst op eenzelfde stikstofwerking.

Gemiddeld over de twee rundermestbehandelingen was er geen verschil tussen maaitijd A en B, terwijl maaitijd C tot een significant hogere droge-stofopbrengst leidde. In 1986 was dit effect gelijk binnen D0 en I1_V, terwijl in 1987 en 1988 enige interactie lijkt op te treden.

3.1.2 Bovengronds

In figuur 4 staan de droge-stofopbrengsten weergegeven van PR388 per proefjaar

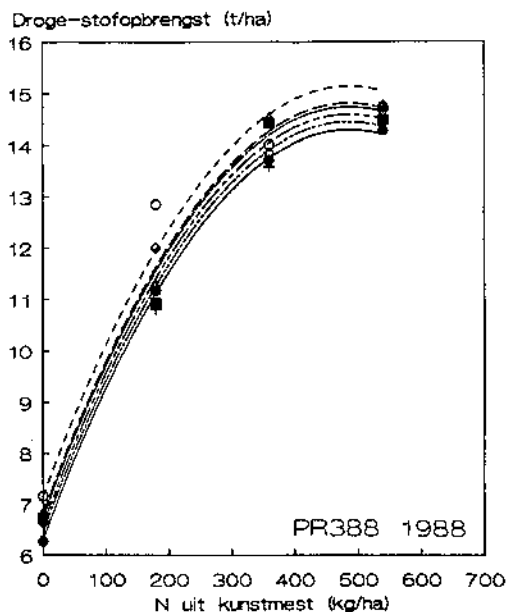
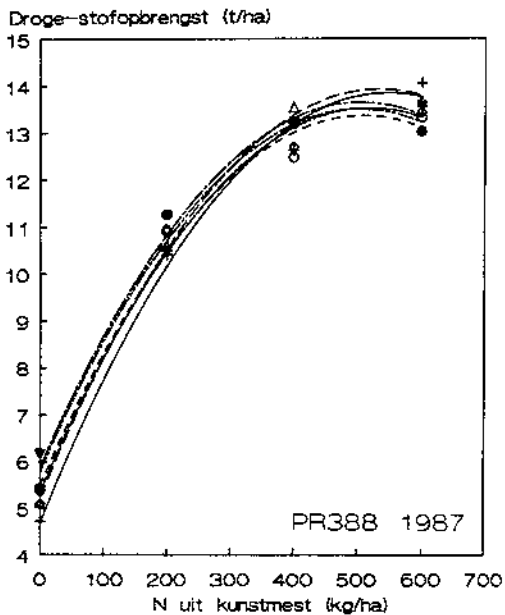
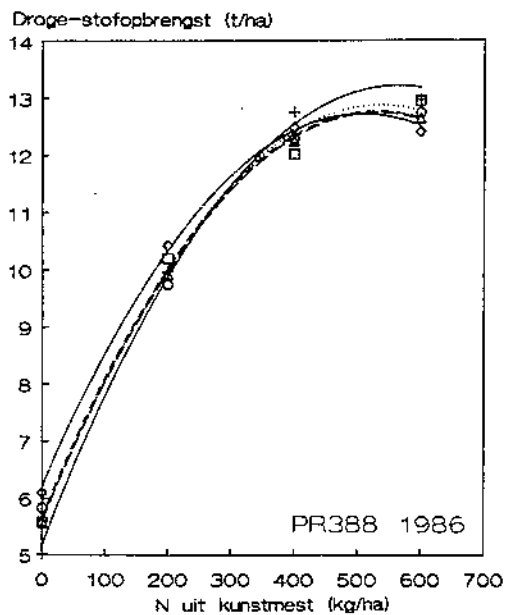
In bijlage 14 staat de complete tabel met alle toetsen. De regressiemodellen staan in bijlage 15.

Gemiddeld over de drie proefjaren was het effect van dunne rundermest op de drogestofopbrengst zeer klein en nauwelijks betrouwbaar vast te stellen. Alleen in 1988 was de droge-stofopbrengst bij B1_V en B1_M significant hoger dan die van D0.

Binnen de stikstoftrappen kwamen vaker significante opbrengstverhogingen voor, die echter niet consistent waren.

Gemiddeld over de rundermestbehandelingen, nam de droge-stofopbrengst bij een toenemende kunstmestbemesting significant toe tot en met N3.

Figuur 4: Droge-stofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR388.



- +— D0
Controle ; geen drijfmest
- △- B1_V
Bovengronds voor de eerste snede, vroeg
- B1_M
Bovengronds voor de eerste snede, middel
- B1_L
Bovengronds voor de eerste snede, laat
- ◇- B2
Bovengronds voor de tweede snede
- B3
Bovengronds voor de derde snede
- ▽- B1_M_3
Bovengronds voor de eerste snede, middel en voor de derde snede
- B1_V_3
Bovengronds voor de eerste snede, vroeg en voor de derde snede

3.2 Stikstofopbrengst op jaarbasis

3.2.1 Injectie

In de figuren 5 t/m 7 zijn de stikstofopbrengst van de verschillende proefseries weergegeven. In bijlage 14 zijn de resultaten in tabellen weergegeven waarbij tevens de Least Significant Difference (LSD) vermeld is bij een betrouwbaarheid van 95 %. In de figuren zijn tevens regressielijnen ingetekend die volgens het eerder beschreven model gefit zijn (zie bijlage 15).

* PR228 en PR229 (figuur 5)

In alle vier de proefjaren waren er duidelijke effecten van de rundermestbehandelingen op de stikstofopbrengst. Gemiddeld over de kunstmesttrappen leidde behandeling I1_V in alle proefjaren tot de hoogste stikstofopbrengst. Bij behandeling I3 en I4 waren de effecten op de stikstofopbrengst wisselend per jaar. In de meeste gevallen was de stikstofopbrengst bij I3 en I4 hoger dan bij D0 en in enkele gevallen zelfs gelijk aan de stikstofopbrengst van I1_V.

Evenals bij de droge-stofopbrengst was er bij de stikstofopbrengst een interactie tussen dunne rundermest en kunstmest. De zojuist genoemde effecten van drijfmest kwamen in alle proefjaren tot uiting bij N0 en N1 en in sommige proefjaren zelfs bij N3.

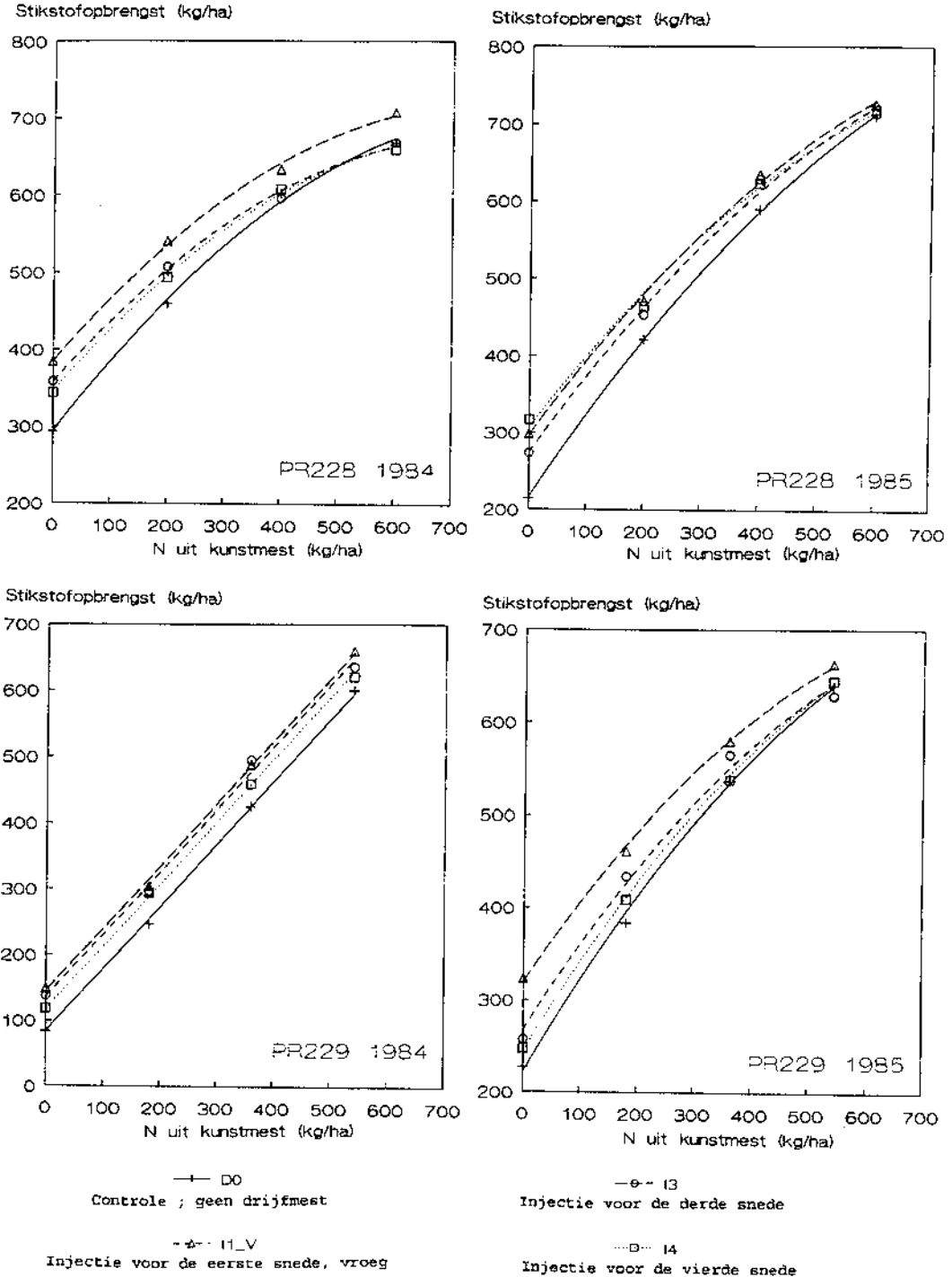
Voor alle vier de proefjaren geldt dat bij een toenemende kunstmestgift de stikstofopbrengst tot en met de hoogste kunstmestgift (N3) significant toenam. Dit effect was bij alle rundermestbehandelingen aanwezig.

Tussen zand en zavel konden geen duidelijke verschillen in rundermesteffect worden vastgesteld. In drie van de vier proefjaren was de stikstofopbrengst bij D0N0 hoger dan 200 kg.ha⁻¹. Bij PR229 in 1984 was de stikstofopbrengst bij D0N0 slechts 83 kg.ha⁻¹.

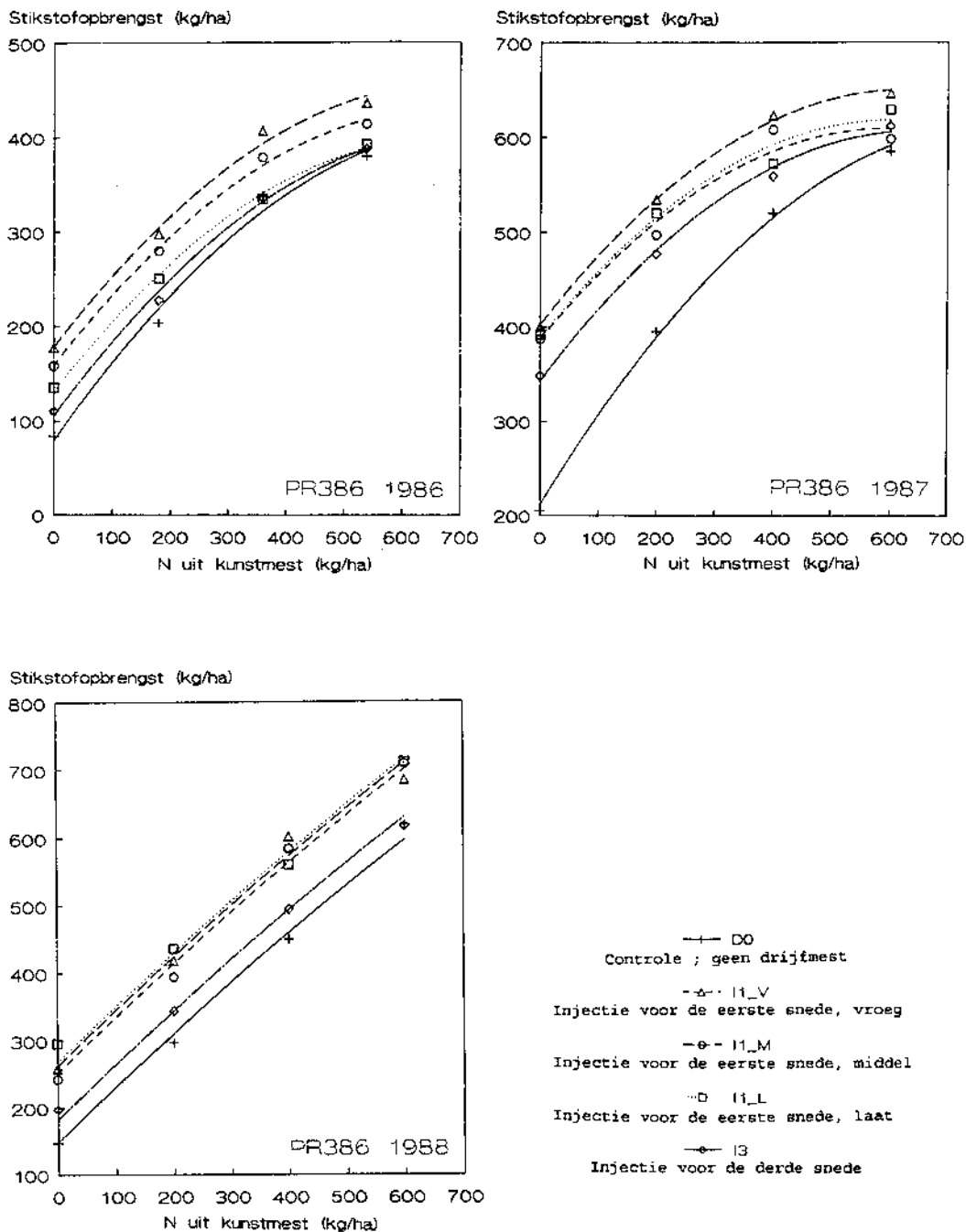
* PR386 en PR387 (figuur 6 en 7)

Gemiddeld over alle kunstmesttrappen was de stikstofopbrengst van alle behandelingen waarbij dunne rundermest werd toegediend (I1_V, I1_M, I1_L, I3 en I4) hoger dan die van D0. Op zandgrond was er nog een duidelijke invloed van het tijdstip van toediening. Behandeling I1_V leidde telkens tot de hoogste stikstofopbrengst. Behandeling I1_M resulteerde in een iets hogere stikstofopbrengst dan I1_L, maar de verschillen waren marginaal, terwijl bij I3 altijd de laagste stikstofopbrengst werd behaald. Op zavel was de invloed van het tijdstip gelijk maar waren de verschillen kleiner. Met name tussen I1_V, I1_M en I3 bestonden weinig verschillen.

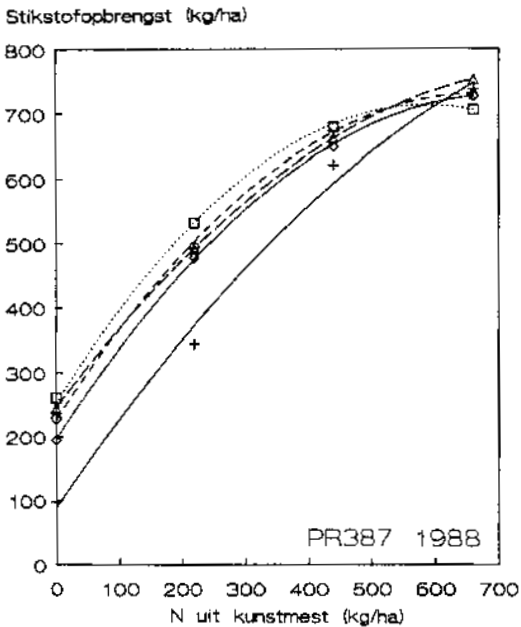
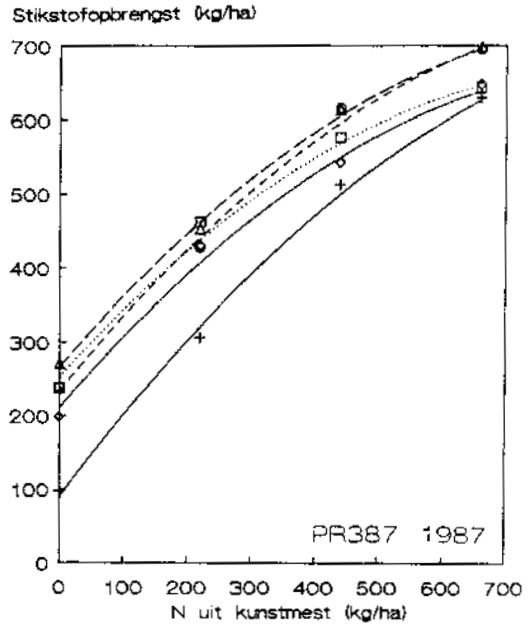
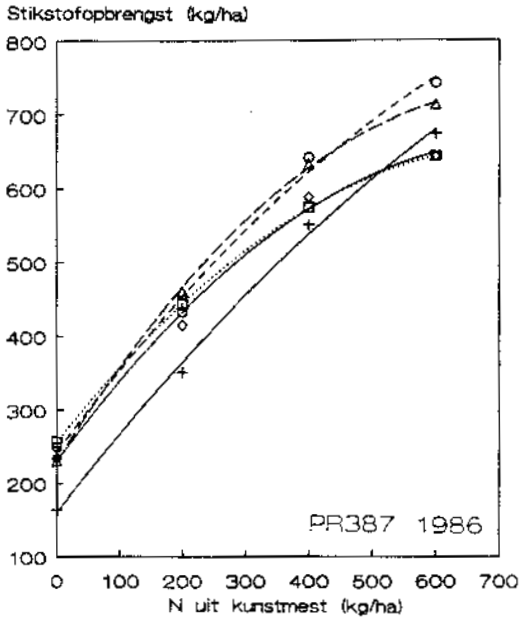
Figuur 5 : Stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR228 en PR229.



Figuur 6 : Stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR386.



Figuur 7 : Stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR387.



- +— DO
Controle ; geen drijmest
- △- I1_V
Injectie voor de eerste snede, vroeg
- I1_M
Injectie voor de eerste snede, middel
- I3
Injectie voor de derde snede
- ◇— I4
Injectie voor de vierde snede

Binnen de afzonderlijke kunstmesttrappen waren de effecten van de rundermestbehandelingen op de stikstofopbrengst licht verschillend. Op zand was binnen N0 de invloed van de rundermestbehandelingen gelijk aan het gemiddelde van alle kunstmesttrappen, maar waren de verschillen wat kleiner. Op zavel was binnen N0 behandeling I3 gelijk aan I1_V en I1_M. Ook bij de hogere stikstoftrappen werden nog significante rundermesteffecten gevonden.

Bij de behandelingen I1_V en I1_M in veel gevallen zelfs tot en met N3. Bij PR387 in 1986 was de stikstofopbrengst van I3 en I4 binnen N3 significant lager dan de stikstofopbrengst van D0. Bij de droge- stikstofopbrengst werd het-zelfde waargenomen.

Voor alle zes de proefjaren geldt dat bij een toenemende kunstmestgift de stikstofopbrengst, gemiddeld over alle rundermestbehandelingen, tot en met N3 significant toenam.

De hoogste stikstofopbrengsten werden in het algemeen op zavel behaald. In 1986 was de stikstofopbrengst bij PR386 (zand) erg laag vergeleken bij de overige proefjaren. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door vochttekort.

*PR387 (tabel 5)

In deze proef zijn de stikstofgehalten van het gras bepaald in de mengmonsters van vier herhalingen. Daardoor is geen statische analyse mogelijk.

De effecten per jaar zijn weinig verschillend van elkaar. Elk jaar is er een duidelijk rundermesteffect aanwezig. Gemiddeld over de maaitijden en gemiddeld over de drie proefjaren neemt de stikstofopbrengst bij I1_V ten opzichte van D0 met ongeveer 130 kg.ha⁻¹ toe. Dit effect is binnen elke maaitijd gelijk.

Tussen de maaitijden is geen verschil in stikstofopbrengst te constateren.

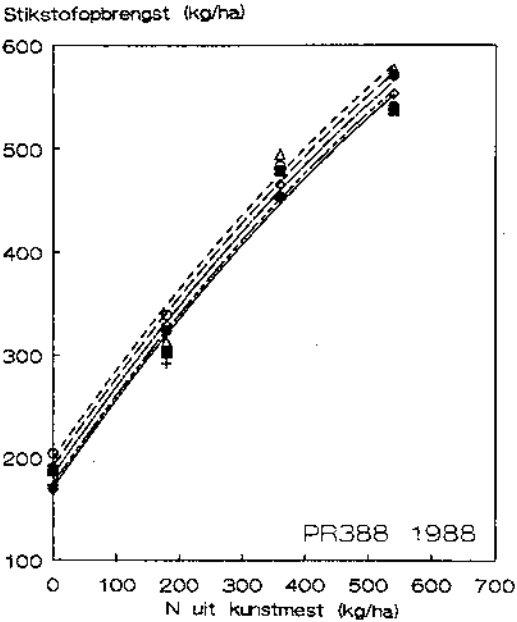
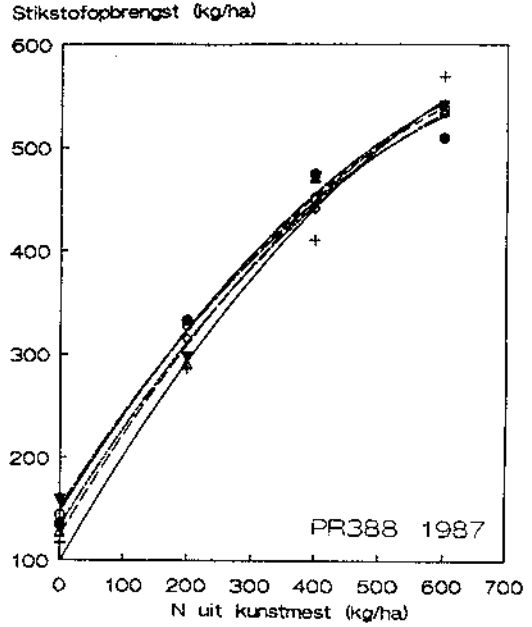
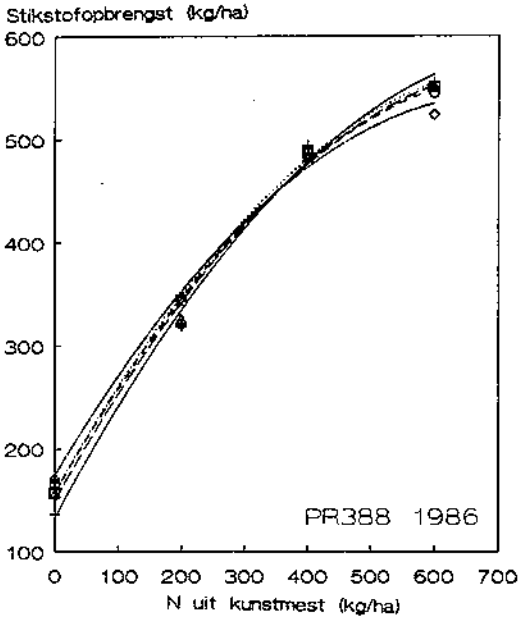
Tabel 5. Stikstofopbrengst van PR387X in kg.ha⁻¹.

	DRYF	MAAITYD	A	B	C
1986		D0	160	154	156
		I1_V	251	252	249
1987		D0	89	80	92
		I1_V	232	224	248
1988		D0	103	94	106
		I1_V	254	258	237

3.2.2 Bovengronds

In figuur 8 zijn de stikstofopbrengsten weergegeven van PR388 per proefjaar. In bijlage 14 is de complete tabel weergegeven met alle toetsen.

Figuur 8 : Stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofgift uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR388.



- +— CO
Controle ; geen drijfmest
- △- B1_V
Bovengronds voor de eerste snede, vroeg
- e- B1_M
Bovengronds voor de eerste snede, middel
- B1_L
Bovengronds voor de eerste snede, laat
- ◇- B2
Bovengronds voor de tweede snede
- B3
Bovengronds voor de derde snede
- ▽- B1_M_3
Bovengronds voor de eerste snede, middel en voor de derde snede
- B1_V_3
Bovengronds voor de eerste snede, vroeg en voor de derde snede

Indien de drie proefjaren samengenomen worden is duidelijk dat er een licht effect was van bovengronds toegediende dunne rundermest op de stikstofopbrengst, maar dat dit per proefjaar en behandeling sterk varieerde. In tegenstelling tot de injectieproeven was er geen duidelijke invloed van het tijdstip van toediening op de stikstofopbrengst. De meeste effecten waren zichtbaar bij N0 en een enkele keer ook bij andere kunstmesttrappen. In 1987 was binnen N3 de stikstofopbrengst van B3 significant lager dan die van D0. Bij de droge-stofopbrengst was dit ook het geval, mogelijk als gevolg van schade door verbranding en bedekking.

Bij een toenemende kunstmestgift nam de stikstofopbrengst ieder jaar, zowel gemiddeld als per rundermestbehandeling, significant toe tot en met de hoogste stikstoftrap (N3).

3.3 Droge-stofopbrengst per snede

In bijlage 16 zijn de droge-stofopbrengsten, stikstofopbrengsten en stikstofgehalten per snede per proefjaar weergegeven. In deze paragraaf wordt de droge-stofopbrengst van de verschillende rundermestbehandelingen binnen N0 besproken. Dit geeft een goed beeld van de verdeling van de werking van met dunne rundermest toegediende stikstof. In de volgende paragraaf wordt de stikstofopbrengst besproken.

In tabel 6 tot en met 17 is de opbrengsttoename per snede uitgedrukt in procenten van de totale opbrengsttoename op jaarbasis. De opbrengsttoename werd berekend door binnen N0 de opbrengsten met en zonder dunne rundermest te vergelijken. Indien de mest toegediend werd na de eerste snede, werden toevallige afwijkingen die voor de toediening ontstonden niet meegenomen.

3.3.1 *Injectie*

* PR228 en PR229 (tabel 6 en 7)

Bij behandeling I1_V was de droge-stofopbrengst van de eerste snede nauwelijks verschillend van die bij D0. In alle vier de proefjaren kwam in de tweede snede een significante opbrengstverhoging tot stand, variërend van 41 tot 70 % van de totale opbrengstverhoging. In de overige sneden was toename lager dan 20 % per snede en meestal niet significant.

Bij I3 en I4 was de verdeling van de meeropbrengst over de sneden ongeveer gelijk. In de tweede snede na injectie was er altijd een significante opbrengstverhoging van meer dan 70 % van de totale opbrengstverhoging. Bij PR228 in 1984 was er in de eerstvolgende snede na injectie bij I3 en I4 een significante opbrengstderiving ten opzichte van D0.

Tabel 6. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge stof, ten opzichte van DON0, bij injectie van dunne rundermest (PR228).

Jaar	1984			1985		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
Snedes						
1	- 9			- 16		
2	41*			70*		
3	15	- 45*		4	- 6	
4	25	102*	- 31*	10	71*	2
5	9	2	96*	12*	29*	73*
6	19	41*	35*	20*	6	25*

* = significant (P < 0.05)

Tabel 7. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge stof, ten opzichte van DON0, bij injectie van dunne rundermest (PR229).

Jaar	1984			1985		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
Snedes						
1	22*			8		
2	55*			51*		
3	11	14		15*	- 4	
4	8	73*	4	19*	101*	5
5	4	13	96*	7	3	95*

* = significant (P < 0.05)

* PR386 en PR387 (tabel 8 en 9)

In alle proefjaren bestond er een duidelijk verband tussen tijdstip van injectie voor de eerste snede en de verdeling van de meeropbrengst over de sneden. Hoe vroeger geïnjecteerd werd hoe groter het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede. Bij I1_V was de opbrengstverhoging in de eerste snede altijd significant, terwijl bij I1_M en I1_L in minder gevallen een significante opbrengstverhoging in de eerste snede kon worden aangetoond. Evenals bij de voorgaande proefserie kwam in veel gevallen in de tweede snede nog een grote opbrengstverhoging tot stand. Uiteraard was die ook afhankelijk van het tijdstip van injectie. Het aandeel van de opbrengstverhoging in de overige sneden varieerde sterk. In sommige gevallen was de opbrengstverhoging tot en met de laatste snede significant aantoonbaar.

Bij I3 en I4 was de verdeling vergelijkbaar met de voorgaande proefserie; in de eerstvolgende snede na injectie slechts een geringe opbrengstverhoging en in de tweede snede na injectie in alle gevallen een grote significante opbrengsttoename.

Tabel 8. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge stof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR386).

Jaar	1986				1987				1988			
	I1_V	I1-M	I1_L	I3	I1_V	I1-M	I1_L	I3	I1_V	I1-M	I1_L	I3
Snede												
1	67*	46	11		15*	0	2		73*	36*	17*	
2	30	51*	64		39*	39*	33*		6	53*	58*	
3	4	3	38*	38	22*	30*	41*	5	4	9*	18*	
4	- 1	0	8	68*	18*	20*	19*	67*	0	4	6	37*
5	0	0	1	70*	5*	6*	5*	15*	15*	4	0	44*
6					1	5*	4*	13*	2	2	1	11*

* = significant (P < 0.05)

Tabel 9. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge stof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR387).

Jaar	1986				1987				1988			
	I1_V	I1-M	I3	I4	I1_V	I1-M	I3	I4	I1_V	I1-M	I3	I4
Snede												
1	32*	18*			39*	11*			35*	1		
2	48*	47*			26*	47*			22*	29*		
3	23*	35*	9		17*	35*	13*		18*	39*	9*	
4	- 2	5	61*	10	7*	12*	48*	6	6	16*	50*	7
5	- 4	- 6	23*	75*	6*	8*	24*	46*	8	9	25*	62*
6	4	1	7	35*	2	4	9	36*	3	4	12*	25*
7					3	5	6*	12*	8*	4	5	6

* PR387X(tabel 10)

In tabel 10 is duidelijk te zien dat er een verband is tussen maaitijdstip en aandeel van de opbrengsttoename in de eerste snede. Bij maaitijd A kwam 3 tot 30 % van de opbrengsttoename in de eerste snede tot stand terwijl bij de maaitijden B en C dit respectievelijk 25 tot 40 en 47 tot 67 % was.

In 1987 en 1988 was bij alle maaitijden in elke snede een significante opbrengsttoename. In 1986 was de opbrengsttoename hoofdzakelijk significant in de eerste tot en met de derde snede.

Tabel 10. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge stof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR387).

Jaar	1986			1987			1988		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Snede									
1	3	25*	67*	18*	29*	58*	30*	40*	47*
2	76*	38*	-	55*	36*	-	29*	15*	-
3	- 1	28*	12*	9*	15*	19*	13*	17*	24*
4	18*	8	2	8*	8*	8*	12*	12*	16*
5	4	- 1	3	10*	12*	15*	16*	16*	13*
6	0	2	16*						

* = significant (P < 0.05)

3.3.2 Bovengronds

Bij bovengrondse toediening (tabel 11) zijn de opbrengsteffecten zo klein dat er slechts zelden significante effecten voorkomen. alleen bij B2 was er telkens een significante opbrengsttoename in de eerste snede na toediening. In het algemeen was de opbrengsttoename het grootst in de eerste snede na toediening. Er is geen duidelijke relatie aan te tonen tussen tijdstip van toediening en aandeel van de opbrengsttoename in de eerste snede. Omdat de totale opbrengsttoename erg gering was komen bij sommige behandelingen onwaarschijnlijk hoge percentages voor.

Tabel 11. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan droge-stof, ten opzichte van DONO, bij bovengrondse toediening van dunne rundermest (PR388).

Jaar	1986				1987					1988				
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_M_3	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_V_3
Snede														
1	43	47	67		19	4			17	104	78			115
2	14	15	44	57*	37	20	47*		11	25	7	75*		7
3	7	5	10	9	1	27	14	54*	32*	8	19	23	3115	0
4	16	13	3	12	2	25	20	30*	25*	16	41	3	637	18
5	1	13	23	4	22	21	14	14	13	4	7	5	3852	4
6	19	17	5	18	21	3	5	2	2					

* = significant (P < 0.05)

3.4 Stikstofopbrengst per snede

3.4.1 Injectie

* PR228 en PR229 (tabel 12 en 13)

Bij I1_V was er in alle vier proefjaren een positief significant effect op de opbrengsttoename in de eerste en tweede snede na injectie. Bij I3 en I4 was er pas een significant effect in de tweede snede na injectie. Voor alle behandelingen geldt dat in vergelijking met de droge-stofopbrengst een groter deel van de toename tot stand kwam in de eerstvolgende snede na injectie.

Tabel 12. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR228).

Jaar	1984			1985		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
Snede						
1	27*			23*		
2	32*			50*		
3	15*	4		4	2	
4	11	62*	2	5	79*	11
5	3	8	76*	6	19*	72*
6	12	26*	22	12*	4	17*

* = significant (P < 0.05)

Tabel 13. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR229).

Jaar	1984			1985		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
Behandeling						
Snedes						
1	38*			26*		
2	45*			43*		
3	9	36*		12*	23	
4	5	51*	24	9	70*	23
5	3	13	76*	10	7	77*

* = significant (P < 0.05)

* PR386 en PR387 (tabel 14 en 15)

Evenals bij de droge-stofopbrengst was er bij PR386 een duidelijk verband tussen tijdstip van injectie en aandeel van de toename in de eerste snede. Hoe vroeger geïnjecteerd werd hoe hoger het aandeel in de eerste snede.

De verschillen tussen de verdeling op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de stikstofopbrengst waren in deze proevenserie wat kleiner dan bij PR228 en PR229. Met name bij I1_V op zandgrond (PR386) was het aandeel in de eerste snede bij de stikstofopbrengst vrijwel gelijk aan die van de droge-stofopbrengst.

Tabel 14. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR386).

Jaar	1986				1987				1988			
	I1_V	I1-M	I1_L	I3	I1_V	I1-M	I1_L	I3	I1_V	I1-M	I1_L	I3
Behandeling												
Snedes												
1	65*	57*	9		23*	4	0		77*	63*	28*	
2	32*	38*	65*		41*	46*	43*		5	34*	61*	
3	4	3	21*	14	19*	28*	37*	22*	2	7	12*	23*
4	0	2	4	47*	12*	14*	14*	56*	0	1	2	35*
5	0	0	1	40*	4*	5*	4*	14*	14*	7	3	35*
6					1	3	2	8*	2	2	0	7

* = significant (P < 0.05)

Tabel 15. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DONO, bij injectie van dunne rundermest (PR387).

Jaar	1986				1987				1988			
	I1_V	I1-M	I3	I4	I1_V	I1-M	I3	I4	I1_V	I1-M	I3	I4
Behandeling												
Snedes												
1	58*	41*			52*	6			44*	12		
2	40*	47*			23*	51*			25*	36*		
3	8	16*	29*		9*	19*	19*		11*	28*	14*	
4	3	3	53*	2	5*	9*	49*	14*	5	10	47*	11
5	5	7	13*	73*	5	7*	17*	49*	5	6	20*	57*
6	2	0	5	29*	3	4	8	27*	4	4	12*	25*
7					3	4	6*	10*	6*	4	7*	7

* = significant (P < 0.05)

Omdat bij PR387X de stikstofgehalten in het gras in de mengmonsters van vier herhalingen zijn bepaald kunnen er in dit geval geen uitspraken over significantie worden gedaan. Toch blijkt uit de cijfers een verband tussen stikstofopbrengst in de eerste snede en maaitijdstip. Hoe later gemaaid hoe hoger het aandeel in de eerste snede. Ten opzichte van de verdeling bij de droge-stofopbrengst vond er bij de stikstofopbrengst een verschuiving naar voren toe plaats.

Tabel 16. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DON0, bij injectie van dunne rundermest (PR387).

Jaar	1986			1987			1988		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Snede									
1	10	42	88	34	35	72	33	46	53
2	71	31	-	46	36	-	34	21	-
3	5	18	4	6	11	11	10	12	21
4	12	6	0	8	9	7	9	9	14
5	3	2	0	6	9	10	14	12	12
6	1	1	8						

3.4.2 Bovengronds

Bij de stikstofopbrengst (tabel 17) waren er nauwelijks significante effecten. Evenals bij de droge-stofopbrengst was de toename van de stikstofopbrengst bij B2 in de eerste snede na toediening significant. In 1986 en 1988 was de verdeling op basis van droge-stofopbrengst vrijwel identiek aan de verdeling op basis van de stikstofopbrengst. In 1987 was de toename op basis van de stikstofopbrengst in de eerste snede wat hoger dan op basis van de droge-stofopbrengst.

Tabel 17. Verdeling (%) van opbrengsttoename aan stikstof, ten opzichte van DON0, bij bovengrondse toediening van dunne rundermest (PR388).

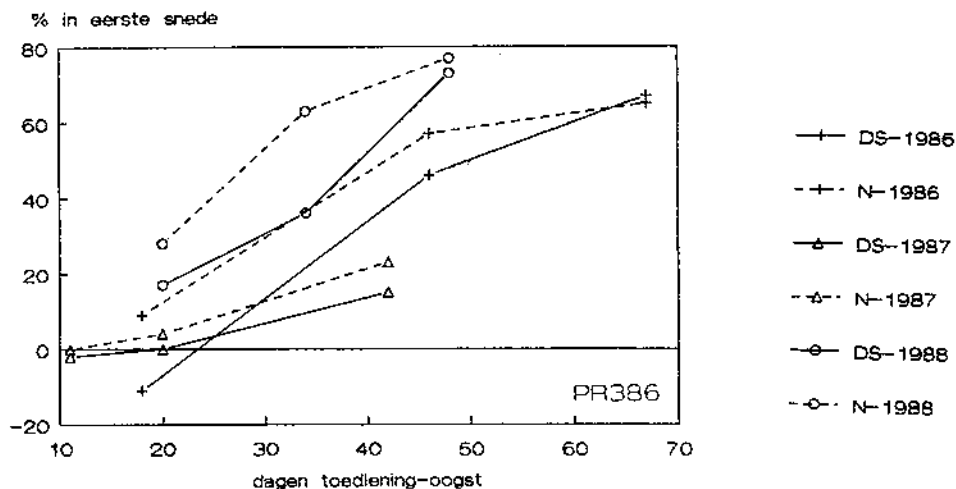
Jaar	1986				1987					1988				
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B1_V	B1-M	B2	B3	B1_M_3	B1_V	B1-M	B2	B3	B1_V_3
Snede														
1	34	49	64		34	28			24	104	65			91
2	19	12	35	57*	20	19	54*		12	27	5	72*		7
3	12	1	12	14	10	11	3	51	27	1	9	29	-126	17
4	11	11	4	6	5	22	20	31	23	33	45	8	47	21
5	1	13	18	6	23	16	17	14	11	2	6	7	179	6
6	23	14	11	17	28	4	6	4	3					

* = significant ($P < 0.05$)

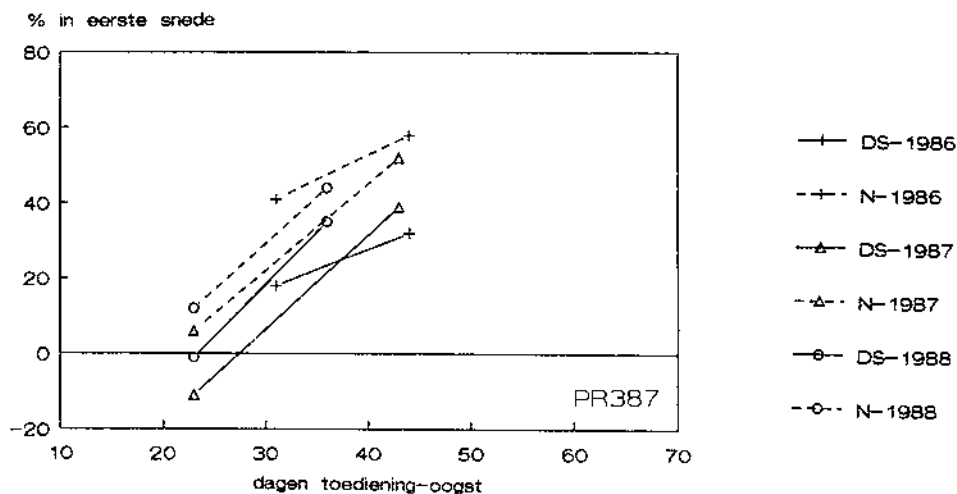
3.5 Relatie tussen verdeling van de opbrengsttoename en tijdstip

In bijlage 17 is voor alle proefjaren en behandelingen het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst weergegeven.

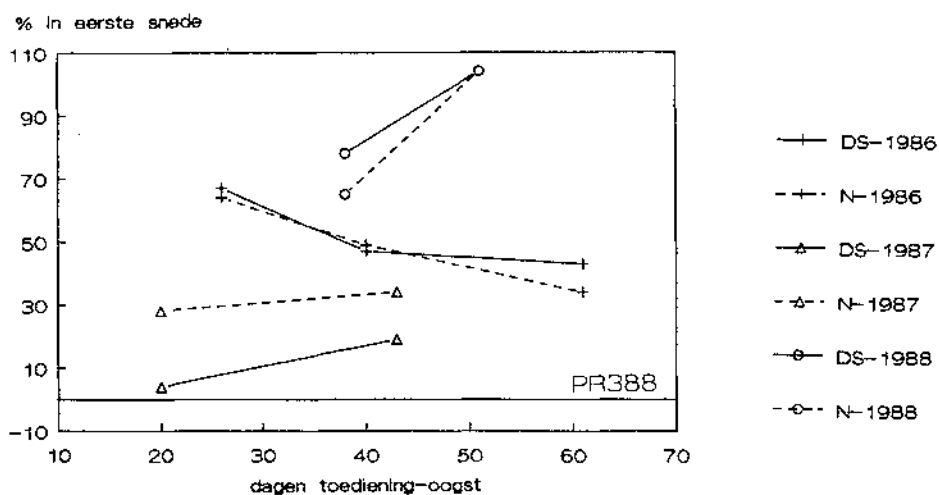
Figuur 9: Het aandeel (%) in de eerste snede na mesttoediening van de totale opbrengstverhoging aan droge-stof (DS) en stikstof (N) als functie van het aantal dagen tussen mesttoediening en de oogst van de eerstvolgende snede bij PR386.



Figuur 10: Het aandeel (%) in de eerste snede na mesttoediening van de totale opbrengstverhoging aan droge-stof (DS) en stikstof (N) als functie van het aantal dagen tussen mesttoediening en de oogst van de eerstvolgende snede bij PR387.



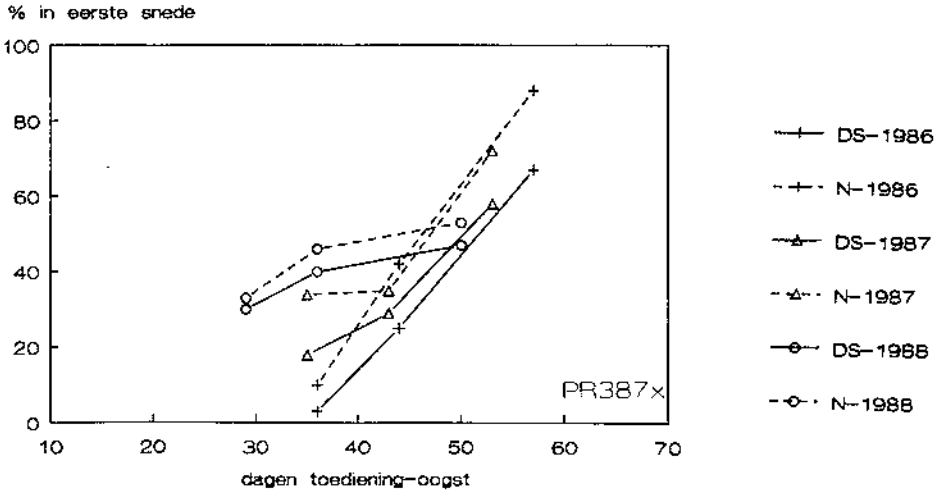
Figuur 11: Het aandeel (%) in de eerste snede na mesttoediening van de totale opbrengstverhoging aan droge-stof (DS) en stikstof (N) als functie van het aantal dagen tussen mesttoediening en de oogst van de eerstvolgende snede bij PR388.



In figuur 9 t/m 11 zijn voor de proeven met verschillende toedieningsdata (PR386, PR387 en PR388) het aandeel van de opbrengsttoename in de eerste snede uitgezet tegen het aantal dagen tussen mesttoediening en oogst eerste snede. Duidelijk is te zien dat bij injectie het aandeel op basis van de stikstofopbrengst steeds hoger was dan op basis van droge-stofopbrengst. Binnen een proefjaar was dit verschil vrij constant zodat de lijnen voor droge stof en stikstof redelijk parallel lopen. Op zandgrond (PR386) is de spreiding in het niveau hoger dan op zavelgrond (PR387). De helling van de lijnen verschilt per proefjaar maar verschillen tussen grondsoort zijn niet duidelijk te constateren.

In figuur 12 is voor de proef met verschillende maaitijden van de eerste snede (PR387x) een soortgelijke grafiek getekend. Ook hier geldt dat het aandeel in de eerste snede berekend op basis van de stikstofopbrengst steeds wat hoger ligt dan het aandeel op basis van de droge-stofopbrengst. Proefjaar 1988 is wat de helling van de lijn betreft duidelijk afwijkend ten opzicht van 1986 en 1987.

Figuur 12: Het aandeel (%) in de eerste snede na mesttoediening van de totale opbrengstverhoging aan droge-stof (DS) en stikstof (N) als functie van het aantal dagen tussen mesttoediening en de oogst van de eerstvolgende snede bij PR387x.



Indien alle data van de verschillende proefjaren samengenomen worden kan het verband tussen het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede en het aantal dagen tussen toediening en oogst met behulp van de onderstaande regressiemodellen redelijk beschreven worden.

$$SD = -29,1 + 1,5 \cdot D, R^2\text{-adj} = 71,9 \%, SE = 13,0$$

$$SN = -16,0 + 1,5 \cdot D, R^2\text{-adj} = 66,6 \%, SE = 14,3$$

waarbij SD = Aandeel opbrengstverhoging in drogestof

SN = Aandeel opbrengstverhoging in stikstof

D = Aantal dagen tussen toediening en oogst

De helling van de lijn is gelijk bij berekening op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de stikstofopbrengst. De constante term is bij de stikstofopbrengst echter 13 % hoger.

Bij bovengrondse toediening is de helling van de lijn per proefjaar zeer verschillend. Dit varieert van een zwak negatief verband (1986) tot een sterk positief verband (1988).

Tussen de verdeling van de werking en andere variabelen zoals het aandeel minerale stikstof (variërend van 29 tot 63 %) of de totale werking kon geen relatie worden aangetoond.

3.6 Stikstofwerking

3.6.1 N-efficiëntie en N-recovery van kunstmeststikstof

In tabel 18 tot en met 20 zijn de N-efficiënties en N-recoveries weergegeven van de behandelingen zonder drijfmeststikstof (D0). De N-recoveries zijn in feite apparent recoveries maar worden in de tekst gewoon met "recovery" aangegeven.

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

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

Gemiddeld over de 13 proefjaren was de N-efficiëntie bij N1, N2 en N3 respectievelijk 27,3 , 20,2 en 14,6 kg ds.kg N⁻¹. Alhoewel er een duidelijke variatie was tussen de proefjaren, was de trend (afnemende N-efficiëntie bij een toenemende stikstofbemesting) in elk proefjaar aanwezig. De N-recovery was gemiddeld over alle proefjaren bij N1, N2 en N3 respectievelijk 0,87 , 0,85 en 0,75 kg N.kg N⁻¹. Tussen de proefjaren waren er grote verschillen in rangorde tussen N1, N2 en N3. Slechts in de helft van het aantal proefjaren nam de recovery af bij toenemende N-gift.

In de andere proefjaren was de N-recovery bij N2, en een enkele keer zelfs bij N3, hoger dan de N-recovery bij N1. In een aantal proefjaren was de N-recovery groter dan 1,0, waarvoor geen duidelijke oorzaken aangewezen kunnen worden.

Tabel 18. N-efficiëntie (kg ds per kg N) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) van kunstmeststikstof bij PR228 en PR229.

	N-efficiëntie			N-recovery		
	N1	N2	N3	N1	N2	N3
PR228						
1984	17.4	12.6	8.6	0.84	0.76	0.63
1985	29.8	19.8	14.0	1.04	0.94	0.83
gem	23.6	16.2	11.3	0.94	0.85	0.73
PR229						
1984	40.9	29.2	22.4	0.91	0.95	0.96
1985	26.6	18.9	12.7	0.88	0.86	0.77
gem	33.8	24.1	17.6	0.90	0.91	0.87

In 1984 was de N-efficiëntie op zavelgrond (PR229) wat hoger dan op zandgrond (PR228), terwijl er in 1985 weinig verschil was. De invloed van de stikstofbemesting op de N-recovery was

duidelijk verschillend tussen zand en zavel. Op zand was er een duidelijk afname van de N-recovery bij een toenemende stikstofbemesting terwijl op zavel de N-recovery bij alle stikstoftrappen vrijwel gelijk bleef.

Tabel 19. N-efficiëntie (kg ds per kg stikstof) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) van kunstmeststikstof bij PR386 en PR387.

	N-efficiëntie			N-recovery		
	N1	N2	N3	N1	N2	N3
PR386						
1986	20.5	16.5	10.4	0.67	0.71	0.55
1987	24.7	15.8	11.1	0.95	0.79	0.63
1988	28.7	23.1	17.9	0.75	0.76	0.79
gem	24.6	18.5	13.1	0.79	0.75	0.66
PR387						
1986	28.5	21.7	16.1	0.93	0.97	0.85
1987	31.7	22.4	15.6	0.95	0.95	0.81
1988	34.2	27.7	19.7	1.12	1.19	0.97
gem	31.5	23.9	17.1	1.00	1.04	0.88

In de drie proefjaren van PR386 en PR387 was de N-efficiëntie en N-recovery op zavelgrond (PR387) telkens wat hoger dan op zandgrond (PR386). Tevens leek er een jaareffect te zijn. Zowel op zand als op zavel waren de N-efficiënties in 1988 hoger dan in 1987 en die weer hoger dan in 1986. De lage N-efficiëntie en N-recovery op zand in 1986 hangt waarschijnlijk samen met de droogte in dat jaar.

Met uitzondering van PR386 in 1987 was de N-recovery bij N1 en N2 niet verschillend. De extreem hoge N-recovery bij N1 en N2 zijn niet verklaarbaar.

Bij PR388 waren de N-efficiënties in de drie proefjaren weinig verschillend. De N-recoveries waren in 1986 wel duidelijk hoger dan in 1987 en 1988. Tussen N1 en N2 waren weinig verschillen in N-recovery.

Tabel 20. N-efficiëntie (kg ds per kg stikstof) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) van kunstmeststikstof bij PR388.

	N-efficiëntie			N-recovery		
	N1	N2	N3	N1	N2	N3
1986	24.8	19.4	13.3	0.91	0.90	0.70
1987	22.0	14.6	11.7	0.65	0.53	0.57
1988	25.3	20.4	15.7	0.66	0.77	0.73
gem	24.0	18.1	13.6	0.74	0.73	0.67

3.6.2 N-efficiëntie en N-recovery van rundermeststikstof

De N-efficiënties en N-recoveries van rundermeststikstof zijn berekend op basis van N-totaal in de rundermest (tabel 21 t/m 23).

De N-recoveries op zand waren gemiddeld hoger dan op zavel. Bij de N-efficiëntie was dit verschil kleiner.

Bij injectie waren de N-efficiënties en N-recoveries gemiddeld hoger dan bij bovengrondse toediening. Bij beide systemen was er echter een grote variatie.

In het algemeen was er geen duidelijke relatie aantoonbaar tussen tijdstip van toediening en N-efficiëntie of N-recovery. Tussen proefjaren bestonden er echter grote verschillen. Bij PR228, PR229 en PR386 leidde injectie voor de eerste snede tot hogere waarden dan latere injecties. Bij PR387 was er geen verschil tussen injectie voor de eerste snede en latere injectie.

Ook bij bovengrondse toediening (PR388) bestond geen verband tussen tijdstip en N-efficiëntie en N-recovery.

Bij toediening voor de eerste snede (I1_ en B1_) werden onderling geen duidelijke verschillen gevonden, zowel bij injectie als bij bovengrondse toediening.

Bij PR228 (tabel 21) waren er slechts kleine verschillen. Opvallend was de hoge N-efficiëntie en N-recovery bij I4 in 1985. De N-recovery leek gemiddeld bij voorjaarstoediening (I1_V) wel wat hoger dan bij latere toediening (I3 en I4).

Bij PR229 leek er een verband te zijn tussen tijdstip van injectie enerzijds en N-efficiëntie en N-recovery anderzijds. Des te vroeger geïnjecteerd werd des te hoger de N-efficiëntie en N-recovery. Vooral in 1985 was dit effect duidelijk aanwezig.

Tabel 21. N-efficiëntie (kg ds per kg stikstof) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) van rundermeststikstof bij PR228 en PR229.

	N-efficiëntie			N-recovery		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
PR228						
1984	8.0	6.4	4.9	0.61	0.44	0.35
1985	11.1	11.1	16.1	0.52	0.37	0.62
gem	9.6	8.8	10.5	0.57	0.41	0.49
PR229						
1984	14.7	15.0	6.6	0.39	0.38	0.24
1985	15.0	6.3	2.0	0.52	0.19	0.12
gem	14.9	10.7	4.4	0.46	0.29	0.18

Tabel 22. N-efficiëntie (kg ds per kg stikstof) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) van rundermeststikstof bij PR386 en PR387.

	N-efficiëntie					N-recovery				
	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386										
1986	13.4	10.7	12.0	1.2		0.59	0.47	0.51	0.14	
1987	16.1	17.0	15.4	13.1		0.77	0.77	0.74	0.61	
1988	18.4	12.4	12.8	6.9		0.60	0.48	0.72	0.27	
gem	16.0	13.4	13.4	7.1		0.65	0.57	0.66	0.34	
PR387										
1986	7.8	10.0		8.9	8.7	0.32	0.42		0.42	0.33
1987	15.0	14.9		14.6	13.0	0.61	0.59		0.54	0.46
1988	14.7	12.5		21.2	12.9	0.60	0.50		0.72	0.43
gem	12.5	12.5		14.9	11.5	0.51	0.51		0.56	0.41

De resultaten bij PR386 waren in de drie proefjaren vrijwel gelijk. De N-efficiëntie en N-recovery bij de drie injectietijdstoppen voor de eerste snede (I1_V, I1_M en I1_L) waren duidelijk hoger dan bij injectie voor de derde snede (I3). Onderling waren die drie echter nauwelijks verschillend. Op zavelgrond (PR387) waren er nauwelijks verschillen tussen de behandelingen. Alleen in 1988 was de N-efficiëntie en N-recovery bij I3 vrij hoog ten opzichte van de overige behandelingen.

Bij bovengrondse toediening waren tussen de behandelingen weinig verschillen. Er was geen verband tussen het tijdstip van toediening en de N-efficiëntie en N-recovery. Alleen in 1986 was toediening voor de tweede snede (B2) duidelijk beter dan toediening voor de eerste snede (B1_V, B1_M en B1_L).

Tweemaal 10 m³ per ha was in 1987 (B1_M_3) beter dan de overige behandelingen en in 1988 (B1_V_3) was er geen verschil.

Tabel 23. N-efficiëntie (kg ds per kg stikstof) en N-recovery (kg stikstof per kg stikstof) rundermeststikstof bij PR388.

	N-efficiëntie						N-recovery							
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
1986	6.8	8.0	5.4	11.4				0.23	0.29	0.21	0.36			
1987	3.6	5.7		4.3	7.3	13.5		0.10	0.23		0.18	0.19	0.39	
1988	5.7	8.5		4.2	0.2		4.7	0.13	0.29		0.20	-0.04		0.14
gem	5.4	7.4		6.6				0.15	0.27		0.25			

3.6.3 Maximale N-recovery van minerale stikstof uit dunne rundermest

Een essentieel verschil tussen kunstmest en dunne rundermest is het aandeel minerale stikstof in de meststof. Bij kunstmest is dit 100 % en bij de in dit onderzoek geïnjecteerde dunne rundermest gemiddeld 46 % met een variatie van 29 tot 63 %. Indien de minerale-stikstof fractie uit dunne rundermest vermenigvuldigd wordt met de N-recovery die bij kunstmeststikstof in dat proefjaar werd gevonden, dan krijg je de maximale N-recovery uit de minerale fractie van rundermeststikstof. Vervolgens kan het verschil berekend worden met de gevonden N-recovery. Dit verschil is weergegeven in tabel 24 t/m 26.

Tabel 24. Verschil (kg stikstof per kg stikstof) tussen maximale N-recovery uit de minerale fractie van de rundermeststikstof en gevonden N-recovery van totale stikstof fractie van de rundermest bij PR228 en PR229.

	I1_V	I3	I4
PR228			
1984	0.32	0.11	-0.03
1985	0.08	-0.02	0.17
gem	0.20	0.05	0.07
PR229			
1984	0.02	-0.03	-0.11
1985	0.17	-0.17	-0.26
gem	0.10	-0.10	-0.19

Het verschil wordt hoofdzakelijk bepaald door stikstofverliezen, mineralisatie van organische stikstof uit mest en resteffecten. Daarnaast kunnen andere factoren zoals plaatsing van de mest en tijdstip van toediening nog een rol spelen. Uit de resultaten blijkt dat bij bovengrondse toediening (tabel 26) de gevonden N-recovery in vrijwel alle gevallen lager is dan de maximaal te verwachten N-recovery uit minerale stikstof. De belangrijkste oorzaak voor de verschillen is waarschijnlijk ammoniakvervluchtiging. Bij injectie zijn de ammoniakverliezen te verwaarlozen. Het verschil is dan een gecombineerd effect van mineralisatie en resteffect. Bij voorjaarsinjectie was de gevonde recovery in vrijwel alle gevallen hoger dan de maximaal te verwachten recovery uit minerale stikstof. Op zandgrond was het verschil wat groter dan op zavelgrond. Dit zou kunnen duiden op een hogere mineralisatie of een relatief positiever resteffect op zandgrond. Bij toediening in de zomer waren de verschillen wisselend positief en negatief, waarbij hetzelfde verschil tussen zand en zavel gevonden werd. Bij zomertoediening zullen negatieve resteffecten echter een grotere rol spelen dan bij voorjaarstoediening.

Tabel 25. Verschil (kg stikstof per kg stikstof) tussen maximale N-recovery uit de minerale fractie van de rundermeststikstof en gevonden N-recovery van totale stikstoffractie van de rundermest bij PR386 en PR387.

	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386					
1986	0.30	0.19	0.19	-0.18	
1987	0.38	0.37	0.27	0.01	
1988	0.17	0.14	0.26	-0.10	
gem	0.28	0.23	0.24	-0.08	
PR387					
1986	-0.06	0.02		-0.09	-0.16
1987	0.25	0.31		0.06	-0.03
1988	0.09	-0.04		0.18	-0.09
gem	0.10	0.10		0.05	-0.09

Tabel 26. Verschil (kg stikstof per kg stikstof) tussen maximale N-recovery uit de minerale fractie van de rundermeststikstof en gevonden N-recovery van totale stikstoffractie van de rundermest bij PR388.

	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
1986	-0.12	-0.09	-0.23	-0.10			
1987	-0.17	-0.03		-0.19	-0.16	0.07	
1988	-0.22	-0.01		-0.23	-0.36		-0.20
gem	-0.17	-0.05		-0.17			

3.6.4 Stikstofwerking bij aparte toediening

De stikstofwerking bij aparte toediening (tabel 27 t/m 29) is berekend door de N-efficiëntie of N-recovery van rundermeststikstof te vergelijken met die van kunstmeststikstof bij een gift van 200 kg,ha⁻¹ (N1). Naast de stikstofwerking bij aparte toediening kan ook een stikstofwerking bij gecombineerde toediening worden berekend. Deze komt in de volgende paragraaf aan bod.

Binnen een proefjaar verandert er in vergelijking met de N-efficiëntie of N-recovery niets. Tussen de proefjaren kunnen verschillen ontstaan door een verschillende reactie op kunstmeststikstof.

Bij injectie was de werking in het algemeen hoger dan bij bovengrondse toediening. Vooral op basis van de stikstofopbrengst waren de verschillen tussen beide systemen groot. Bij bovengrondse toediening was de werking op basis van de droge-stofopbrengst niet verschillend van de werking op basis van de N-opbrengst. Bij injectie daarentegen was de werking op basis van de stikstofopbrengst altijd hoger, hetgeen wijst op hogere stikstofgehalten. Uit de resultaten valt af te leiden dat op zand dit verschil ongeveer 10-20 % bedroeg en op zavel 5-10 %.

Op zavel was de werking gemiddeld wat lager dan op zand (PR386). Dit werd enerzijds veroorzaakt door lagere N-efficiënties en N-recoveries van de drijfmestbehandelingen op zavel en anderzijds door de hogere N-efficiënties en N-recoveries van kunstmest op zavel. Globaal was de werking op zavel zo'n 10 % lager dan op zand.

Tabel 27. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR228 en PR229.

	ds			N		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
PR228						
1984	46	37	28	73	53	42
1985	37	37	54	50	36	60
gem	42	37	41	62	45	51
PR229						
1984	36	37	16	43	42	27
1985	56	24	8	60	21	14
gem	46	31	12	52	32	21

Bij PR228 was er geen duidelijk verband tussen tijdstip en stikstofwerking. Op basis van de droge-stofopbrengst was de werking gemiddeld zo'n 40 %. Op basis van de stikstofopbrengst was de gemiddelde werking ongeveer 50 %. Bij PR229 was de stikstofwerking op basis van de droge-

stofopbrengst bij I1_V gemiddeld 46 %. Bij I3 en I4 nam de werking af tot respectievelijk 31 en 12 %. Op basis van de stikstofopbrengst was de werking ongeveer 5 % hoger.

Tabel 28. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR386 en PR387.

	ds					N				
	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386										
1986	65	52	59	22		87	70	76	22	
1987	65	69	62	53		82	81	78	65	
1988	64	43	62	24		80	64	96	36	
gem	65	55	61	33		83	72	83	41	
PR387										
1986	27	35		31	30	34	45		45	35
1987	47	47		46	41	64	62		57	48
1988	43	37		62	38	54	45		64	38
gem	39	40		46	36	51	51		55	40

De gemiddelde stikstofwerking op basis van de droge-stofopbrengst was bij injectie voor de eerste snede (I1_V, I1_M en I1_L) bij PR386 vrij hoog met 60 % en op basis van de stikstofopbrengst zelfs 80 %. Bij injectie voor de derde snede (I3) was de werking duidelijk lager en bedroeg gemiddeld slechts 33 (ds) en 41 (N) %. De variatie tussen de jaren is bij injectie voor de eerste snede duidelijk minder dan bij injectie op een later tijdstip.

Op zavel (PR387) was er nauwelijks enig verschil tussen de verschillende tijdstippen.

Tabel 29. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij aparte toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR388.

	ds					N								
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
1986	27	32	22	46				25	32	23	40			
1987	13	20		15	26	47		11	27		21	22	46	
1988	22	33		16	1		19	20	44		30	- 5		21
gem	21	28		26				19	34		30			

Bij bovengrondse toediening waren er geen verschillen tussen stikstofwerking op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de N-opbrengst. De werking varieerde hoofdzakelijk van 20 tot 30 % met een enkele uitschieter naar boven tot maximaal 46 % en naar beneden tot minimaal -5 %.

3.6.5 Stikstofwerking bij gecombineerde toediening

Naast de stikstofwerking bij aparte toediening kan men tevens de stikstofwerking berekenen bij gecombineerde aanwending van dunne rundermest en kunstmest. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het model uit paragraaf 3.1.

De stikstofwerking bij gecombineerde toediening wordt berekend door de horizontale afstand van de controle-lijn (D0) tot de betreffende rundermestlijn te berekenen (zie bijlage 18). Dit is de hoeveelheid stikstof uit kunstmest die vervangen wordt door de rundermesttoediening. Door deze hoeveelheid bespaarde stikstof te delen door de toegediende rundermeststikstof wordt de stikstofwerking verkregen.

De keuze van het punt waarbij de stikstofwerking wordt berekend is arbitrair. Maar door bij elk proefjaar bij eenzelfde marginaal stikstofeffect de stikstofwerking te berekenen wordt de invloed van grondsoort en weersomstandigheden uitgeschakeld. In dit rapport wordt de stikstofwerking berekend bij een marginaal effect van 13 en 9 kg ds.kg N⁻¹ (Snijders, 1987).

In bijlage 19 en 20 is voor elk proefjaar de stikstofgift weergegeven waarbij het marginale stikstofeffect respectievelijk 13 en 9 kg ds.kg N⁻¹ bedroeg. Tevens zijn de daarbij behorende droge-stofopbrengst en stikstofopbrengst weergegeven. De stikstofgift waarbij een marginaal stikstofeffect van 13 wordt bereikt varieert van 146 kg N.ha⁻¹ bij PR386 in 1986 tot 431 kg N.ha⁻¹ bij PR387 in 1988. Gemiddeld over de dertien proefjaren was dit 308 kg N.ha⁻¹. Een marginaal effect van 9 werd gemiddeld bereikt bij 377 kg N.ha⁻¹ terwijl de laagste en hoogste waarde respectievelijk 225 (PR386 1986) en 491 (PR387 1988) kg N.ha⁻¹ bedroegen.

In tabel 30 tot en met 32 is de stikstofwerking weergegeven bij gecombineerde toediening, berekend bij een marginaal effect van 13 kg ds.kg N⁻¹.

Tabel 30. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij gecombineerde toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR228 en PR229.

	ds			N		
	I1_v	I3	I4	I1_v	I3	I4
PR228						
1984	38	22	24	68	42	34
1985	-11	10	11	40	27	39
gem	24	16	18	54	35	37
PR229						
1984	13	32	16	38	39	25
1985	27	32	-21	48	21	10
gem	20	32	-3	43	30	18

De stikstofwerking berekend bij gecombineerde toediening was in het algemeen lager dan de stikstofwerking berekend bij aparte toediening. Vooral bij injectie berekend op basis van de droge-stofopbrengst kon dit verschil erg groot zijn, op basis van de stikstofopbrengst was dit verschil in het algemeen wat kleiner. Daardoor was het verschil tussen de stikstofwerking op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de N-opbrengst bij gecombineerde toediening nog hoger dan bij aparte toediening.

Op basis van de droge-stofopbrengst is er geen duidelijke relatie tussen de stikstofwerking en het tijdstip van toediening. De resultaten variëren sterk per proefjaar en in twee gevallen is er zelfs sprake van een negatieve stikstofwerking. Op basis van de droge-stofopbrengst is de gemiddelde stikstofwerking bij gecombineerde toediening duidelijk lager dan bij aparte toediening. Op basis van de stikstofopbrengst is er bij PR229 vrijwel geen verschil tussen gecombineerde of aparte toediening, terwijl bij PR228 de stikstofwerking bij gecombineerde toediening steeds zo'n 10 % lager is dan bij aparte toediening. De verschillen tussen de behandelingen blijven echter gelijk.

Tabel 31. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij gecombineerde toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR386 en PR387.

	ds					N				
	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386										
1986	77	49	12	-42		105	85	78	-3	
1987	61	58	44	33		88	83	79	60	
1988	68	11	-7	0		83	70	78	25	
gem	69	39	16	-3		92	79	78	27	
PR387										
1986	34	34		2	11	57	51		35	31
1987	22	25		42	42	57	57		50	41
1988	20	26		65	36	43	47		68	40
gem	25	28		36	30	52	52		51	37

Tabel 32. Stikstofwerking (%) van dunne rundermest ten opzichte van kunstmest bij gecombineerde toediening op basis van de droge-stofopbrengst (ds) en op basis van de stikstofopbrengst (N) bij PR388.

	ds							N						
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
1986	-8	-4	0	15				5	6	12	10			
1987	17	-1		4	17	26		14	23		14	24	29	
1988	35	53		34	11		22	30	39		21	1		7
gem	15	16		18				16	23		15			

Bij PR386 is er een duidelijk verband tussen stikstofwerking en tijdstip van toediening. Hoe vroeger geïnjecteerd werd hoe hoger de stikstofwerking, zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. In vergelijking met de stikstofwerking bij aparte toediening blijkt dat er op basis van de stikstofopbrengst geen noemenswaardige verschillen zijn. Op basis van de droge-stofopbrengst was er alleen geen verschil bij behandeling I1_V.

Bij de overige behandelingen was de werking bij gecombineerde toediening gemiddeld zo'n 15 tot 45 % lager dan bij aparte toediening.

Bij PR387 waren de verschillen tussen gecombineerde en aparte toediening kleiner dan bij PR386. Op basis van de droge-stofopbrengst was het verschil gemiddeld zo'n 5 tot 15 % en op basis van de stikstofopbrengst was er geen verschil.

Ten opzichte van de stikstofwerking bij aparte toediening is de stikstofwerking bij gecombineerde toediening gemiddeld zo'n 5 tot 15 % lager, zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. Evenals bij aparte toediening is er nu ook geen duidelijk verband tussen behandeling en stikstofwerking.

In bijlage 21 is de stikstofwerking bij gecombineerde toediening weergegeven, berekend bij een marginaal stikstofeffect van $9 \text{ kg ds.kg N}^{-1}$. Op basis van de droge-stofopbrengst zijn ze nog iets lager dan bij $13 \text{ kg ds.kg N}^{-1}$ en op basis van de stikstofopbrengst zijn de verschillen niet zo groot.

3.7 Schade

Bij mesttoediening op grasland zijn, naast de positieve effecten van de nutriënten uit mest, ook negatieve effecten mogelijk.

Het negatief effect kan berekend worden door de droge-stofopbrengsten van de diverse behandelingen binnen de hoogste kunstmestgift (N3) met elkaar te vergelijken. Een positief stikstofeffect wordt dan vrijwel uitgesloten. In tabel 33 tot en met 35 is per proefjaar het negatieve effect weergegeven. Dit is gedaan voor de eerstvolgende snede na mesttoediening en op jaarbasis. Bij mesttoediening na de eerste snede is gerekend met de opbrengstverschillen vanaf het moment van toediening.

3.7.1 Relatie schade - tijdstip van toediening

Alleen bij PR386 was er enig verband tussen schade en tijdstip van toediening. Indien vroeg geïnjecteerd werd (I1_V) was er in de eerste snede geen opbrengstderving, terwijl bij latere injectie (I1_M, I1_L en I3) significante opbrengstdervingen optraden in de eerstvolgende snede. Bij de andere injectieproeven trad er in de eerstvolgende snede vaak schade op, maar een duidelijk verband tussen tijdstip en schade kon niet worden aangetoond. Bij bovengrondse toediening kwam alleen in 1987 enige schade voor in de eerstvolgende snede.

Op jaarbasis was er slechts in vier gevallen nog sprake van een significante opbrengstderving.

Tabel 33. Verschil in droge-stofopbrengst (kg.ha⁻¹) binnen N3 ten opzichte van D0 in de eerstvolgende snede na toediening (s1) en op jaarbasis (j) bij PR228 en PR229.

	s1			j		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
PR228						
1984	-497*	-774*	-462*	241	-252	-168
1985	-315	-483*	-820*	52	-117	-194
gem	-406	-629	-641	147	-185	-181
PR229						
1984	-790*	-701*	-781*	-147	247	4
1985	-389*	-466*	-241	597	327	-33
gem	-590	-584	-511	225	287	-15

* : Significant (p<0.05)

In 10 van de 12 gevallen is er een significant negatief effect in de eerstvolgende snede na toediening. Dit varieert van 389 tot 820 kg ds.ha⁻¹, maar er is geen verband tussen tijdstip van toediening en schade. Op jaarbasis is er bij alle behandelingen geen negatief effect.

Tabel 34. Verschil in droge-stofopbrengst (kg.ha⁻¹) binnen N3 ten opzichte van D0 in de eerstvolgende snede na toediening (s1) en op jaarbasis (j) bij PR386 en PR387.

	s1					j				
	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386										
1986	980*	400	-475	-862*		911*	288	80	-880*	
1987	-271	-794*	-613*	-375*		629	-95	377	299	
1988	424	-1096*	-1618*	-840*		106	-402	-547	-451	
gem	378	-497	-902	-692		549	-70	-30	-344	
PR387										
1986	-339*	-447*		-1667*	-918*	461	567		-1168*	-697*
1987	553*	5		-471*	-422*	420	471		-131	200
1988	-976*	-1381*		-670*	-339	-435	-758		-58	-184
gem	-254	-608		-936	-560	149	93		-450	-227

* : Significant (p<0.05)

Op zandgrond (PR386) nam de schade toe naarmate later werd geïnjecteerd. Bij behandeling I1_V kwam geen significante opbrengstderiving voor. In 1986 was er zelfs een significante opbrengstverhoging, zowel in de eerste snede als op jaarbasis. Bij I1_M en I1_L was er in de eerste snede in 1986 geen opbrengstderiving maar in 1987 en 1988 varieerde de schade van 613 tot 1618 kg

ds.ha⁻¹. Op jaarbasis was de opbrengstderving in alle gevallen teniet gedaan. Bij I3 was er in elk jaar een significante opbrengstderving. Op jaarbasis was er alleen in 1986 (droogte) een significante opbrengstderving van 880 kg ds.ha⁻¹.

Op zavelgrond (PR387) was er geen verband tussen tijdstip van toediening en opbrengstderving. In de eerstvolgende snede na toediening was er in 9 van de 12 gevallen sprake van een significante opbrengstderving, variërend van 339 tot 1667 kg ds.ha⁻¹. In een geval (I1_V in 1987) was er een significante opbrengstverhoging. Op jaarbasis was alleen in 1986 bij I3 en I4 nog een significante opbrengstderving aanwezig.

Tabel 35. Verschil in droge-stofopbrengst (kg.ha⁻¹) binnen N3 ten opzichte van D0 in de eerstvolgende snede na toediening (s1) en op jaarbasis (j) bij PR388.

	s1								j							
	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3		
1986	-46	-139	-401	-180				-331	-238	-29	-308					
1987	-209	-573*		-762*	-926*	-85		-389	-726		-636	-937*	-492			
1988	-92	-126		159	-119	-588*	-273	52	22		43	-191		-233		
gem	-116	-279		-261			-145	-223	-314		-300					

* : Significant (p<0.05)

Bij bovengrondse toediening was er alleen in 1987 sprake van schade. In de eerstvolgende snede na toediening was er een significante opbrengstderving bij B1_M, B2 en B3. De schade varieerde van 573 tot 972 kg ds.ha⁻¹.

Bovendien was er een opbrengstderving van 588 kg ds.ha⁻¹ na de tweede toediening van B1_M_3. Op jaarbasis was er alleen nog schade bij B3.

3.7.2 Relatie schade - weersomstandigheden

In bijlage 13 zijn enkele gegevens verzameld over het weer rondom het tijdstip van mesttoediening. In bijlage 12 zijn de neerslag en de potentiële verdamping grafisch uitgezet tegen de tijd.

Bij mestinjectie lijkt er een verband te zijn tussen schade in de eerste snede na mesttoediening en het neerslagoverschot in de decade na toediening. Indien in de decade na mesttoediening het neerslagoverschot groter was dan 15 mm dan trad weinig schade op.

Bij PR228 en PR229 komt dit duidelijk naar voren. In de twee gevallen dat er geen schade voorkwam, was er een groot neerslagoverschot (groter dan 25 mm) in de decade na toediening. In de overige gevallen, waarbij wel schade optrad, was er een neerslagtekort of een gering neerslagoverschot (kleiner dan 10 mm).

Bij PR386 en PR387 was dit minder duidelijk. Ook in gevallen met een neerslagtekort was er soms geen schade. In één geval was er bij een groot neerslagoverschot toch schade. In dit geval was de decade voorgaand aan de toediening wel droog en het neerslagoverschot in de decade na toediening werd veroorzaakt door neerslag die pas na de vijfde dag viel. De drie gevallen waarbij er ook op jaarbasis nog schade was hangen duidelijk samen met een langdurige droge periode in 1986.

Bij bovengrondse toediening was er geen verband tussen neerslagoverschot en schade. Uit de resultaten blijkt een mogelijk verband tussen referentiegewasverdamping en schade. In de drie gevallen dat er schade was in de eerste snede na toediening was de referentiegewasverdamping ongeveer 3,5 mm. Een hoge referentiegewasverdamping betekende echter niet dat er in alle gevallen schade optrad.

3.9 Kwaliteit van het geoogste gras

3.9.1 Stikstof

In bijlage 14 zijn de stikstofgehalten op jaarbasis weergegeven. Uit de resultaten blijkt duidelijk een toenemend stikstofgehalte bij een toenemende kunstmeststikstofbemesting.

Zonder gebruik van drijfmest of kunstmest (DON0) varieerde het stikstofgehalte van 1,94 tot 2,87 %. Bij de hoogste stikstofgift (DON3) bedroeg het gehalte 3,67 tot 4,38 %.

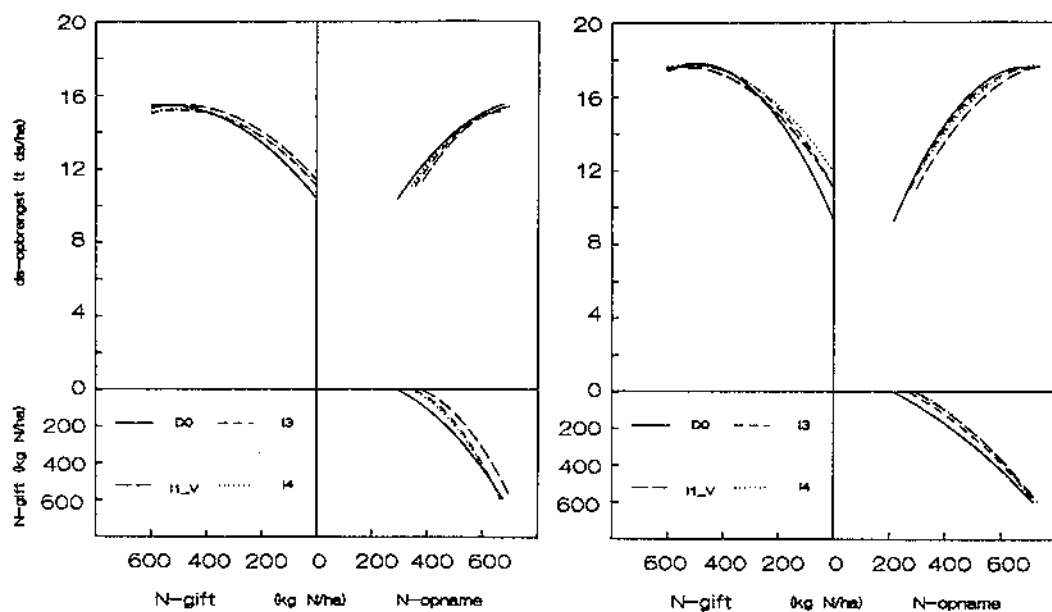
Ook bij toediening van drijfmest nam het stikstofgehalte toe bij een toenemende kunstmeststikstofbemesting. De toediening van drijfmest zelf veroorzaakte ook een stijging van het stikstofgehalte. Vooral binnen N0 was dit goed te zien. Binnen N3 waren de verschillen tussen de drijfmestbehandelingen slechts gering. Het hoogste stikstofgehalte werd gevonden bij het object I1_V N3 in PR228 1984 en bedroeg 4,55 %. Bij bovengrondse toediening waren de verschillen in het algemeen zeer klein. Bij PR387x was het stikstofgehalte lager indien in de eerste snede later gemaaid werd. Zowel bij gebruik van kunstmest (D0) als bij gebruik van drijfmest (I1_V) was dit het geval.

Omdat het stikstofgehalte afhangt van de hoeveelheid toegediende werkzame stikstof kunnen vergelijkingen tussen behandelingen beter worden uitgevoerd in het eerste kwadrant van de vierkwadrantenfiguren (figuur 13 tot 17).

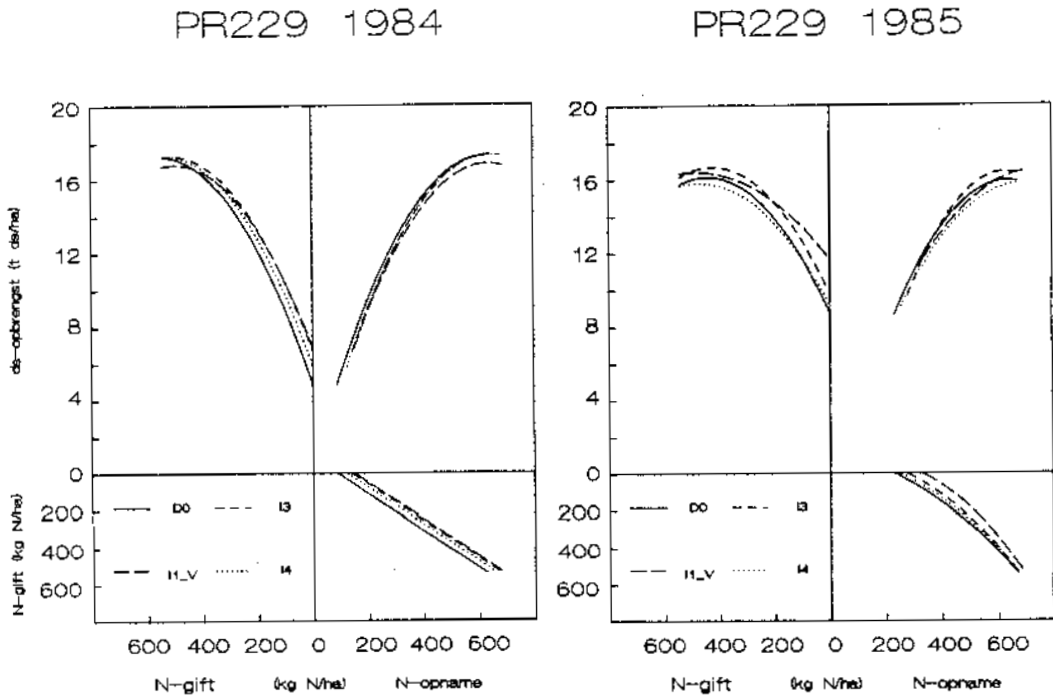
Figuur 13: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) en stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR228.

PR228 1984

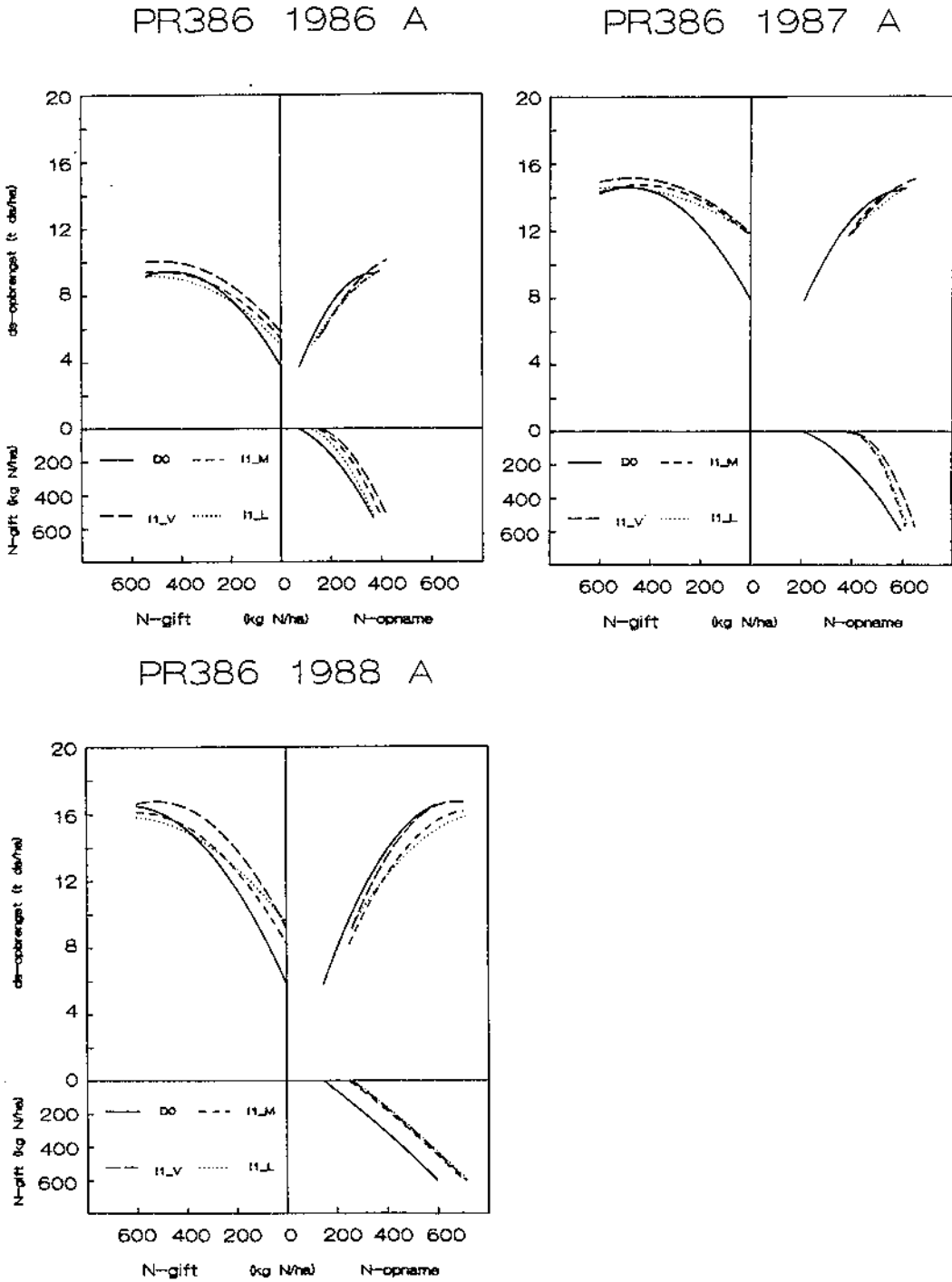
PR228 1985



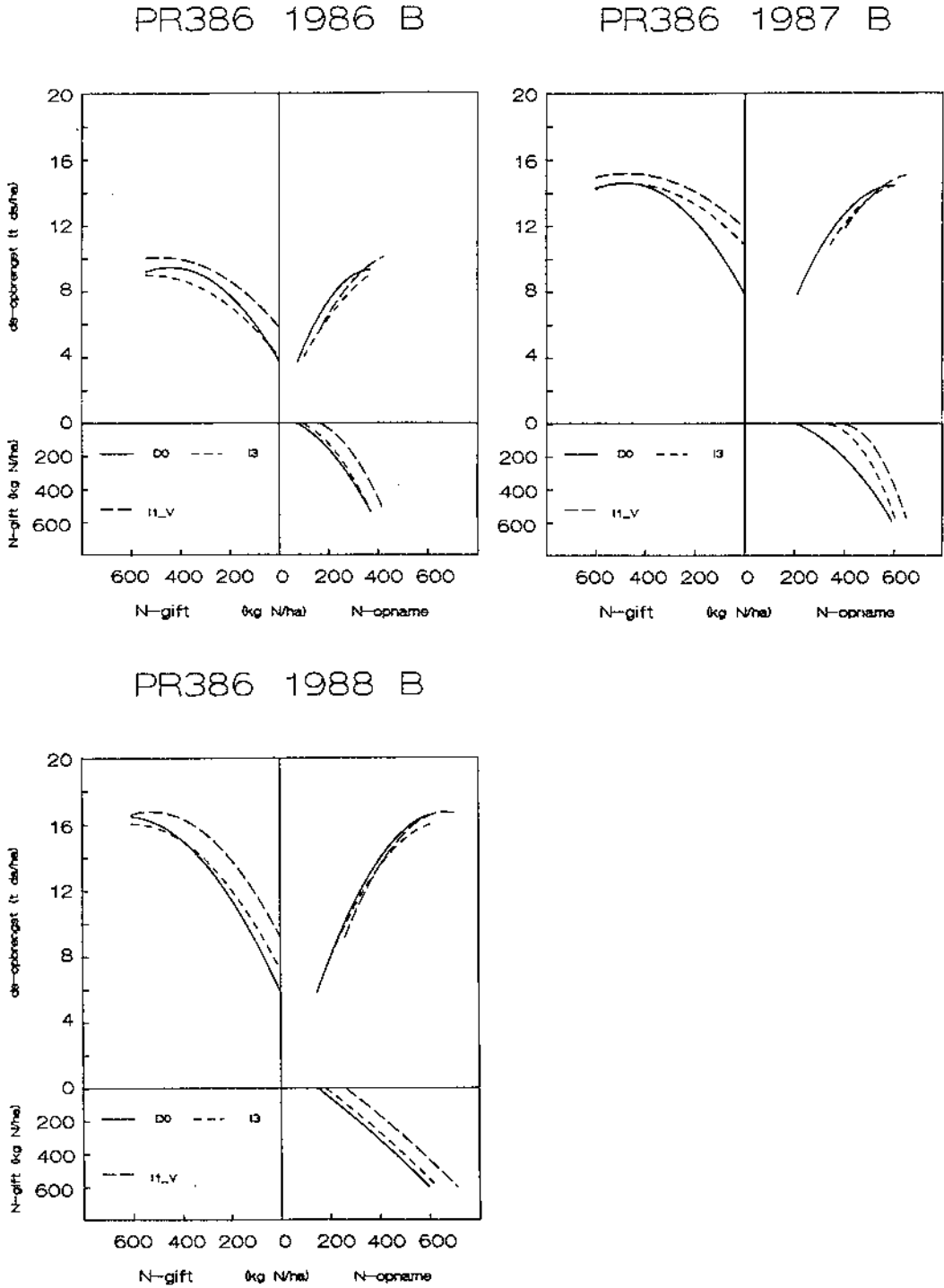
Figuur 14: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR229.



Figuur 15A: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR386.

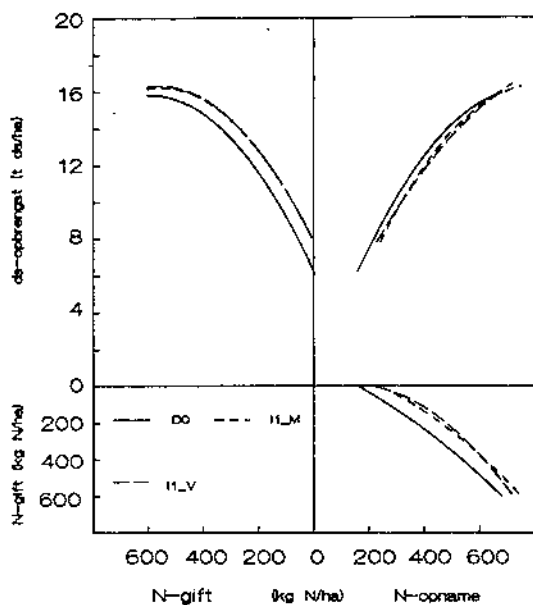


Figuur 15B: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR386.

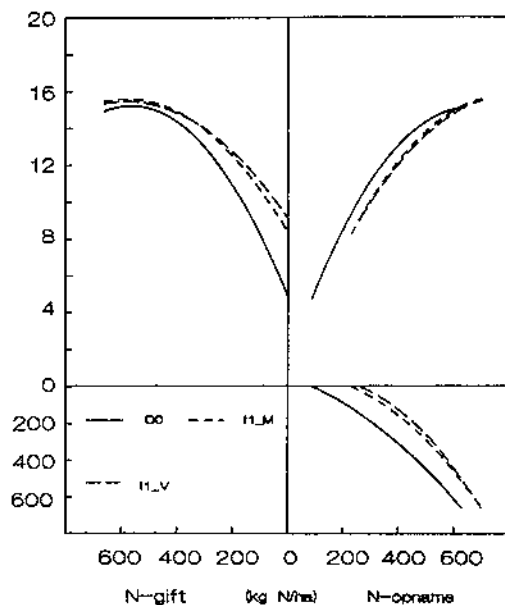


Figuur 16A: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) en stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR387.

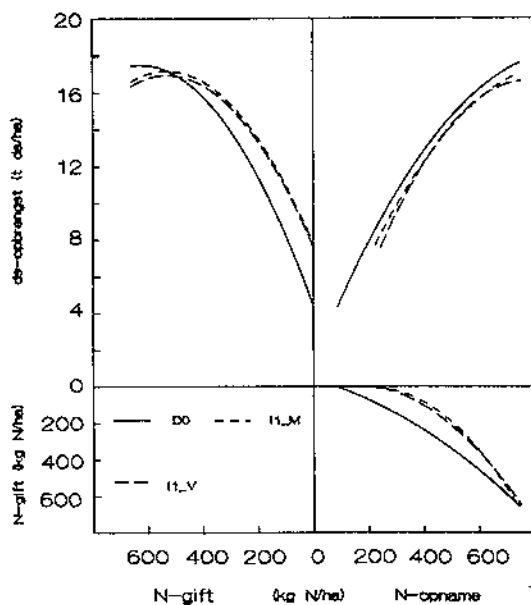
PR387 1986 A



PR387 1987 A



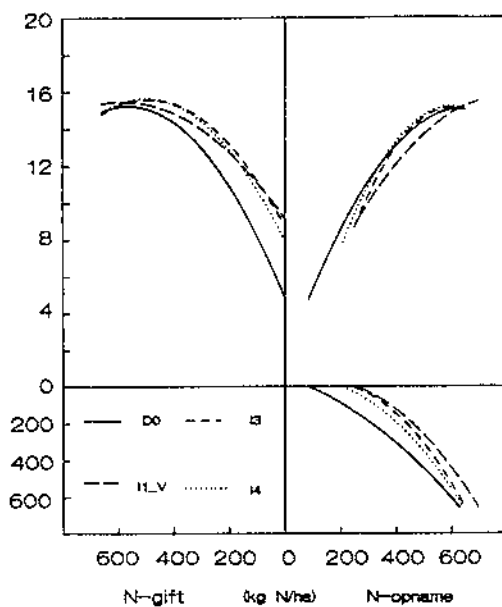
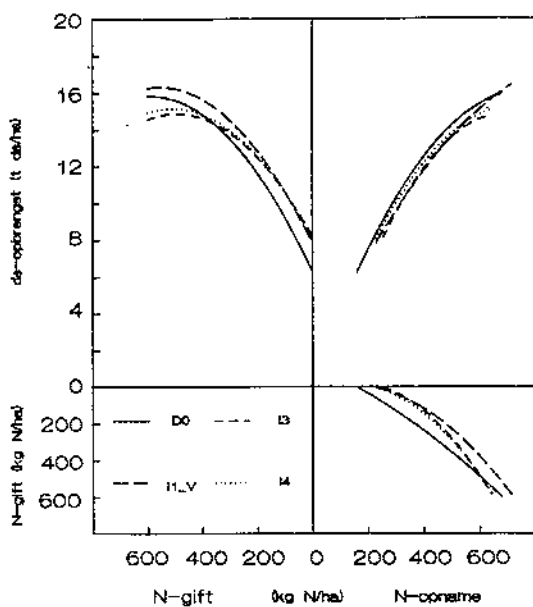
PR387 1988 A



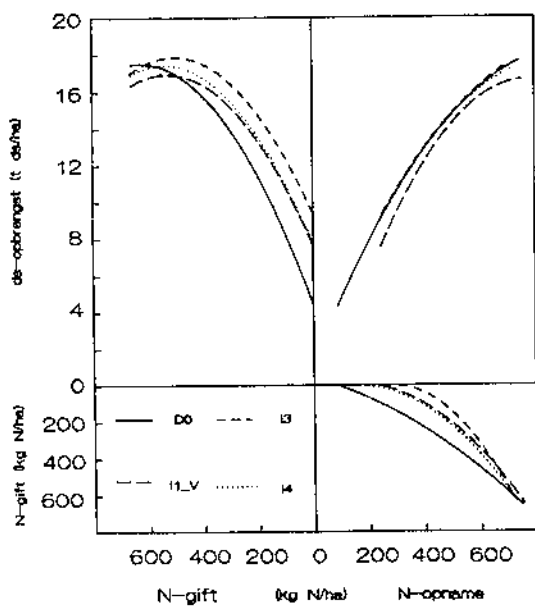
Figuur 16B: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) en stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR387.

PR387 1986 B

PR387 1987 B

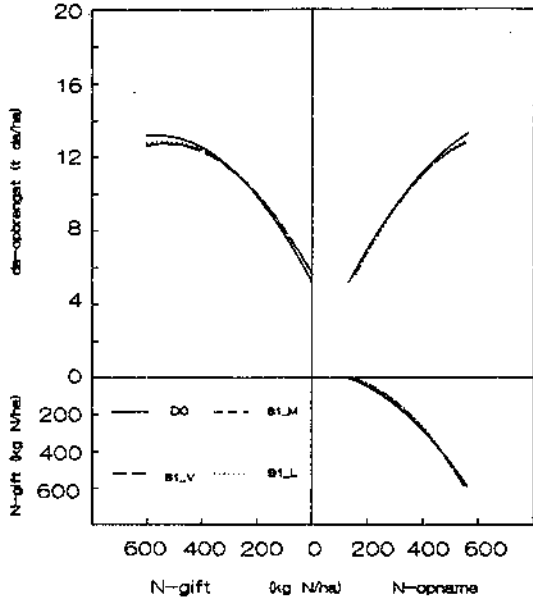


PR387 1988 B

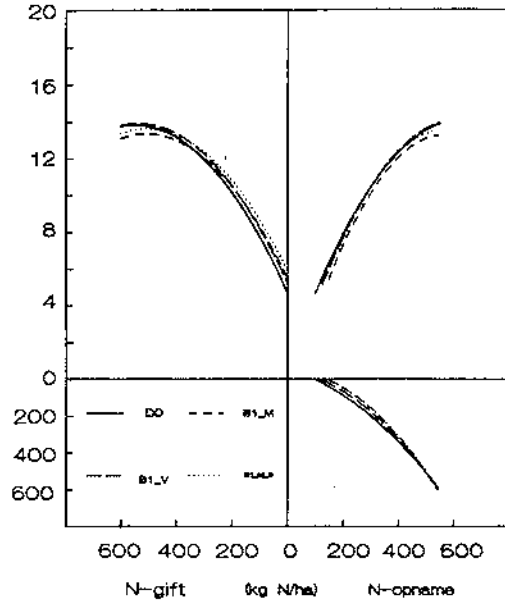


Figuur 17A: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) en stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR388.

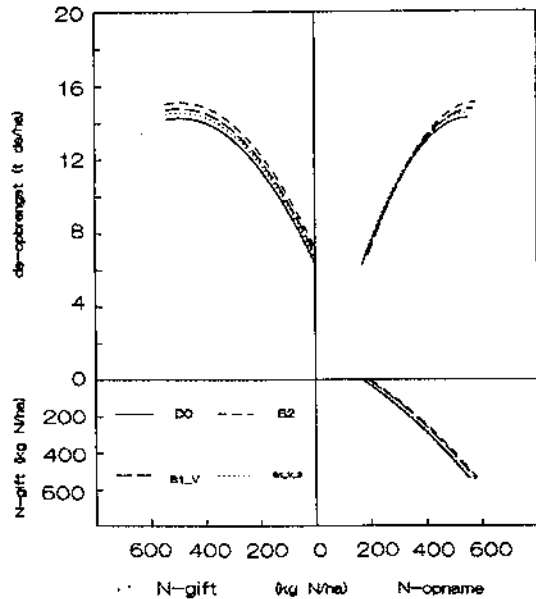
PR388 1986 A



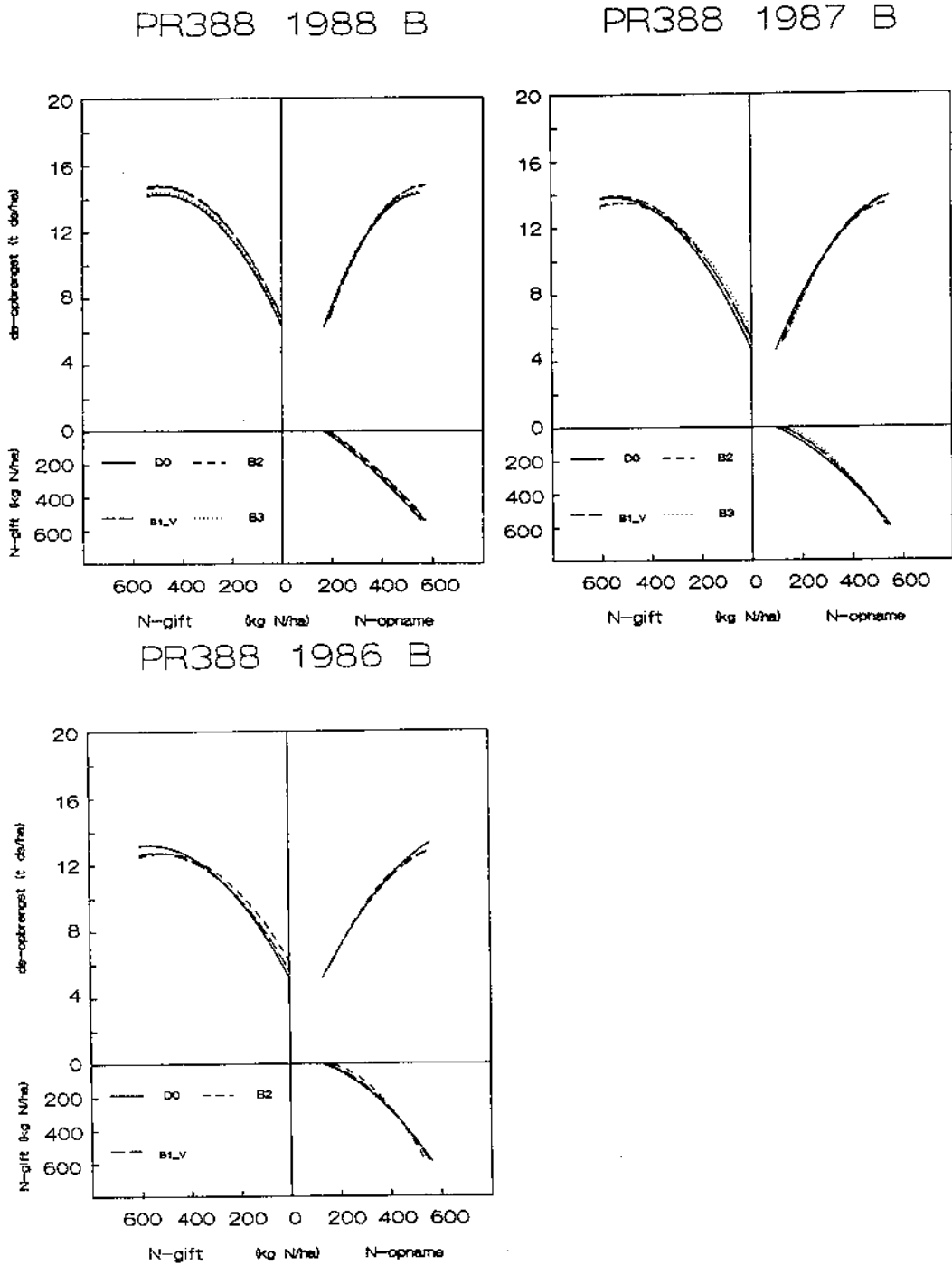
PR388 1987 A



PR388 1988 A



Figuur 17B: Het effect van stikstof uit kunstmest ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) op de drogestofopbrengst ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) en stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR388.



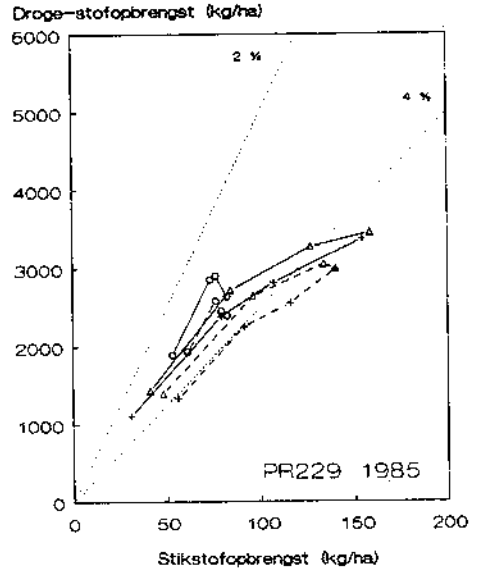
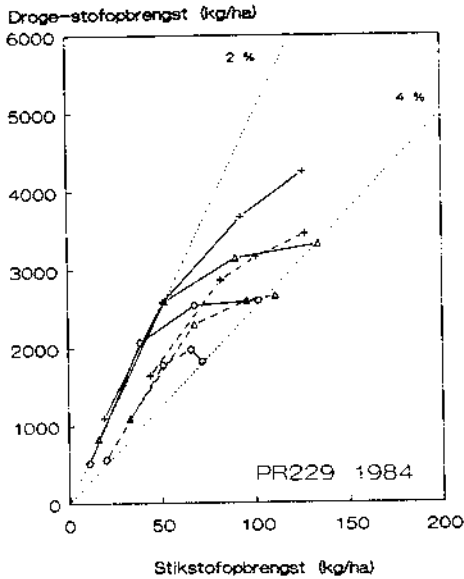
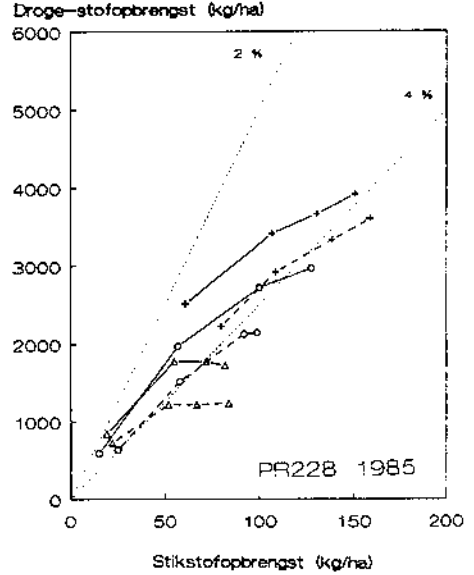
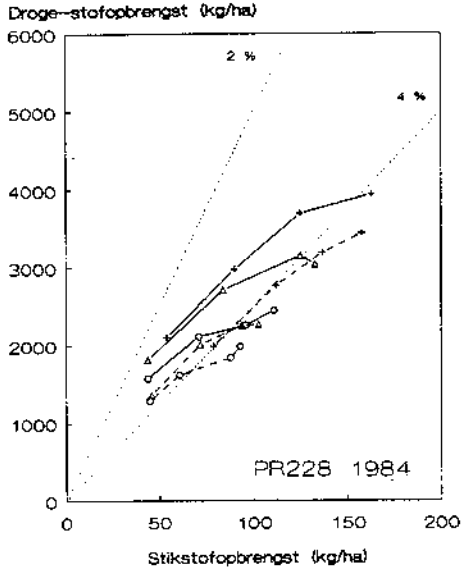
Bij mestinjectie zijn de stikstofgehalten in vrijwel alle proefjaren hoger dan bij gebruik van kunstmest. Slechts in twee gevallen valt de curve bij injectie samen met die van kunstmest (PR387 1988 ; I3 en I4). De stikstofgehalten zijn het meest verhoogd bij relatief lage stikstofopbrengsten. Bij de hogere stikstofopbrengsten naderen de lijnen elkaar enigszins. In sommige gevallen is er zelfs sprake van hogere stikstofgehalten bij kunstmest. Dit wijst op een ander effect dan stikstof. Een duidelijk verband tussen tijdstip van injectie en stikstofgehalte is niet aan te tonen. In 1984 en 1985 was het stikstofgehalte bij I1_V in drie van de vier proeven het hoogste. In de jaren 1986-1988 is het beeld wisselend.

De verhoging van het stikstofgehalte kan goed afgeleid worden door het verschil in werking op basis van de stikstofopbrengst en op basis van de droge-stofproductie. Des te groter dit verschil des te hoger het stikstofgehalte.

Bij bovengrondse toediening zijn de verschillen tussen kunstmest en drijfmest zeer klein. In 1987 zijn de stikstofgehalten bij B1_V wat hoger en in 1988 is de droge-stofopbrengst van de drijfmest-behandelingen extra verhoogd ten opzichte van de kunstmestbehandelingen bij een gelijke stikstofopbrengst, hetgeen gepaard gaat met lagere stikstofgehalten.

Uit de verdeling van de werking (3,3 en 3,4) bleek dat bij injectie de stikstofopbrengst in de eerste snede hoger was dan de droge-stofopbrengst. Hierdoor zullen de stikstofgehalten bij injectie vooral in de eerstvolgende snede na injectie hoger zijn. Dit blijkt ook duidelijk uit de figuren 18 tot en met 21. Hierin is telkens voor de eerstvolgende snede na injectie de droge-stofopbrengst uitgezet tegen de stikstofopbrengst. In de proefjaren 1984 en 1985 ligt de lijn met injectie bij alle behandelingen altijd rechts van de controle-lijn, hetgeen wijst op verhoogde stikstofgehalten. Bij PR386 waren er bij de behandelingen I1_V en I1_M in een aantal proefjaren geen grote verschillen met D0. In deze gevallen was het verschil tussen aandeel van de werking in de eerste snede op basis van de droge-stofopbrengst en op basis van de stikstofopbrengst vrij klein. Bij PR387 was er alleen bij I1_V in 1987 geen verschil met D0. In de overige gevallen was het stikstofgehalte wel beduidend hoger.

Figuur 18: De droge-stofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in de eerste snede na mesttoediening bij PR228 en PR229.



-+- D0-1

-Δ- D0-3

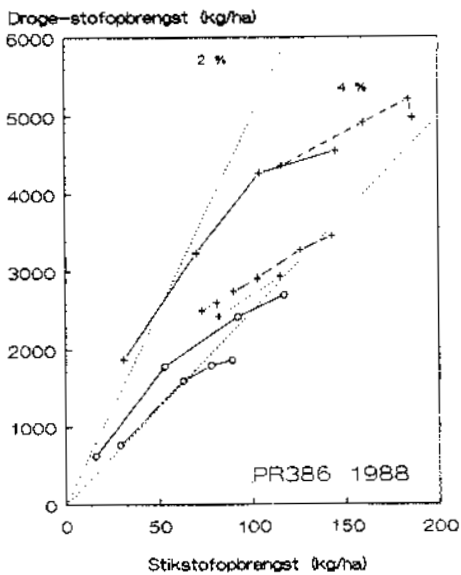
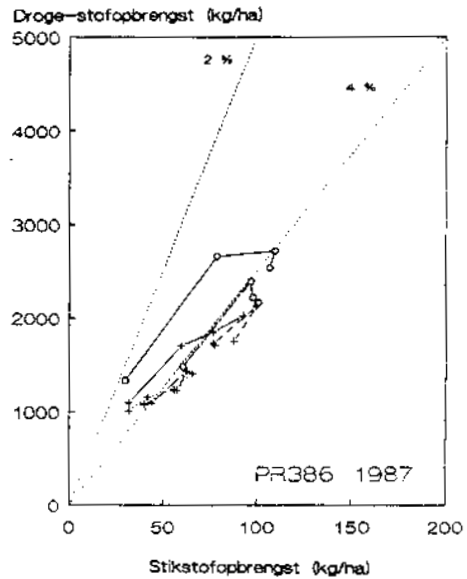
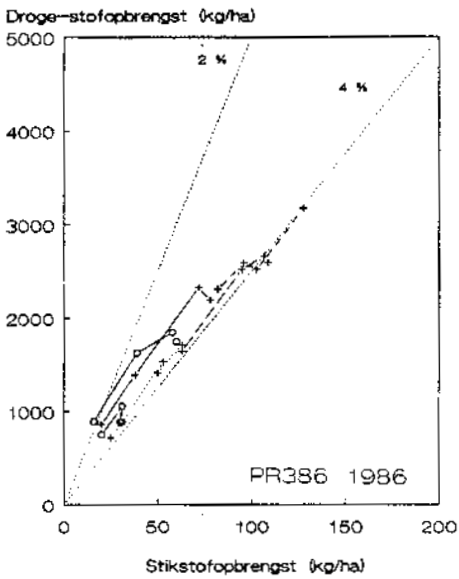
-o- D0-4

-+- I1_V-1

-Δ- I3-3

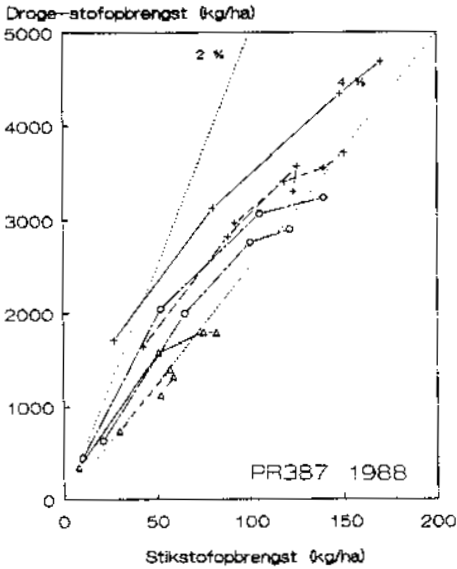
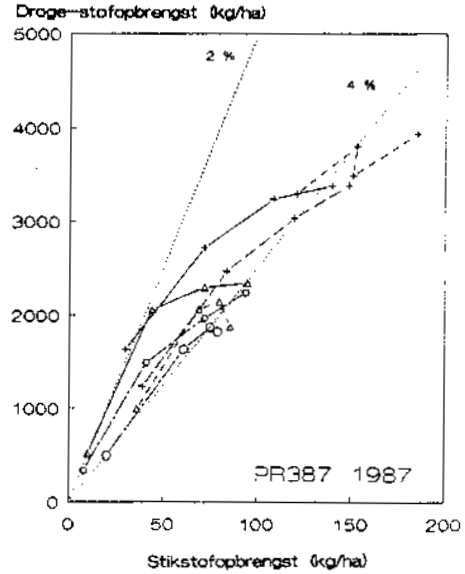
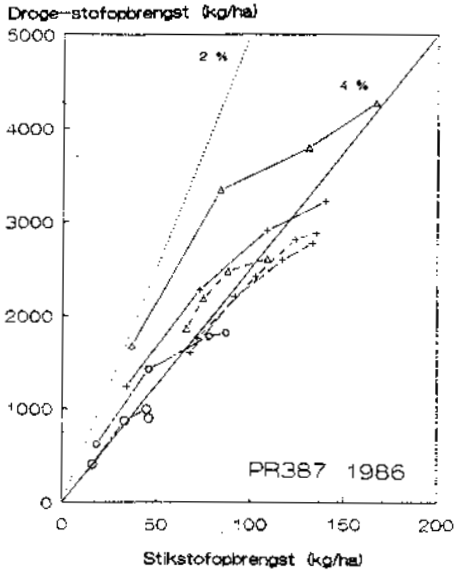
-o- I4-4

Figuur 19: De droge-stofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in de eerste snede na mesttoediening bij PR386.



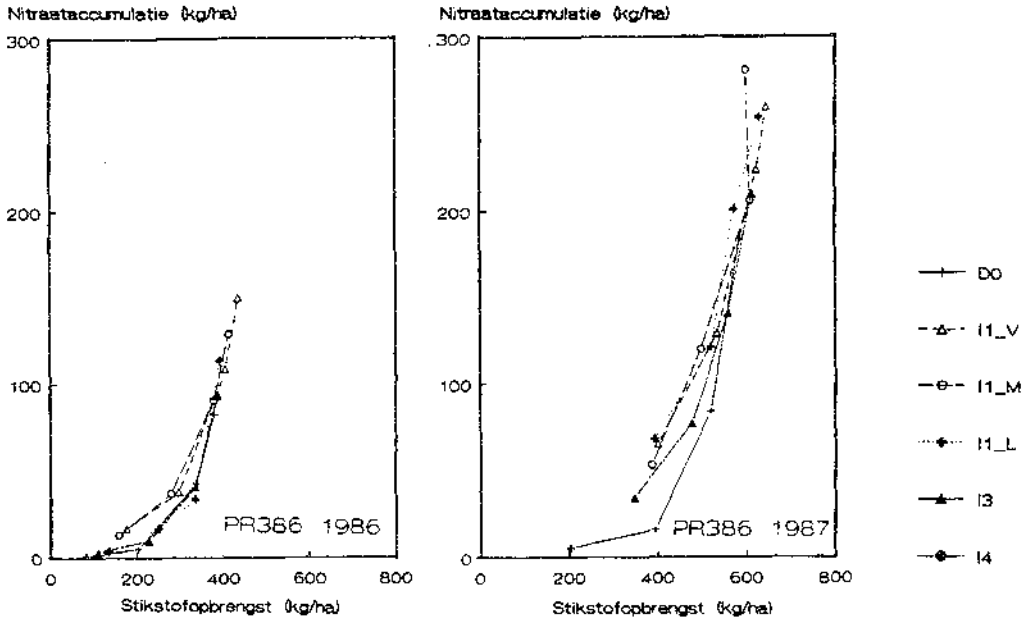
- +-- D0-1
- +-- I1_V-1
- +-- I1_M-1
- +-- I1_L-1
- o-- D0-3
- o-- I3-3

Figuur 20: De droge-stofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) als functie van de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in de eerste snede na mesttoediening bij PR387.



- +- D0-1
- +- I1_V-1
- +- I1_M-1
- Δ- D0-3
- Δ- I3-3
- D0-4
- I4-4

Figuur 21: De nitraataccumulatie ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relatie tot de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR386.



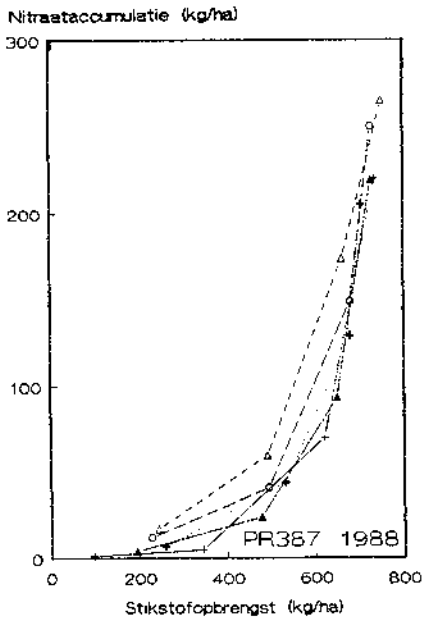
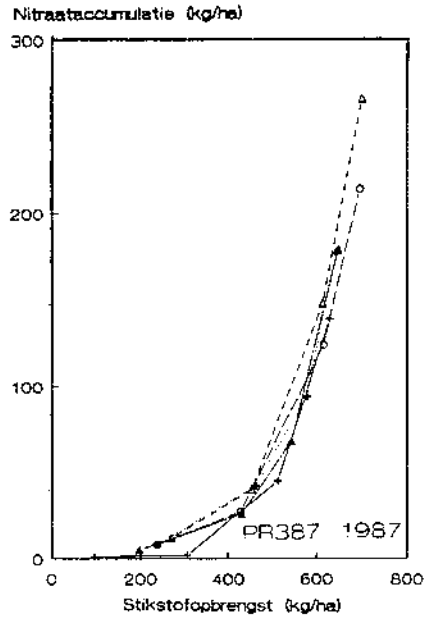
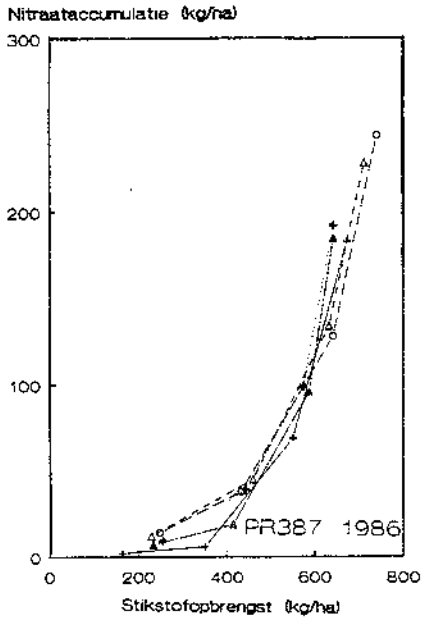
3.9.2 Nitraat

In bijlage 22 zijn de nitraatgehalten op jaarbasis en per snede weergegeven. Zonder enige bemesting (D0N0) is het nitraatgehalte op jaarbasis meestal 0,02 tot 0,03 %. Bij een toenemende kunstmestbemesting neemt ook het nitraatgehalte toe. Bij de hoogste stikstoftrap (N3) varieerde het nitraatgehalte van 0,87 (PR386 1986) tot 1,35 % (PR388 1986). Indien naast kunstmest dunne rundermest werd toegediend nam het nitraatgehalte extra toe. Vooral bij injectie was dit duidelijk vanwege de grotere hoeveelheden werkzame stikstof die werden toegediend. De hoogste nitraatgehalten werden aangetroffen bij een combinatie van dunne rundermest met de hoogste stikstofgift. In figuur 22 tot en met 23 is de nitraataccumulatie uitgezet tegen de stikstofopbrengst.

De curve heeft een exponentieel verloop. Tot een stikstofopbrengst van 200 tot 300 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ neemt de nitraataccumulatie nauwelijks toe. Daarboven neemt de nitraataccumulatie zeer sterk toe. Over alle proefjaren gezien neemt de nitraataccumulatie bij injectie sterker toe dan bij kunstmest. Bij bovengrondse toediening is er nauwelijks enig verschil.

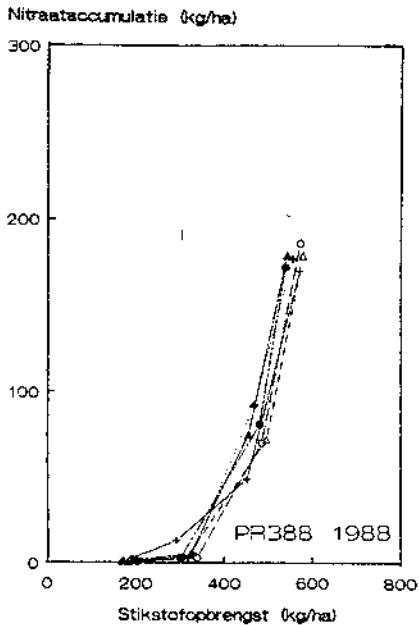
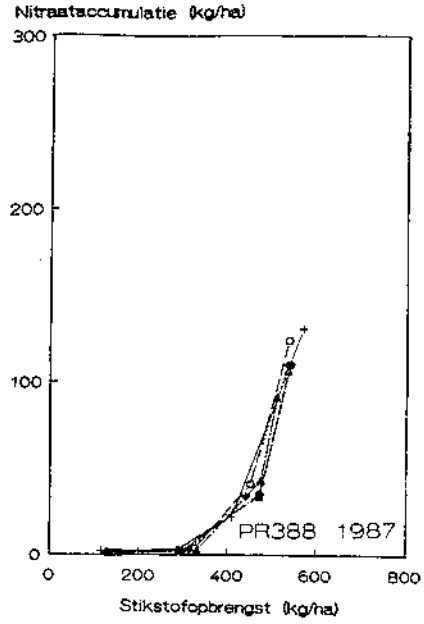
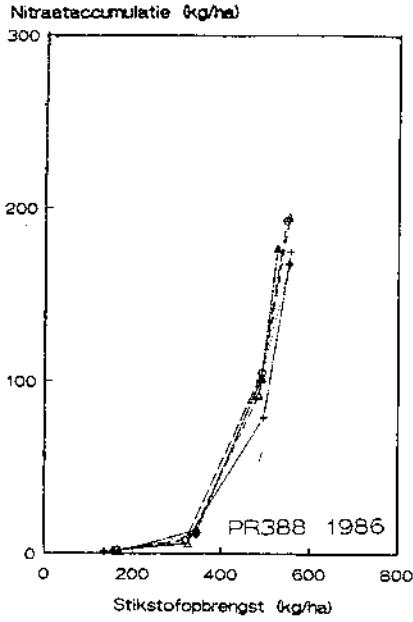
De hogere nitraataccumulatie bij injectie treedt vooral op bij de lagere stikstofopbrengsten. Vanwege de lage opbrengst zijn de nitraatgehalten dan toch laag. Bij hogere stikstofopbrengsten is er weinig verschil.

Figuur 22: De nitraataccumulatie ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relatie tot de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR387.



- | DO
- △- I1_V
- I1_M
- + I3
- ▲ I4

Figuur 23: De nitraataccumulatie ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relatie tot de stikstofopbrengst ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) bij PR388.



- | | |
|--------------|----------------|
| —+— D0 | —+— D0 |
| - - Δ - B1_V | - - Δ - B1_V |
| - - ○ - B1_M | - - ○ - B1_M |
| ...+... B1_L | ...+... B2 |
| - - ▲ - B2 | - - ▲ - B3 |
| | - - ● - B1_V_3 |
| | —+— D0 |
| | - - Δ - B1_V |
| | - - ○ - B1_M |
| | ...+... B2 |
| | - - ▲ - B3 |
| | - - ● - B1_M_3 |

Een betere beoordeling van de graskwaliteit ten aanzien van nitraat verkrijgt men door naar de afzonderlijke sneden te kijken. Er lijkt enig verschil te zijn tussen de proeven op zand en zavel. Op zandgrond zijn de nitraatgehalten vooral in de tweede en derde snede hoger, terwijl op zavel de verhoging vrij gelijkmatig over de sneden verdeeld is. Binnen NO is er een relatie tussen tijdstip van injectie en verdeling over de sneden. Hoe vroeger geïnjecteerd werd hoe eerder de nitraatgehalten verhoogd waren. Bij bovengrondse toediening was er geen verschil waarneembaar tussen de nitraatgehalten van D0 en de objecten met mesttoediening. In tabel 36 tot en met 38 is aangegeven in hoeveel sneden de nitraatnorm voor hooi en voordroogkuil (0,75 %), zomerstalvoeding (1,50 %) en weidegras (2,00 %) overschreden werd. Bij de behandelingen is de werkzame hoeveelheid stikstof weergegeven, berekend met behulp van de werkingscoëfficiënt op basis van de stikstofopbrengst bij apart aanwenden. Duidelijk is dat bij een toenemende gift werkzame stikstof het aantal overschrijdingen van de norm toeneemt. Tot een gift van ongeveer 200 kg N.ha⁻¹ werd de laagste norm niet overschreden. Bij PR386 in 1986 en 1987 resulteerde injectie in een hoger nitraatgehalte. Lagere giften werkzame stikstof bij injectie ten opzichte van kunstmest gaven toch meer overschrijdingen. In 1988 en bij alle proefjaren van PR387 (tabel 37) en PR388 (tabel 38) was dit niet het geval. Op zavel (PR387) was het aantal overschrijdingen duidelijk hoger dan op zand (PR386).

Verder zijn er grote verschillen tussen de proefjaren. Bodemomstandigheden en weersomstandigheden spelen hierbij een rol. Tevens is de droge-stofopbrengst van belang.

Tabel 36. Aantal sneden waarbij de nitraatnormen (%) bij zomerstalvoeding, kuil en beweiding overschreden werden bij verschillende giften werkzame stikstof (Nw) bij PR386.

Object	1986				1987				1988			
	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00
D0												
N0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	180	0	0	0	200	0	0	0	200	0	0	0
N2	360	0	0	0	400	2	0	0	400	0	0	0
N3	540	1	0	0	600	2	2	2	600	2	1	1
I1_V												
N0	139	0	0	0	207	1	0	0	147	0	0	0
N1	319	1	0	0	407	3	1	1	347	0	0	0
N2	499	2	1	0	607	4	2	2	547	2	0	0
N3	679	3	2	1	807	5	2	2	747	4	1	1
I1_M												
N0	112	0	0	0	191	1	0	0	127	0	0	0
N1	292	1	0	0	391	2	1	0	327	0	0	0
N2	472	2	0	0	591	3	2	2	527	1	1	0
N3	652	3	1	0	791	4	2	2	727	4	1	1
I1_L												
N0	78	0	0	0	197	1	1	0	198	0	0	0
N1	258	0	0	0	397	2	2	0	398	0	0	0
N2	438	0	0	0	597	4	2	2	598	1	1	1
N3	618	2	1	1	797	4	2	2	798	3	1	1
I3												
N0	41	0	0	0	151	1	0	0	66	0	0	0
N1	221	0	0	0	351	2	0	0	266	0	0	0
N2	401	0	0	0	551	4	1	1	466	1	0	0
N3	581	1	1	1	751	4	2	2	666	3	2	1
N		5	5	5		6	6	6		5	5	5

Tabel 37. Aantal sneden waarbij de nitraatnormen (%) bij zomerstalvoeding, kuil en beweiding overschreden werden bij verschillende giften werkzame stikstof (Nw) bij PR387.

Object	1986				1987				1988			
	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00
D0	N0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N1	200	0	0	220	0	0	0	220	0	0	0
	N2	400	1	0	440	0	0	0	440	0	0	0
	N3	600	4	1	660	6	0	0	660	5	1	1
I1_V	N0	70	0	0	183	0	0	0	132	0	0	0
	N1	270	1	0	403	0	0	0	352	1	0	0
	N2	470	3	1	623	4	1	0	572	4	2	0
	N3	670	5	3	843	6	5	2	792	6	3	1
I1_M	N0	90	0	0	149	0	0	0	118	0	0	0
	N1	290	2	0	369	0	0	0	338	1	0	0
	N2	490	4	1	589	3	1	0	558	4	0	0
	N3	690	6	4	809	6	3	1	778	6	4	0
I3	N0	99	0	0	148	0	0	0	146	0	0	0
	N1	299	0	0	368	1	0	0	366	0	0	0
	N2	499	3	0	588	2	0	0	586	3	0	0
	N3	699	6	4	808	5	1	0	806	6	1	0
I4	N0	75	0	0	106	0	0	0	86	0	0	0
	N1	275	0	0	326	0	0	0	306	0	0	0
	N2	475	3	0	546	2	0	0	526	1	0	0
	N3	675	6	1	766	5	1	0	746	6	3	0
N			6	6	6		7	7	7		7	7

Tabel 38. Aantal sneden waarbij de nitraatnormen (%) bij zomerstalvoeding, kuil en beweiding overschreden werden bij verschillende giften werkzame stikstof (Nw) bij PR388.

Object	1986				1987				1988			
	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00	Nw	0.75	1.50	2.00
D0	N0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N1	200	0	0	0	200	0	0	0	180	0	0
	N2	400	2	0	0	400	0	0	0	360	0	0
	N3	600	4	3	0	600	3	0	0	540	4	2
B1_V	N0	22	0	0	0	12	0	0	0	21	0	0
	N1	222	0	0	0	212	0	0	0	201	0	0
	N2	422	3	0	0	412	0	0	0	381	0	0
	N3	622	5	3	2	612	2	0	0	561	4	3
B1_M	N0	33	0	0	0	32	0	0	0	47	0	0
	N1	233	0	0	0	232	0	0	0	227	0	0
	N2	433	3	0	0	432	0	0	0	407	2	0
	N3	633	5	3	2	632	3	0	0	587	3	2
B1_L	N0	24	0	0	0							
	N1	224	0	0	0							
	N2	424	3	0	0							
	N3	624	5	2	1							
B2	N0	38	0	0	0	19	0	0	0	28	0	0
	N1	238	0	0	0	219	0	0	0	208	0	0
	N2	438	3	0	0	419	0	0	0	388	2	0
	N3	638	5	3	1	619	2	0	0	568	4	3
B3	N0					21	0	0	0	- 5	0	0
	N1					221	0	0	0	175	0	0
	N2					421	0	0	0	355	1	0
	N3					621	2	0	0	535	4	3
B1_M_3N0	N1					49	0	0	0			
	N2					249	0	0	0			
	N3					449	0	0	0			
	N3					649	2	0	0			
B1_V_3N0	N1					49				21	0	0
	N2					249				201	0	0
	N3					449				381	2	0
	N3					649				561	4	3
N			6	6	6		6	6	6		5	5

4 DISCUSSIE

4.1 Droge-stofopbrengst

De droge-stofopbrengst op jaarbasis varieerde sterk tussen jaar en plaats. Zonder enige stikstofbemesting waren de laagste en de hoogste droge-stofopbrengst respectievelijk 3984 (PR386, 1986) en 10183 (PR228, 1984) $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$. Met stikstofbemesting was de hoogste droge-stofopbrengst in deze proefserie 17710 (PR228,1985) $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$. In 6 van de 13 proefjaren was de maximale droge-stofopbrengst bij een combinatie van dunne rundermest en kunstmest hoger dan de maximale droge-stofopbrengst bij gebruik van alleen kunstmest. Slechts in een proefjaar (PR386 1986) was dit een significant effect. Deze meeropbrengst bij gebruik van kunstmest en dunne rundermest ten opzichte van alleen kunstmest is in andere onderzoeken vaak geconstateerd en wordt het "specifiek" effect van dunne rundermest genoemd (Snijders et. al., 1987 en De la Lande Cremer, 1986). Op grasland kan het specifiek effect van dunne rundermest veroorzaakt worden door een geringere gevoeligheid voor droogte en door toevoer van nutriënten, andere dan stikstof, fosfor en kalium, die voor het behalen van een hoge droge-stofopbrengst beperkend kunnen zijn (De la Lande Cremer, 1986). Het zojuist genoemde proefjaar waarin een significant specifiek effect kon worden aangetoond was een jaar met grote vochttekorten, zodat de toevoeging van organische stof op die lokatie mogelijk bijgedragen heeft aan een beter vochthoudend vermogen.

De reactie van de droge-stofopbrengst op kunstmeststikstof was zeer verschillend. De stikstofgift uit kunstmest, waarbij een marginaal stikstofeffect van $13 \text{ kg ds}\cdot\text{kg N}^{-1}$ werd bereikt varieerde van 146 tot 431 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$. Deze verschillen zijn vooral veroorzaakt door verschillen in het stikstofleverend vermogen van de bodem en verschillen in de vochtvoorziening (Ruitenbergh et. al., 1991).

Toediening van dunne rundermest resulteerde in een duidelijke verhoging van de droge-stofopbrengst waarbij een interactie optrad met de stikstofgift uit kunstmest. De opbrengstverhoging van dunne rundermest werd kleiner naarmate meer stikstof uit kunstmest werd toegediend. Dit wordt vooral veroorzaakt door een toename van de totale gift werkzame stikstof waardoor de meeropbrengst aan droge stof per kg stikstof afneemt. Een verschillende stikstofwerking van dunne rundermest bij verschillende niveau's van kunstmeststikstof lijkt niet aannemelijk. Uit het onderzoek van Snijders et. al. (1987) bleek dat de stikstofeffecten uit kunstmest en dunne rundermest additief waren. Bij injectie was de opbrengstverhoging hoger dan bij bovengrondse toediening vanwege een betere stikstofwerking en een hogere dosering. Bij bovengrondse toediening waren de opbrengsteffecten, mede door de lage doseringen, nauwelijks significant aantoonbaar.

4.2 Stikstofopbrengst

De stikstofopbrengst volgt in grote lijnen hetzelfde beeld als de droge-stofopbrengst. Zonder enige stikstofbemesting varieerde de stikstofopbrengst van 83 (PR229, 1984) tot 293 (PR228, 1984) $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$, hetgeen wijst op grote verschillen in stikstoflevering door de bodem. Met stikstofbemesting was de hoogst behaalde stikstofopbrengst 752 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$ (PR387, 1988). In het onderzochte traject van stikstofgiften werd geen maximale stikstofopbrengst vastgesteld, zodat eventuele specifieke effecten van dunne rundermest op de stikstofopbrengst niet waargenomen konden worden. De stikstofopbrengst nam bij toenemende stikstofgiften relatief minder af dan de droge-stofopbrengst. Evenals de droge-stofopbrengst nam de stikstofopbrengst duidelijk toe bij toediening van dunne rundermest. De interactie met stikstof uit kunstmest was minder sterk dan bij de droge-stofopbrengst, zodat ook bij hogere kunstmestniveaus nog duidelijk effecten merkbaar waren van rundermesttoediening. Significante effecten konden bij de stikstofopbrengst vaker aangetoond worden dan bij de droge-stofopbrengst. Desondanks konden bij bovengrondse toediening niet veel significante effecten aangetoond worden.

4.3 Schade

Naast positieve effecten van dunne rundermest als gevolg van de toevoer van nutriënten kunnen zich ook negatieve effecten voordoen bij de toediening van dunne rundermest (Prins et. al., 1987). Bij injectie worden eventuele negatieve effecten veroorzaakt door het snijden in de grond. Op een diepte van ongeveer 15 cm worden de wortels om de 50 cm over een breedte van ruim 15 cm doorgesneden. Onder droge omstandigheden kan dit tot een vochttekort leiden bij het gras. In sommige gevallen kan dit tot zichtbare verdroging leiden langs de injectiesleuven. Tevens kan onder droge omstandigheden verbrokkeling optreden. Bij bovengrondse toediening kan schade optreden door verbranding en bedekking.

In dit onderzoek werd bij injectie regelmatig een significante opbrengstderving vastgesteld in de eerste snede na toediening. In het meest extreme geval bedroeg de schade ruim 1600 $\text{kg ds}\cdot\text{ha}^{-1}$. In veel gevallen werd de opbrengstderving op jaarbasis vrijwel teniet gedaan, overeenkomstig de ervaringen van Sniijders et. al. (1987). Alleen in 1986 waren er op jaarbasis nog significante opbrengstdervingen. Duidelijke relaties tussen tijdstip van toediening en schade konden niet aangetoond worden. Wel wezen de resultaten in de richting dat een neerslagtekort in de decade na toediening een grotere kans op schade gaf. Omdat de kans op vochttekorten in de zomer groter zijn dan in het voorjaar is het aannemelijk dat injectie na de eerste snede tot hogere opbrengstdervingen kan leiden. Uit onderzoek van Sniijders et. al. (1987) bleek dat de dosering geen invloed had op de grootte van het negatieve effect. Snijden zonder mest resulteerde in gelijke opbrengstdervingen als snijden met mest (30 - 90 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Bij bovengrondse toediening werden in dit onderzoek alleen in 1987 significante opbrengstdervingen in de eerstvolgende snede na toediening vastgesteld. Evenals bij injectie blijkt uit de resultaten geen direct verband tussen tijdstip en

schade. Die gevallen waarbij schade optrad vielen wel samen met een hoge referentiegewasverdamping, maar andersom leidde een hoge referentiegewasverdamping niet altijd tot een opbrengstderving. De dosering bij deze proeven bedroeg slechts 10 tot 20 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. In ander onderzoek waarbij verschillende doseringen werden gebruikt (10-80 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) bleek dat bij toediening voor de eerste snede de opbrengstderving toenam bij een toenemende gift. Bij bovengrondse toediening van 10-20 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ runderdrijfmest in de zomer werden vrijwel altijd negatieve effecten gemeten in de eerste snede na toediening (De Boer, 1987 en Van Till, 1988).

4.4 Stikstofwerking

4.4.1 N-efficiëntie en N-recovery

De gemiddelde N-efficiëntie bij N1 bedroeg in dit onderzoek 27,3 kg ds.kg N⁻¹ met een variatie van 17,4 tot 40,9 kg ds.kg N⁻¹. Bij hogere stikstofgiften uit kunstmest nam de N-efficiëntie duidelijk af. De gemiddelde N-recovery bij N1 bedroeg 0,87 kg N.kg N⁻¹ met een variatie van 0,66 tot 1,12 kg N.kg N⁻¹. De hoogste N-recovery werd gevonden in het tweede jaar van een tweejarig proefveld, zodat dit mogelijk een gevolg is van nawerking van eerder toegediende stikstof. In tegenstelling tot de N-efficiëntie nam de N-recovery slechts in geringe mate af bij een toenemende stikstofbemesting. De gevonden N-recoveries voor kunstmest komen redelijk overeen met de N-recoveries die werden gevonden in een analyse van een groot aantal maaiproeven in Nederland (Van der Meer et al., 1986).

De N-efficiëntie van geïnjecteerde en bovengronds toegediende dunne rundermest varieerde respectievelijk van 1,2 tot 21,2 en van 0,2 tot 13,5 kg ds.kg N⁻¹ afhankelijk van tijdstip van toediening, lokatie en jaar. Voor de N-recoveries bedroeg dit bij injectie 0,12 tot 0,77 kg N.kg N⁻¹ en bij bovengrondse toediening -0,04 tot 0,39 kg N.kg N⁻¹.

Indien geïnjecteerd werd voor de eerste snede was er geen verschil in N-recovery. De gemiddelde N-recovery bij injectie voor de eerste snede was op zand en op zavel respectievelijk 0,62 en 0,49 kg N.kg N⁻¹. Deze cijfers zijn wat hoger dan de gevonden N-recoveries in eerder onderzoek (Sniijders et al., 1987), waarbij gemiddeld over 17 proefjaren de N-recovery bij injectie 0,49 kg N.kg N⁻¹ bedroeg. Het geconstateerde verschil in N-recovery tussen zand en zavel was consistent over de proefjaren. De lagere N-recovery op zavel wordt mogelijk veroorzaakt door een lagere mineralisatie van de organische stikstof fractie in dunne rundermest op zavel ten opzichte van zand (Hassink et al., 1990) of door hogere denitrificatieverliezen op zavel (Thompson et al., 1987).

Bij latere injectie (voor de derde en vierde snede) was de gemiddelde N-recovery op zand en zavel respectievelijk 0,41 en 0,37 kg N.kg N⁻¹, dus duidelijk lager dan bij injectie voor de eerste snede. Tussen de proefjaren en lokaties waren echter grote verschillen. In sommige gevallen was de N-recovery bij latere injectie net zo hoog of zelfs nog hoger dan bij voorjaarsinjectie. Dit betekent dat de voorspelbaarheid van de stikstofwerking bij voorjaarsinjectie minder moeilijk is dan bij latere

injectie. Long et. al. (1990) vonden bij injectie van dunne rundermest in juli een gemiddelde N-recovery van 27 %. Dit betrof echter slechts één snede, zij het een snede met 70 groeidagen! De lagere N-recovery bij latere injectie ten opzichte van voorjaarsinjectie kan een combinatie zijn van veel factoren. Het is mogelijk dat negatieve effecten de N-recovery verlaagd hebben. Echter ook bij voorjaarsinjectie werden opbrengstderivingen geconstateerd zonder gevolgen voor de stikstofrecovery. De N-recovery van het minerale deel van de rundermeststikstof zal waarschijnlijk niet lager zijn bij latere injectie dan bij voorjaarsinjectie. Van Burg (1970) vond bij bemesting met kunstmeststikstof in juni en augustus geen lagere respons dan bij bemesting in april. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn dat bij latere injectie de mineralisatie van de organische stikstof een kleinere bijdrage leverde aan de N-recovery. Bij erg late injectietijdstippen is het zelfs denkbaar dat een deel van de minerale stikstof niet meer tot werking kan komen in het jaar van toediening. Bij bovengrondse toediening was er geen effect van tijdstip op de N-recovery. Gemiddeld over alle behandelingen was de N-recovery bij giften van $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $0,26 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$. Dit komt goed overeen met eerder gevonden resultaten bij bovengrondse toediening (Sniijders et. al., 1987). De hoge N-recovery bij injectie ten opzichte van bovengrondse toediening wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door een vermindering van de ammoniakemissie bij injectie. Bij injectie vervluchtigt minder dan 1 % van de aanwezig minerale stikstof, zowel bij voorjaarstoediening als bij zomertoediening (Bussink et. al, 1990). Bij bovengrondse toediening kan de vervluchtiging oplopen tot 100 % van de aanwezige minerale stikstof, afhankelijk van de weersomstandigheden (Bussink et. al, 1990, Vertregt et. al., 1990 en Pain et.al, 1989).

Het verschil tussen de gevonden N-recovery en de maximale N-recovery van de minerale fractie was zeer verschillend, afhankelijk van toedieningswijze, toedieningstijdstip en grondsoort. Bij injectie voor de eerste snede was het gemiddelde verschil (werkelijk - maximaal uit mineraal) op zand en zavel respectievelijk $0,24$ en $0,10 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$. Bij injectie voor de derde of vierde snede was het verschil bij zand en zavel respectievelijk $0,00$ en $-0,07 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$. Bij bovengrondse toediening was het verschil gemiddeld $-0,15 \text{ kg N} \cdot \text{kg N}^{-1}$. In het algemeen geldt dat de snel afbreekbare fractie van de organische stikstof verschillend kan zijn. Sluijsmans et. al. (1976) gaan uit van 50 %. Beauchamp et. al. (1989) heeft een model beschreven waarin slechts 20 % van de organische stikstof in het eerste jaar mineraliseert. Uit onderzoek van Hassink et. al.(1990) bleek dat op klei organische stikstof uit drijfmest minder snel mineraliseert dan op zand. Resteffecten, zowel positief als negatief, kunnen een grote rol gespeeld hebben.

De drijfmest werd in deze proef in een enkelvoudige gift gegeven terwijl de kunstmest in 5 tot 7 giften verdeeld over het jaar werd gegeven. Bovendien werd bij toediening van drijfmest in latere sneden tot op het moment van toediening geen stikstof gegeven.

Bij injectie geldt dat de verdeling van de meststof niet optimaal is in vergelijking met kunstmest. Dit kan de N-recovery van rundermeststikstof nadelig beïnvloeden in vergelijking met kunstmeststikstof.

Stikstofverliezen die mogelijk een rol gespeeld kunnen hebben zijn ammoniak-vervluchtiging bij

bovengrondse toediening (Bussink et. al, 1990, Vertregt et. al., 1990 en Pain et.al, 1989). Bij bovengrondse toediening in het voorjaar en de zomer zijn in het algemeen geen grote denitrificatieverliezen te verwachten (Thompson et.al., 1989). Bij injectie is de kans iets groter (Thompson et. al., 1987) en bij vroege injectie op zavel zou dit in sommige gevallen een rol gespeeld kunnen hebben. Nitraatuitspoeling is bij toediening in het groeiseizoen niet te verwachten (Jansen, 1990).

4.4.2 *Werkingscoëfficiënt*

In de werkingscoëfficiënt wordt het effect van rundermeststikstof uitgedrukt ten opzichte van het effect van kunstmeststikstof. Dit kan zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. In dit rapport is verder een onderscheid gemaakt tussen werkingscoëfficiënt bij apart aanwenden en werkingscoëfficiënt bij gecombineerd aanwenden. De werkingscoëfficiënt bij apart aanwenden wordt berekend door de N-efficiëntie of N-recovery van rundermeststikstof te vergelijken met die van kunstmeststikstof. Ten opzichte van de zojuist besproken N-efficiënties en N-recoveries verandert dus niet veel. Bij de werkingscoëfficiënt op basis van gecombineerde aanwending kunnen er verschillen ontstaan ten opzichte van de werkingscoëfficiënt op basis van apart aanwenden. In de rangorde zijn de veranderingen niet wezenlijk maar bij berekening op basis van gecombineerde aanwending was in dit onderzoek de werkingscoëfficiënt duidelijk lager dan bij berekening op basis van apart aanwenden. Vooral indien vergeleken wordt op basis van de droge-stofopbrengst. Deze verschillen tussen beide berekeningsmethoden ontstaan waarschijnlijk door de grote invloed van resteffecten. Indien er een negatief resteffect aanwezig is dan zal de werking bij gecombineerde aanwending lager zijn dan bij aparte aanwending omdat de drijfmestcurve bij hogere kunstmeststikstofniveaus dichter bij de blanco-curve komt te liggen. Andersom zal bij een positief resteffect de werking bij gecombineerde aanwending hoger uitvallen dan bij apart aanwenden. In sommige proefjaren komt deze relatie duidelijk naar voren, in andere echter niet. In het eerder aangehaalde onderzoek van Snijders et. al. (1987) was er nauwelijks een verschil tussen beide berekeningswijzen. Omdat de resteffecten sterk variëren en vooral bij hogere kunstmestniveaus tot uiting komen, varieert de werking op basis van gecombineerde aanwending sterker dan de werking op basis van aparte aanwending.

Omdat bij de berekening van de werkingscoëfficiënt bij apart aanwenden de N-efficiëntie en N-recovery van dunne rundermest vergeleken wordt met die van kunstmest verandert er binnen een proefjaar niets. Tussen de proefjaren kunnen verschillen ontstaan door verschillende N-efficiënties en N-recoveries van kunstmest.

In tabel 39 zijn de gemiddelde werkingscoëfficiënten bij apart aanwenden weergegeven, zowel op basis van de droge-stofopbrengst als op basis van de stikstofopbrengst. De indeling is gemaakt naar de factoren die een duidelijk invloed hadden op de stikstofwerking.

In het voorjaar is de werkingscoëfficiënt op zand duidelijk hoger dan op zavel. In de zomer zijn de

werkingscoëfficiënten lager dan in het voorjaar maar tussen zand en zavel bestaan geen grote verschillen. In vergelijking met het onderzoek van Snijders et. al. (1987), waarbij alleen in het voorjaar geïnjecteerd werd, is de werkingscoëfficiënt op zand ongeveer 15-20 % hoger. Bij injectie was de werkingscoëfficiënt op basis van de stikstofopbrengst altijd hoger dan de werkingscoëfficiënt op basis van de droge-stofopbrengst. Dit verschil is eerder ook gevonden (Snijders et. al, 1987) en wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de ongelijke plaatsing van dunne rundermest, door negatieve resteffecten, die een grotere invloed hebben op de droge-stofopbrengst dan op de stikstofopbrengst en door de ongelijke verdeling van de rundermestgift in de tijd, waarbij alle rundermeststikstof in een gift wordt toegediend terwijl bij kunstmest de gift gedeeld is in 5 tot 7 giften.

Bij bovengrondse toediening was de werkingscoëfficiënt gemiddeld 23 % op basis van de droge-stofopbrengst en 24 % op basis van de stikstofopbrengst, wat goed overeenkomt met andere resultaten (Snijders et. al., 1987).

Tabel 39. Gemiddelde stikstofwerking (%) berekend op basis van de droge-stofopbrengst (DS) en op basis van de stikstofopbrengst (N). Tussen haakjes de spreiding.

	Droge-stof	Stikstof
INJECTIE		
ZAND		
voorjaar	57 (37-65)	76 (50-96)
zomer	36 (22-54)	45 (22-65)
ZAVEL		
voorjaar	41 (27-56)	51 (34-64)
zomer	33 (8-62)	39 (14-64)
BOVENGRONDS		
	23 (1-46)	24 (-5-44)

4.5 Verdeling van de werking

Bij injectie kwam het grootste deel van de opbrengstverhoging meestal tot stand in de eerste drie sneden na injectie. Bij injectie voor de eerste snede kon een duidelijke relatie gelegd worden tussen het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede en het aantal dagen tussen injectie en oogst eerste snede. Volgens het regressiemodel is het aandeel in de eerste snede bij een groeiperiode van respectievelijk 30 en 60 dagen, 16 tot 61 % op basis van de droge-stofopbrengst en 29 tot 74 % op basis van de stikstofopbrengst. Indien dit vergeleken wordt met het onderzoek van Snijders et. al. (1987) dan blijkt dat in dit onderzoek het aandeel in de eerste snede gemiddeld zo'n 15 % hoger was. Mogelijk speelt de injectiediepte, die in dit onderzoek enkele centimeters ondieper, was hierbij een rol. Het aandeel in de eerste snede was op basis van de stikstofopbrengst duidelijk hoger dan op basis van de droge-stofopbrengst. Dit verschijnsel werd ook geconstateerd bij de stikstofwerking. Bij injectie voor de derde of vierde snede kwam er in de eerste snede na toediening op basis van de droge-stofopbrengst nauwelijks een opbrengstverho-

ging tot stand. Op basis van de stikstofopbrengst kwam gemiddeld 15 % van de opbrengstverhoging in de eerstvolgende snede tot stand. Het overgrote deel van de opbrengstverhoging kwam in de tweede snede tot stand, 62 % op basis van de droge-stofopbrengst en 58 % op basis van de stikstofopbrengst.

Bij bovengrondse toediening waren de opbrengsteffecten per snede zelden significant. Gemiddeld kwam 51 % van de opbrengstverhoging op basis van de droge stof in de eerste snede tot stand. Bij de stikstofopbrengst was dit 54 %. Er was geen relatie tussen tijdstip van toediening en aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede.

4.6 Kwaliteit

De stikstofgehalten van gras zijn bij injectie duidelijk verhoogd, vooral in de eerste snede na toediening. Oorzaken zijn de ongelijke plaatsing van drijfmest, het optreden van schade en de ongelijke verdeling van drijfmest in de tijd. Door de ongelijke plaatsing is het stikstof- en nitraatgehalte van gras boven de sleuf hoger dan van gras tussen de sleuven (Sniijders et. al., 1987). Een hoger stikstofgehalte in het gras kan nadelig zijn voor de stikstofverliezen via het dier indien het rantsoen niet aangepast wordt (Anon, 1991). Een duidelijke relatie tussen tijdstip van injectie en stikstofgehalten kon niet worden aangetoond.

Bij bovengrondse toediening is een stijging van het stikstofgehalte niet waarneembaar.

Uit de resultaten blijkt dat de nitraataccumulatie sterk afhankelijk is van de stikstofopbrengst. Tot een stikstofopbrengst van 200-300 kg.ha⁻¹ stijgt de nitraataccumulatie slechts in geringe mate. Daarboven neemt de nitraataccumulatie sterk toe. Bij injectie leek, bij een gelijke stikstofopbrengst, de nitraataccumulatie gemiddeld wat hoger te zijn dan bij kunstmest. Dit deed zich vooral voor bij de lagere stikstofopbrengsten zodat een gevaar voor te hoge nitraatgehalten niet erg waarschijnlijk is. Ook hier kan de ongelijke verdeling van dunne rundermest een rol gespeeld hebben.

Indien het aantal overschrijdingen van de nitraatnorm (Geurink et.al., 1983) wordt beschouwd, dan blijkt dat op zandgrond vooral in de tweede en derde snede de norm overschreden werd, terwijl dit bij zavel meer verdeeld was over alle sneden. Indien vroeger geïnjecteerd wordt, dan komt de overschrijding ook in eerdere sneden tot stand. Indien de kunstmestgift aangepast wordt aan de te verwachten stikstofwerking is er geen gevaar voor te hoge nitraatgehalten bij injectie.

4.7 Overige aspecten

Bij het maaien van de proefvelden wordt, afhankelijk van de maaibalkbreedte, een deel van de sporen meegemaaid. De breedte die niet bereiden wordt bedraagt ongeveer 1,1 meter. De gebruikte maaibalkbreedten waren in dit onderzoek 100, 108, 140 en 154 cm, zodat afhankelijk

van het proefjaar 0 tot 44 cm spoor meegemaaid werd. Drie van de vier maaibalken zijn geen veelvoud van 50 cm, de tandafstand bij injectie, zodat telkens wat meer of minder werd meegenomen van gras boven of tussen de sleuven.

Bij de proeven met verschillende toedieningstijdstippen voor de eerste snede werd de stikstof uit kunstmest toegediend bij het tweede tijdstip van rundermesttoediening. Hierdoor zouden kleine verschillen kunnen ontstaan in stikstofefficiëntie en stikstofrecovery.

5 CONCLUSIES

De stikstofwerking bij injectie is hoger dan bij bovengrondse toediening (zie tabel 40).

De stikstofwerking is hoger bij injectie voor de eerste snede dan bij injectie voor de derde en vierde snede (zie tabel 40).

Bij injectie voor de eerste snede heeft het tijdstip geen invloed op de stikstofwerking (zie tabel 40).

Bij injectie voor de eerste snede is er een duidelijke relatie tussen het aandeel van de opbrengstverhoging in de eerste snede en het aantal dagen tussen toediening en oogst eerste snede. Naarmate het interval tussen injectie en oogst eerste snede langer werd, was het aandeel in de eerste snede hoger.

Bij injectie voor de eerste snede is de stikstofwerking op zand hoger dan op zavel (zie tabel 40).

Bij injectie zijn de stikstofgehalten in het gras verhoogd, met name in de eerstvolgende snede na injectie. Hierdoor is de stikstofwerking op basis van de stikstofopbrengst hoger dan op basis van de droge-stofopbrengst (zie tabel 40).

In de eerstvolgende snede na injectie treedt vaak een opbrengstderving op. In de meeste gevallen wordt deze opbrengstderving in latere sneden weer gecompenseerd.

Indien de stikstofgift uit kunstmest aangepast wordt aan de stikstofwerking van geïnjecteerde mest, is de kans op verhoogde nitraatgehalten te verwaarlozen.

Het tijdstip van toediening heeft bij bovengrondse toediening geen invloed op de stikstofwerking en de verdeling van de stikstofwerking over de sneden.

Tabel 40. Gemiddelde stikstofwerking (%) berekend op basis van de droge-stofopbrengst (DS) en op basis van de stikstofopbrengst (N).

	Droge-stof	Stikstof
INJECTIE		
ZAND		
voorjaar	57	76
zomer	36	45
ZAVEL		
voorjaar	41	51
zomer	33	39
BOVENGRONDS		
	23	24

LITERATUUR

Anonymus (1988) Mestinjectie, mogelijkheden, voordelen en problemen. Directie Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.

Anonymus (1989) Nationaal milieubeleidsplan. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne, Den Haag.

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

Boer P.J. de (1987) De gevolgen van organische mest voor de grasgroei in de eerste snede na aanending. In: Jaarverslag 1986 ROC Bosma Zathe.

Bussink D.W. en Klarenbeek J.V. (1990) Ammoniakverliezen en andere verliezen uit dunne mest. Praktijkonderzoek 3 (3). Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Burg P.F.J. van (1970) The seasonal response of grassland herbage to nitrogen. Netherlands Nitrogen Technical Bulletin 8, The Hague.

Commissie onderzoek minerale voeding (1982) Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, 's-Gravenhage.

Geurink J.H. en Kemp A. (1983) Nitraat in ruwvoerders in relatie tot de gezondheid van het vee. Stikstof 102.

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, Banska Bystrica.

Huijsmans J.F.M en Hendriks J.G.L (1991) De nauwkeurigheid van de mestverdeling van de proefveldmachine van het instituut voor bodemvruchtbaarheid. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. Nota V91-3, Wageningen.

Jansen E.J. (1990) Nitraatverliezen naar het grondwater onder grasland. Praktijkonderzoek 3 (3). Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Lande Cremer L.C.N. de la (1986) Resteffecten, Specifieke effecten, structureffecten, nevenwerkingen, humus- en organische-stofwerkingen van organische bemestingen. In: Themadag

"Organische stof in de akkerbouw". Themaboekje 7, Proefstation en Consulentenschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad.

Long F.N.J. and Gracey H.I. (1990) Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Science* 45.

Meer H.G. van der en Uum-van Lohuyzen M.G. van (1986) The relationship between inputs and outputs of nitrogen in intensive grassland systems. In: *Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. Development in plant and soil sciences* 23.

Pain B.F. and Thompson R.B. (1989) Ammonia volatilization from livestock slurries. In: *Nitrogen in organic wastes applied to soils*, London.

Prins W.H. en Snijders P.J.M (1987) Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In: *Animal manure on grass-land and fodder crops. Fertilizer or Waste? Developments in plant and soil sciences* 30, Wageningen.

Ruitenbergh G.H., Wopereis F.A. en Oenema O. (1991) Berekende optimale stikstofbemesting voor grasland als functie van de grondsoort. Rapport 173, Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen.

Sluijsmans 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, Schapehouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Thompson R.B., Ryden J.C. en Lockyer D.R (1987) Fate of nitrogen in cattle slurry following surface application or injection to grassland. *Journal of Soil Science* 38.

Thompson R.B. en Pain B.F. (1989) Denitrification from cattle slurry applied to grassland. In: *Nitrogen in organic wastes applied to soils*, London.

Till J. van (1988) De gevolgen van organische mest voor grasgroei in de eerste snede na aanwending. In: *Jaarverslag 1987 ROC Bosma Zathe*.

Vertregt N. en Selis H.E. (1990) Ammonia volatilization from cattle and pig slurry applied to grassland. CABO-rapport 130, Wageningen.

Werkgroep stikstofproblematiek van gras- en maisland (1991) Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maisland. Wageningen.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek.

Proefnummer	jaar	laag (cm)	pH	os (%)	slib (%)	M-50 (μ m)	P-AL *	K-get **	Mg ***
PR228	1985	0-5	5,8	8,6	19,0	121	48	72	637
		0-30	5,4	5,4	22,3	109	28	37	403
PR229	1985	0-5	5,8	7,7	21,0		26	30	345
		5-20	5,6	5,3	26,0		17	19	293
PR386	1986	0-5	4,9	6,7	7,3	146	79	27	286
		0-30	4,4	5,1	8,1	146	74	18	178
PR386	1987	0-5	5,3	5,7	5,2	143	41	29	210
		0-30	5,4	4,0	5,6	133	36	17	182
PR386	1988	0-5	6,1	4,7	4,5	168	45	19	154
		0-30	5,8	4,1	4,3	155	51	23	148
PR387	1986	0-5	5,7	5,6	15,0		26	27	
		0-30	5,5	2,8	19,0		31	23	
PR387	1987	0-5	5,7	4,2	20,0		51	52	
		0-30	6,4	2,6	20,0		51	48	
PR387	1988	0-5	5,3	3,4	17,4		65	63	
		0-30	5,8	2,0	19,4		53	57	
PR388	1986	0-5	5,4	5,0			22	23	207
		0-30	5,0	4,3	6,5	119	26	22	
PR388	1987	0-5	5,6	4,7	5,4	142	30	28	155
		0-30	5,3	4,3	5,6	139	33	24	131
PR388	1988	0-5	5,4	4,9	4,5	147	46	30	106
		0-30	5,3	3,9	4,9	143	36	29	116

* mg P2O5 / 100 g droge grond

** mg K2O / 100 g droge grond, gecorrigeerd voor organische stof

*** mg MgO / kg droge grond

Bijlage 2 : Botanische samenstelling proefvelden

Proefnummer	PR228-84	PR228-85	PR229-84	PR229-85
Lokatie	Eibergen	Eibergen	Wetsens	Wetsens
Hoedanigheidsgraad	9,6	8,6	9,9	8,2
Engels raaigras (Lp)	82	72	95	58
Beemdlangbloem (Fp)				
Timotheegras (Phl)	14		4	
Veldbeemdgras (Pp)				1
Ruwbeemdgras (Pt)		6		12
Witte klaver (Tr)			+	+
Kweek (Ely)		5		14
Fioringras (As)				
Straatgras (Pa)	2	17	1	13
Gekn. vossenstaart (Ag)				1
Paardebloem (Tar)	1	+		1
Muur (Stel med)	1			
Akkerviooltje (V arv)				
Kr. boterbloem (Ran r)				
Sch. boterbloem (Ran a)				
Varkensgras (Pol a)				
Ridderzuring (Rum o)				
Herderstasje (Caps bp)				

Proefnummer	PR386-86	PR386-87	PR386-88*	PR387-86	PR387-87	PR387-88*
Lokatie	Eibergen	Eibergen	Eibergen	Wetsens	Wetsens	Wetsens
Hoedanigheidsgraad	9,7	8,5	88	9,6	9,7	92
Engels raaigras (Lp)	92	71	83	92	96	93
Beemdlangbloem (Fp)			+			
Timotheegras (Phl)		2	4			
Veldbeemdgras (Pp)	1					
Ruwbeemdgras (Pt)	2	4	8			
Witte klaver (Tr)			2			
Kweek (Ely)	2	3		2	+	1
Fioringras (As)						
Straatgras (Pa)	1	20	3	4	4	6
Gekn. vossstaart (Ag)						
Paardebloem (Tar)			+	2		
Muur (Stel med)	1	+				
Akkerviooltje (V arv)	1					
Kr. boterbloem (Ran r)			+			
Sch. boterbloem (Ran a)			+			
Varkensgras (Pol a)						
Ridderzuring (Rum o)			+			
Herderstasje (Caps bp)			+			

Proefnummer	PR388-86	PR388-87	PR388-88*
Lokatie	Luttenberg	Luttenberg	Luttenberg
Hoedanigheidsgraad	9,9	9,4	85
Engels raaigras (Lp)	93	63	78
Beemdlangbloem (Fp)			+
Timotheegras (Phl)	5	23	9
Veldbeemdgras (Fp)	+	10	5
Ruwbeemdgras (Pt)	1	+	5
Witte klaver (Tr)		+	+
Kweek (Ely)			1
Fioringras (As)			+
Straatgras (Pa)	1	2	2
Gekn. vossestaart (Ag)		1	+
Paardebloem (Tar)		+	+
Muur (Stel med)		+	+
Akkerviooltje (V arv)			
Kr. boterbloem (Ran r)			
Sch. boterbloem (Ran a)			
Varkensgras (Pol a)		+	+
Ridderzuring (Rum o)			
Herderstasje (Caps bp)		1	

Bijlage 3 : Oppervlakte veldjes

Proefnummer	jaar	Bruto	Netto
PR228	1984	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$3,46 \times 1,54 = 5,33$
PR228	1985	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$3,46 \times 1,54 = 5,33$
PR229	1984	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$4,00 \times 1,40 = 5,60$
PR229	1985	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$4,00 \times 1,40 = 5,60$
PR386	1986	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$3,46 \times 1,54 = 5,33$
PR386	1987	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$5,92 \times 1,08 = 6,39$
PR386	1988	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$5,92 \times 1,08 = 6,39$
PR387	1986	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$4,00 \times 1,40 = 5,60$
PR387	1987	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$6,00 \times 1,00 = 6,00$
PR387	1988	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$6,00 \times 1,00 = 6,00$
PR387x	1986	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$4,00 \times 1,40 = 5,60$
PR387x	1987	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$6,00 \times 1,00 = 6,00$
PR387x	1988	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$6,00 \times 1,00 = 6,00$
PR388	1986	$5,00 \times 2,50 = 12,50$	$3,46 \times 1,54 = 5,33$
PR388	1987	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$5,92 \times 1,08 = 6,39$
PR388	1988	$7,00 \times 2,50 = 17,50$	$5,92 \times 1,08 = 6,39$

Bijlage 4 : Toedieningsdata mest

Proefnummer	jaar	voorjaar	snede		
			1	2	3
PR228	1984	30-3		5-6	3-7
PR228	1985	9-4		17-6	11-7
PR229	1984	8-3		14-6	18-7
PR229	1985	19-4		21-6	18-7
PR386	1986	24-3 14-4 12-5		24-6	
PR386	1987	31-3 22-4 1-5		12-6	
PR386	1988	6-4 20-4 4-5		24-6	
PR387	1986	8-4 21-4		12-6	9-7 / 14-7
PR387	1987	9-4 29-4		15-6	13-7
PR387	1988	12-4 25-4		10-6	5-7
PR387x	1986	8-4			
PR387x	1987	9-4			
PR387x	1988	12-4			
PR388	1986	21-3 11-4 25-4	23-5		
PR388	1987	31-3 23-4	19-5	12-6	
PR388	1988	6-4 18-4	27-5	24-6	

Proefnummer	jaar	data	werkelijke gift					N-totaal					N-NH3				
			1	2	3	4	gem	1	2	3	4	gem	1	2	3	4	gem
PR228	1984	30-3	35	35	36	34	35	148	148	153	144	148	51	51	52	49	51
		5-6	29	29	37	26	30	142	142	181	127	147	55	55	70	49	57
		3-7	30	30	24	31	29	150	150	120	155	145	69	69	55	71	67
PR228	1985	9-4	26	33	35	31	31	134	171	181	160	160	57	72	77	68	68
		17-6	42	17	37	28	31	217	88	191	144	160	81	33	71	54	60
		11-7	29	31	45	36	35	136	146	211	169	164	58	62	90	72	70
PR229	1984	8-3	32	35	29	37	33	163	178	147	188	168	66	72	60	76	68
		14-6	29	29	29	29	29	140	140	140	140	140	63	63	63	63	63
		18-7	31	30	31	30	31	144	140	144	140	144	57	55	57	55	57
PR229	1985	19-4	23	29	32	39	31	138	174	192	234	186	55	70	77	94	74
		21-6	31	30	33	31	31	163	158	173	163	163	66	64	70	66	66
		18-7	26	29	31	32	30	148	165	177	182	171	64	71	76	79	74
PR386	1986	24-3	39	30	31	27	32	197	151	156	136	161	87	67	69	60	71
		14-4	33	35	31	33	33	160	170	151	160	160	67	71	63	67	67
		12-5	33	29	30	31	31	110	96	100	103	103	52	45	47	48	48
		24-6	36	42	27	38	36	187	218	140	197	187	88	103	66	93	88
PR386	1987	31-3	45	48	38	31	41	281	299	237	193	256	115	123	97	79	105
		22-4	39	46	45	41	43	215	254	248	226	237	90	106	104	95	99
		1-5	40	40	41	42	41	248	248	254	260	254	124	124	127	130	127
		12-6	40	40	41	42	41	228	228	234	239	234	144	144	148	151	148

ags 5 : Werkelijke giften dunne rundermest (t.ha-1), N-totaal (kg.ha-1) en N-NH3 (kg.ha-1).

PR386	1988	1 6-4	39	41	40	40	40	179	189	184	184	184	104	109	106	106	106
		5 6-4	19	20	20	20	20	90	95	95	95	95	53	56	56	56	56
		6 6-4	20	20	19	19	20	95	95	90	90	95	56	56	53	53	56
		20-4	43	40	40	39	41	211	196	196	191	201	96	90	90	88	92
		4-5	39	40	39	40	40	204	209	204	209	209	124	127	124	127	127
		4 24-6	43	38	40	41	41	197	174	184	188	188	96	85	90	92	92
		6 24-6	20	23	24	22	22	96	110	115	105	105	45	51	54	49	49

PR387	1986	8-4	39	40	39	39	39	205	211	205	205	205	83	85	83	83	83
		21-4	41	38	35	34	37	223	206	190	185	201	95	88	81	79	86
		12-6	42	42	41	41	42	222	222	217	217	222	119	119	117	117	119
		14-7	40	40	39	41	40	221	221	202	212	214	115	115	109	114	113
PR387	1987	9-4	40	39	39	45	41	281	274	274	316	288	107	104	104	120	109
		29-4	39	42	41	35	39	239	257	251	214	239	69	75	73	62	69
		15-6	40	41	39	41	40	259	265	252	265	259	131	135	128	135	131
		13-7	36	39	41	45	40	198	215	226	248	220	103	111	117	129	114
PR387	1988	12-4	36	39	37	41	38	229	249	236	261	242	104	112	107	118	109
		25-4	38	41	40	45	41	243	262	255	287	262	117	127	124	139	127
		10-6	41	41	42	40	41	228	228	233	222	228	110	110	112	107	110
		5-7	38	38	41	40	39	219	219	236	230	225	102	102	110	107	104
PR388	1986	21-3	20	19	20	20	20	88	84	88	88	88	34	32	34	34	34
		11-4	21	19	20	21	20	106	95	101	106	101	44	40	42	44	42
		25-4	18	21	19	22	20	94	109	99	115	104	45	53	48	55	50
		23-5	18	19	20	19	19	90	95	100	95	95	45	48	50	48	48
PR388	1987	31-3	21	22	20	19	21	116	121	110	105	116	48	51	46	44	48
		2 23-4	23	20	20	20	21	131	114	114	114	119	53	46	46	46	48
		5 23-4	11	9	10	10	10	62	51	57	57	57	25	21	23	23	23
		19-5	19	19	16	19	18	93	93	78	93	88	53	53	44	53	50
		4 12-6	19	20	19	19	19	95	100	95	95	95	51	54	51	51	51
		5 12-6	10	11	10	10	10	50	55	50	50	50	27	30	27	27	27

PR388	1988	1 6-4	20	20	21	20	20	102	102	107	102	102	54	54	57	54	54
		5 6-4	9	11	9	11	10	46	56	46	56	51	24	30	24	30	27
		18-4	23	20	20	20	21	118	102	102	102	107	54	47	47	47	49
		27-5	20	20	19	20	20	93	93	88	93	93	60	60	57	60	60
		4 24-6	22	20	19	20	20	111	101	96	101	101	54	49	47	49	49
		5 24-6	10	9	10	10	10	50	45	50	50	50	25	22	25	25	25
PR387x	1986	8-4	35	35	42	39	38	184	184	221	205	200	74	74	89	83	81
PR387x	1987	9-4	37	34	36	31	35	260	239	253	217	246	99	91	96	83	93
PR387x	1988	12-4	41	45	38	41	41	261	287	242	261	261	118	130	109	118	118

Bijlage 6 : Samenstelling dunne mest (g.kg-1).

Proefnummer	jaar	data	ds	ras	N-tot	N-NH3	P2O5	K2O	CaO	MgO	vg*
PR228	1984	30-3	107	025	4,4	1,5	1,6	5,6	2,4	1,3	964
		5-6	099	026	4,9	1,9	2,2	6,4	1,6	1,3	1000
		3-7	099	025	5,0	2,3	2,1	6,9	1,8	2,3	1000
PR228	1985	9-4	107	028	5,2	2,2	2,0	6,1	1,5	1,2	994
		17-6	099	024	5,1	1,9	1,8	5,9	1,6	1,2	1011
		11-7	103	026	4,7	2,0	2,0	5,8	1,8	1,2	999
PR229	1984	8-3	120	034	5,2	2,1	2,1	6,9	3,7	1,2	978
		14-6	094	026	4,9	2,2	1,4	6,9	2,3	0,9	984
		18-7	092	028	4,6	1,8	1,7	6,6	2,4	0,9	1013
PR229	1985	19-4	119	037	6,5	2,6	3,0	7,3	5,2	1,1	924
		21-6	098	029	5,2	2,1	1,7	7,5	1,9	0,9	1010
		18-7	114	038	5,8	2,5	2,2	8,1	2,6	1,2	983
PR386	1986	24-3	097	024	5,0	2,2	2,0	6,2	1,8	1,2	1009
		14-4	100	024	4,8	2,0	2,1	6,0	1,8	1,2	1013
		12-5	062	016	3,4	1,6	1,2	5,0		0,7	976
		24-6	117	027	5,1	2,4	2,1	7,1	2,0	1,4	1017
PR386	1987	31-3	114	027	6,1	2,5	1,8	6,7	2,2	1,5	1022
		22-4	107	028	5,5	2,3	1,5	6,0			1004
		1-5	086	022	6,2	3,1	1,2	7,2			1000
		12-6	075	020	5,7	3,6	1,1	7,6			1000
PR386	1988	1 6-4	075	021	4,5	2,6	1,9	6,1			1022
		5 6-4	074	021	4,6	2,7	2,0	6,2			1030
		20-4	084	024	4,8	2,2	2,2	5,6			1020
		4-5	055	017	5,1	3,1	1,0	7,7			1024
		4 24-6	078	019	4,5	2,2	1,6	4,7			1020
		6 24-6	082	019	4,7	2,2	1,7	6,0			1016

PR387	1986	8-4	100	031	5,2	2,1	1,7	6,6	2,0	1,0	1013
		21-4	113	033	5,6	2,4	2,0	7,2	2,4	1,1	970
		12-6	079	025	5,2	2,8	1,5	7,4	1,9	1,0	1016
	blok 1,2	8-7	079	025	5,4	2,8	1,6	7,7	2,0	0,9	1025
	blok 3,4	14-7	079	025	5,2	2,8	1,4	7,9	1,8	0,8	996
PR387	1987	9-4	124	035	7,1	2,7	2,3	8,8			988
		29-4	123	032	6,2	1,8	2,1	7,6			988
		15-6	126	034	6,7	3,4	2,0	8,7			966
		13-7	095	028	5,4	2,8	1,5	6,8			1020
PR387	1988	12-4	124	036	6,2	2,8	2,3	8,7			1028
		25-4	113	032	6,2	3,0	1,9	8,4			1030
		10-6	110	030	5,4	2,6	2,0	7,8			1029
		5-7	111	033	5,6	2,6	2,0	8,7			1028
PR388	1986	21-3	082	022	4,4	1,7	1,8	5,5			1000
		11-4	102	027	5,0	2,1	2,2	6,7			1005
		25-4	090	023	5,2	2,5	1,8	6,4			1002
		23-5	092	024	5,0	2,5	1,8	6,3			1000
PR388	1987	31-3	100	025	5,5	2,3	1,6	6,8	2,1	1,3	1004
		23-4	099	024	5,7	2,3	1,4	6,2			996
		19-5	083	021	5,1	2,9	1,4	6,4			958
		12-6	081	020	5,2	2,8	1,3	6,6			964
PR388	1988	6-4	081	021	4,9	2,6	1,7	6,4			1044
		18-4	081	020	5,0	2,3	1,7	6,6			1022
		27-5	039	015	4,5	2,9	0,7	7,1			1030
		24-6	086	022	4,9	2,4	1,8	5,1			1030

* kg.m-3

Bijlage 7 : Jaarlijkse stikstofbemesting uit kunstmest (kg.ha-1).

Proefnummer	jaar	sneden	N0	N1	N2	N3
PR228	1984	6	0	200	400	600
PR228	1985	6	0	200	400	600
PR229	1984	5	0	180	360	540
PR229	1985	5	0	180	360	540
PR386	1986	5	0	180	360	540
PR386	1987	6	0	200	400	600
PR386	1988	6	0	200	400	600
PR387	1986	6	0	200	400	600
PR387	1987	7	0	220	440	660
PR387	1988	7	0	220	440	660
PR388	1986	6	0	200	400	600
PR388	1987	6	0	200	400	600
PR388	1988	5	0	180	360	540

Bijlage 8 : Datum eerste stikstofgift uit drijfmest en kunstmest en de bijbehorende temperatuursom.

Proefnummer	jaar	Drijfmest		Kunstmest	
		Datum	T-som (°C)	Datum	T-som (°C)
PR228	1984	30-03	271	2-04	281
PR228	1985	9-04	208	11-04	217
PR229	1984	8-03	147	15-03	163
PR229	1985	19-04	209	22-04	220
PR386	1986	24-03	132	25-03	134
PR386	1987	31-03	212	23-04	319
PR386	1988	6-04	379	25-04	465
PR387	1986	8-04	164	16-04	208
PR387	1987	9-04	186	24-04	260
PR387	1988	12-04	362	25-04	425
PR388	1986	21-03	121	15-04	234
PR388	1987	31-03	150	9-04	220
PR388	1988	6-04	373	20-04	438

Bijlage 9 : Fosfaat- en kalibemesting uit kunstmest (kg.ha-1) voor de eerste snede (sn 1), de overige sneden (rest) en het totaal (tot).

Proefnummer	jaar	FOSFAAT			KALI		
		sn 1	rest	tot	sn 1	rest	tot
PR228	1984	36	36	216	100	100	600
PR228	1985	36	36	216	100	100	600
PR229	1984	36	36	180	100	100	500
PR229	1985	36	36	180	100	100	500
PR386	1986	54	36	198	150	100	550
PR386	1987	54	36	234	150	100	650
PR386	1988	54	36	234	150	100	650
PR387	1986	54	36	234	150	100	650
PR387	1987	54	36	270	150	100	750
PR387	1988	54	36	270	150	100	750
PR387x	1986	54	36	234	150	100	650
PR387x	1987	54	36	198	150	100	550
PR387x	1988	54	36	198	150	100	550
PR388	1986	54	36	234	150	100	650
PR388	1987	54	36	234	150	100	650
PR388	1988	54	36	198	150	100	550

Bijlage 10 : Maaidata

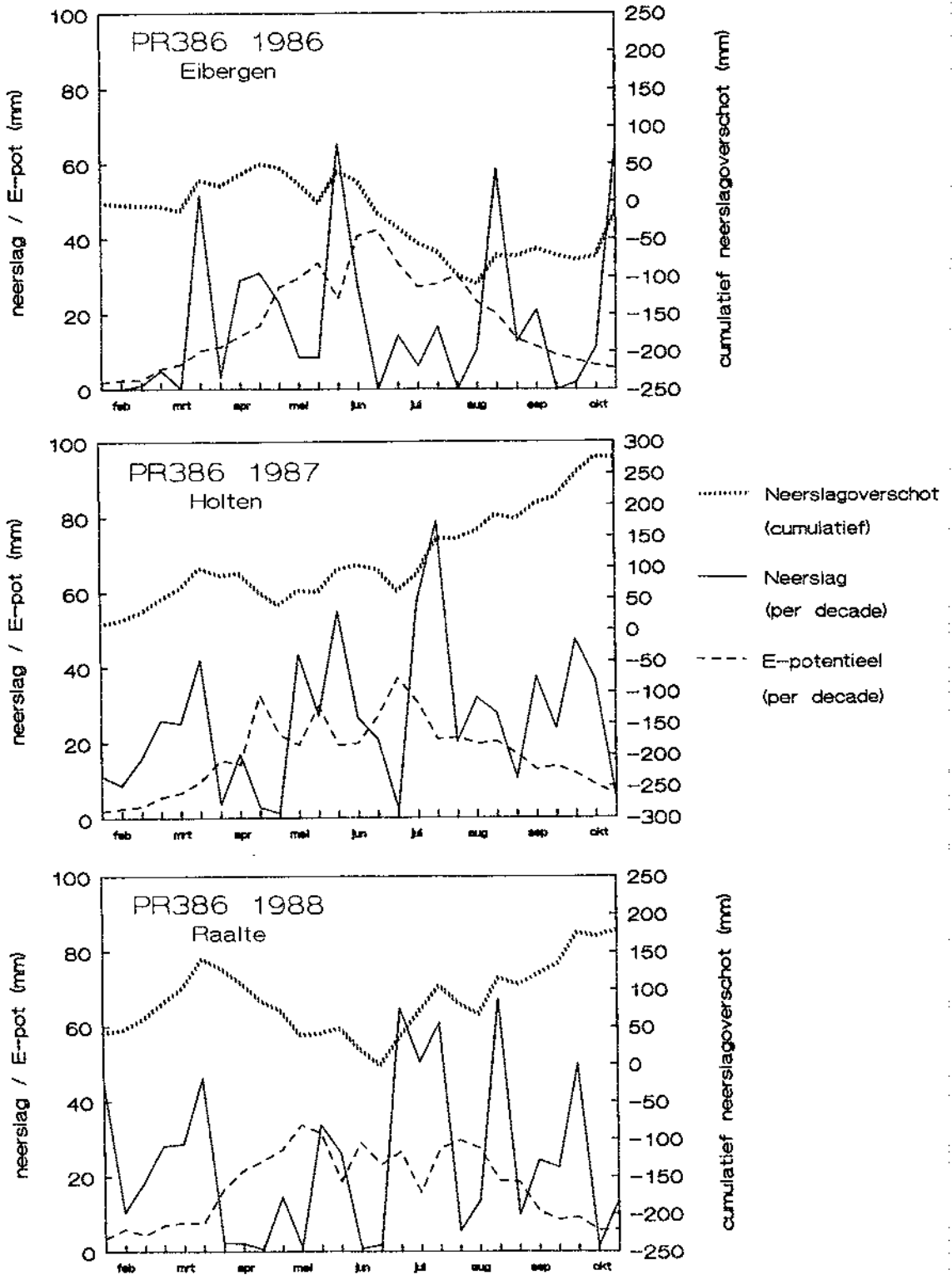
Proefnummer	jaar	snede							
		1	2	3	4	5	6	7	
PR228	1984	09-05	01-06	29-06	27-07	26-08	17-10		
PR228	1985	15-05	11-06	08-07	31-07	03-09	24-10		
PR229	1984	17-05	13-06	16-07	16-08	24-10			
PR229	1985	23-05	20-06	18-07	27-08	09-10			
PR386	1986	30-05	24-06	19-08	24-09	11-11			
PR386	1987	12-05	10-06	08-07	11-08	09-09	23-10		
PR386	1988	24-05	21-06	19-07	10-08	08-09	06-10		
PR387	1986	22-05	12-06	09-07	05-08	11-09	23-10		
PR387	1987	22-05	15-06	10-07	31-07	20-08	17-09	20-10	
PR387	1988	18-05	10-06	05-07	01-08	31-08	26-09	07-11	
PR388	1986	21-05	12-06	08-07	21-08	18-09	30-10		
PR388	1987	13-05	11-06	09-07	06-08	17-09	16-10		
PR388	1988	26-05	22-06	26-07	25-08	05-10			
		1-A	1-B	1-C	2	3	4	5	6
PR387x	1986	14-05	22-05	04-06	12-06	09-07	05-08	11-09	23-10
PR387x	1987	14-05	22-05	01-06	15-06	10-07	31-07	17-09	
PR387x	1988	11-05	18-05	01-06	10-06	05-07	01-08	26-09	

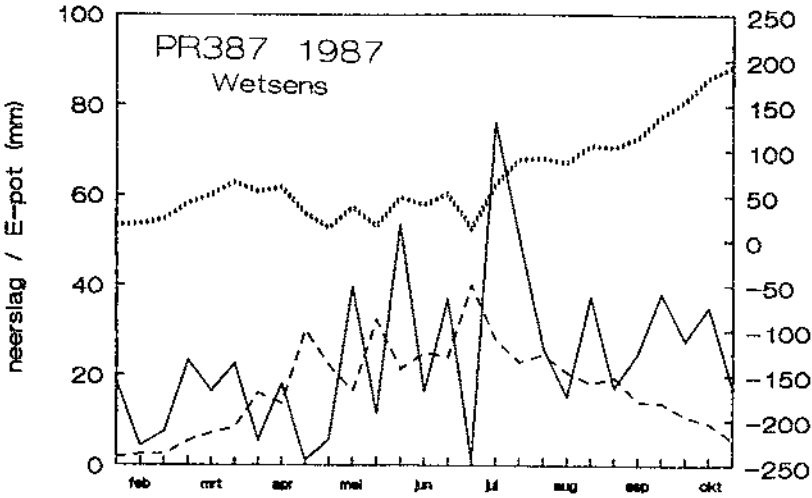
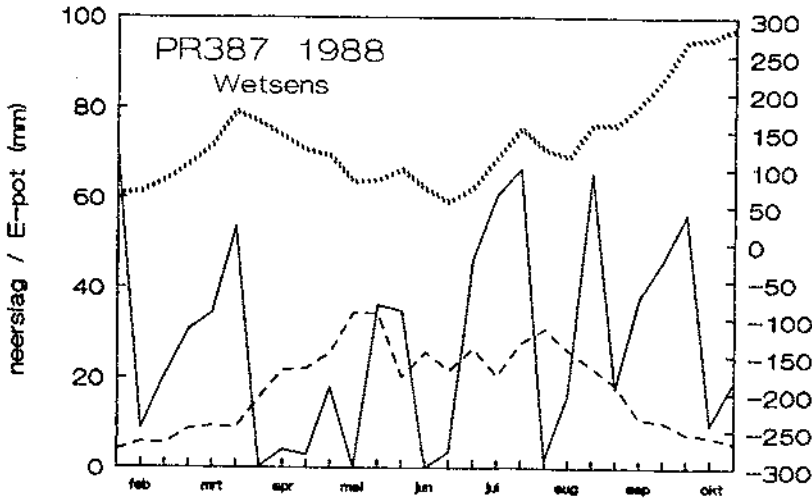
Bijlage 11: Uitgevoerde bepalingen in grasmonsters per veldje (V) of per mengmonster van vier herhalingen (MM).

ds zv = zandvrij droge-stofgehalte
 ds zh = zandhoudend droge-stofgehalte
 zand = zandgehalte
 N-tot = stikstof-totaalgehalte
 NO3 = nitraatgehalte

Proefnummer	jaar	ds zv	ds zh	zand	N- tot	NO3
PR228	1984	V		V	V	
PR228	1985	V		V	V	
PR229	1984	V		V	V	
PR229	1985	V		V	V	
PR386	1986	V	MM	V	V	MM
PR386	1987	V	MM	V	V	MM
PR386	1988	MM	V	MM	V	MM
PR387	1986	V	MM	V	V	MM
PR387	1987	MM	V	MM	V	MM
PR387	1988	MM	V	MM	V	MM
PR388	1986	V	MM	V	V	MM
PR388	1987	MM	V	MM	V	MM
PR388	1988	MM	V	MM	V	MM
PR387x	1986		V/MM		MM	MM
PR387x	1987	MM	V	MM	MM	MM
PR387x	1988	MM	V	MM	MM	MM

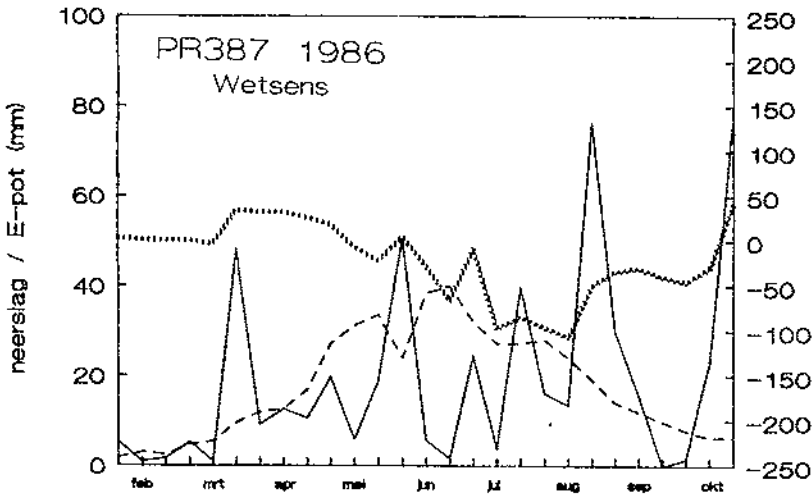
Bijlage 12 : Neerslag, potentiële verdamping en cumulatief potentieel neerslagoverschot per proefjaar.



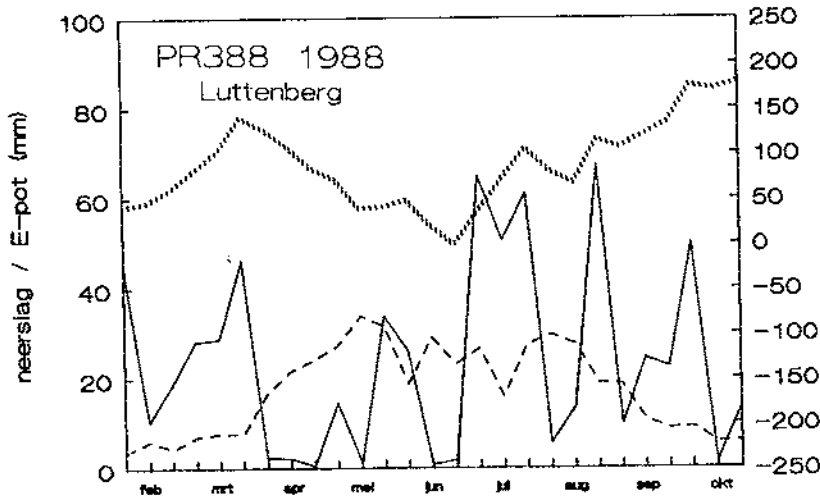
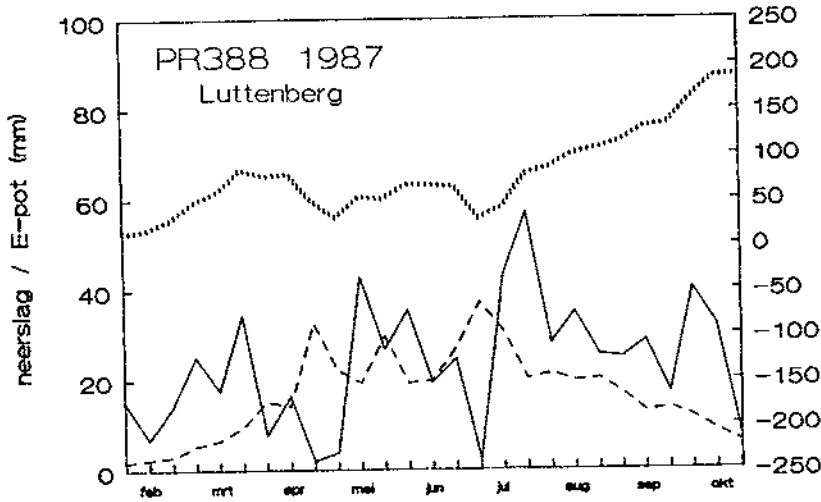
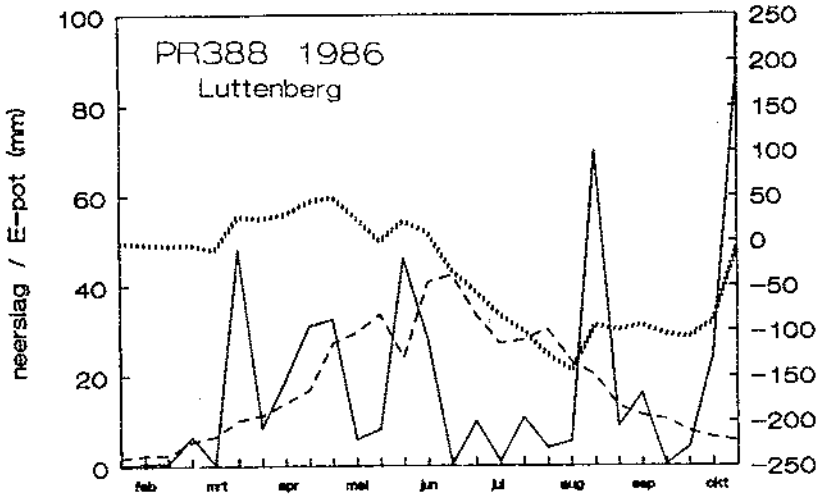


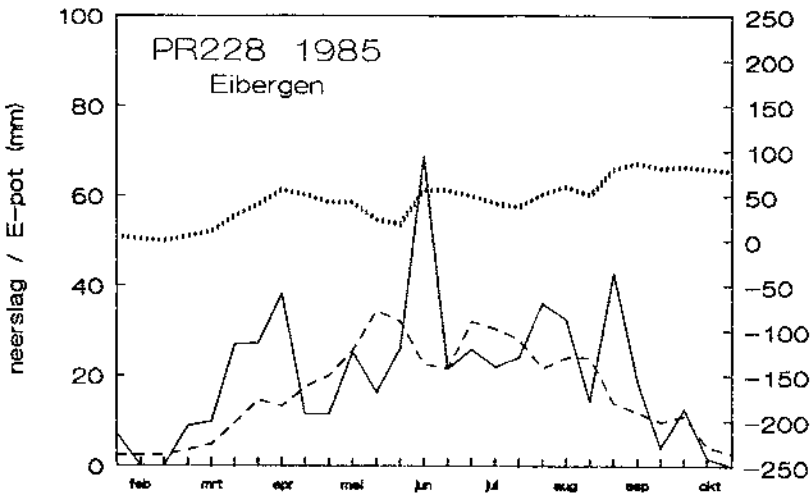
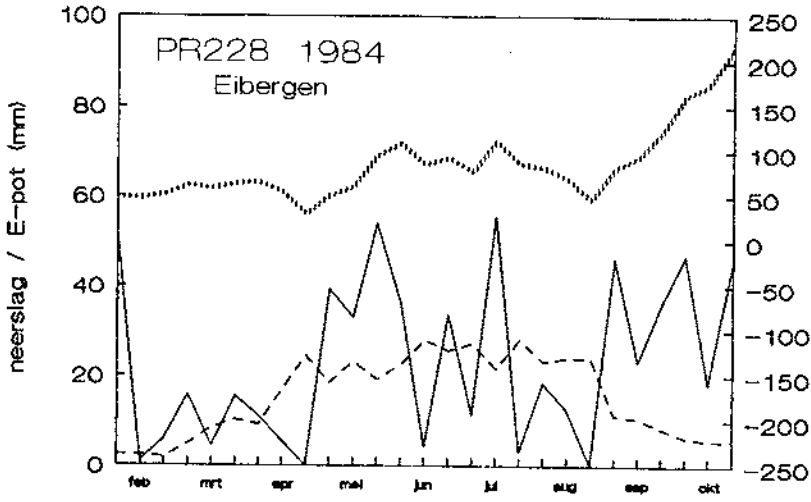
cumulatief neerslagoverschot (mm)

- Neerslagoverschot (cumulatief)
- Neerslag (per decade)
- - - - E-potentieel (per decade)

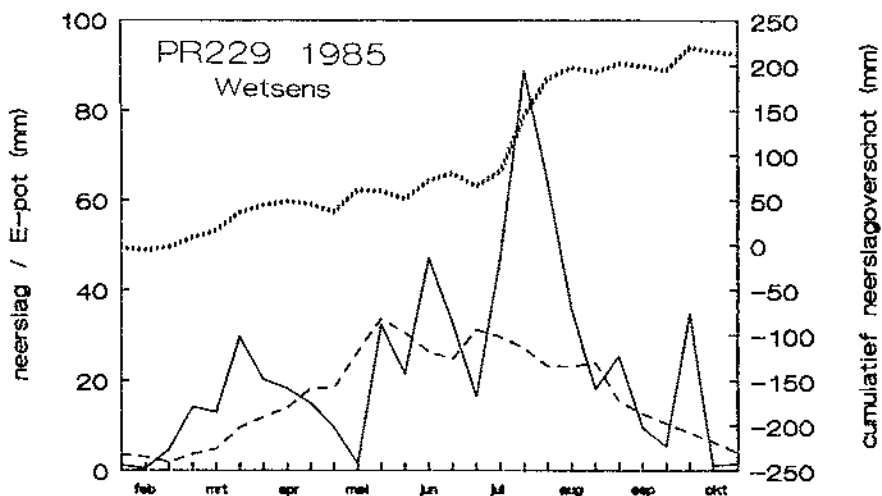
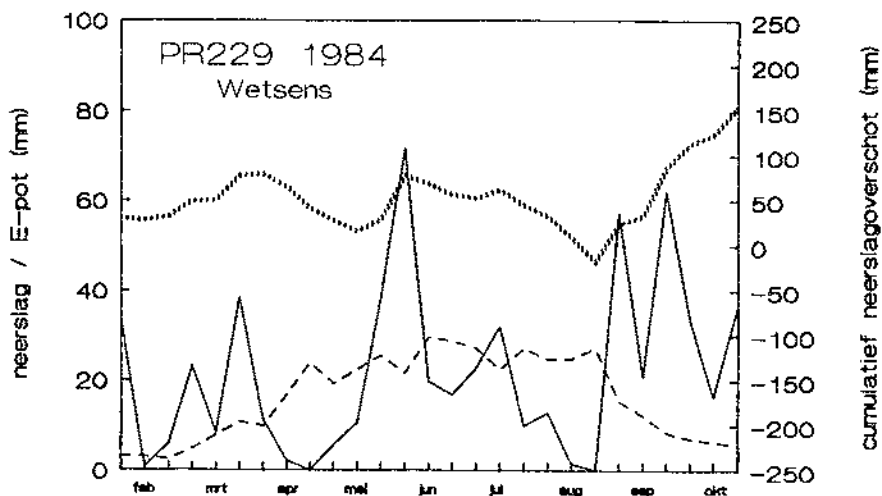


cumulatief neerslagoverschot (mm)





- Neerslagoverschot
(cumulatief)
- Neerslag
(per decade)
- - - - E-potentieel
(per decade)



- Neerslagoverschot
(cumulatief)
- Neerslag
(per decade)
- - - E-potentieel
(per decade)

Bijlage 13 : Weersomstandigheden tijdens en na aanwending en schade

T_{gem} = gemiddelde temperatuur (°C)
 Stral = globale straling (W.m-2)
 E_{ref} = referentie(gewas)verdamping (mm)

Proefnummer	jaar	data	T _{gem}	Stral	E _{ref}	0	1	2	3	4	5	Neerslag - 10 dagen	E _{pot} + 10 dagen	Signif. schade	
PR228	1984	30-3	4,6	1202	1,5	0,3	2,7	0,0	0,7	0,7	1,0	2,4	1,5	ja	
		5-6	11,9	1395	2,1	0,9	0,0	4,1	1,0	0,3	0,1	15,0	-16,9	ja	
		3-7	11,6	923	1,4	9,4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	9,0	ja
PR228	1985	9-4	8,5	973	1,4	2,6	0,3	4,7	7,1	7,6	3,6	18,6	25,3	nee	
		17-6	12,4	2218	3,5	6,9	0,0	0,0	12,7	1,1	3,8	47,7	5,4	ja	
		11-7	17,4	2061	3,6	1,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	-6,1	-8,5	ja
PR229	1984	8-3	2,6	1337	1,6	0,0	0,0	5,4	8,3	0,1	0,0	15,8	4,6	ja	
		14-6	13,5	1342	2,1	17,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	-9,8	ja
		18-7	14,2	497	0,8	3,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	-12,3	-20,5	ja
PR229	1985	19-4	10,9	1874	2,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	4,8	-5,1	ja	
		21-6	14,5	2174	3,6	0,0	7,5	0,0	0,0	6,6	0,9	16,7	6,6	ja	
		18-7	17,6	1507	2,6	0,0	33,1	9,3	3,8	3,8	5,1	-12,3	36,3	nee	
PR386	1986	24-3	5,3	537	0,7	1,6	8,4	2,0	1,7	14,0	3,8	0,4	30,5	nee	
		14-4	4,2	408	0,5	0,2	4,4	6,2	8,0	4,9	4,3	-13,8	26,0	nee	
		12-5	14,5	2027	3,3	0,0	0,0	4,6	0,0	1,8	0,0	-2,7	-22,5	nee	
PR386	1987	24-6	15,3	542	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	-41,3	ja	
		31-3	3,8	862	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	-10,6	nee	
		22-4	10,0	2172	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	-28,0	ja	
PR386	1988	1-5	13,0	421	0,7	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	-30,0	-20,9	ja	
		12-6	12,8	2275	3,6	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	36,2	5,1	ja	
		6-4	8,4	1761	2,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,3	0,0	5,0	-16,7	nee	
PR386	1988	20-4	12,4	783	1,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	-14,3	-20,8	ja	
		4-5	11,7	1080	1,7	5,0	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0	-19,5	-18,7	ja	
		24-6	14,3	568	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,2	3,4	ja	

PR387	1986	8-4	3,5	237	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,4	-4,3	ja
		21-4	7,4	1369	1,9	4,2	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	-6,2	ja
		12-6	10,9	2464	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,7	-36,8	ja
		9-7	12,5	1730	2,7	1,1	1,3	3,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,8	-21,1	ja
		14-7	15,8	1471	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,3	-14,5	ja
PR387	1987	9-4	9,6	1080	1,6	0,0	0,1	5,4	9,5	0,3	0,2	0,2	0,2	-10,4	1,8	ja
		29-4	17,8	2081	3,6	0,0	0,0	0,8	4,4	0,0	0,6	0,6	0,6	-26,1	-16,2	nee
		15-6	10,5	1440	2,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,4	1,4	1,4	1,4	18,2	-8,9	ja
		13-7	14,3	2257	3,7	0,3	0,0	0,0	0,0	14,5	30,4	30,4	30,4	-32,6	52,6	ja
PR387	1988	12-4	5,9	1298	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,5	3,5	3,5	-15,4	-17,7	ja
		25-4	4,4	1853	2,3	0,0	0,7	0,0	0,0	2,2	0,0	2,2	0,0	-17,2	-2,7	ja
		10-6	16,2	1311	2,2	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	-22,3	ja
		5-7	15,0	619	1,0	5,7	5,5	2,1	0,1	0,3	1,9	1,9	1,9	6,2	16,1	nee
PR388	1986	21-3	4,8	718	0,9	1,1	0,5	12,0	0,2	8,9	0,8	0,8	0,8	-6,4	37,7	nee
		11-4	-0,1	1413	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,8	6,8	6,8	-2,7	5,3	nee
		25-4	10,8	1556	4,4	0,0	12,6	2,2	8,0	0,0	0,6	0,6	0,6	11,8	4,6	nee
		23-5	12,9	800	1,3	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-23,8	-26,4	nee
PR388	1987	31-3	3,8	862	1,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	18,9	-8,2	nee
		23-4	12,7	2164	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,9	-23,4	ja
		19-5	10,3	2374	3,5	2,0	0,2	5,4	0,6	3,5	0,0	3,5	0,0	21,3	-18,0	ja
		12-6	12,8	2275	3,6	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	-1,7	ja
PR388	1988	6-4	8,4	1761	2,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,3	0,0	0,3	0,0	6,0	-16,7	nee
		18-4	14,6	2003	3,3	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	-17,7	-23,8	nee
		27-5	14,0	657	1,1	13,5	0,3	7,6	7,7	4,1	0,4	4,1	0,4	-26,6	-23,3	nee
		24-6	14,3	568	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,2	3,4	nee

Bijlage 14 : Droge-stofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1), stikstofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1) en stikstofgehalte (%) per proefjaar.

DRYF = Drijfmestbehandeling
STIK = Kunstmestbehandeling

PR228 1984

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	13593.	14017.	13727.	13769.	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	10894.	13974.	14936.	15302.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		10183.	13665.	15211.	15311.
I1_V		11370.	14274.	14873.	15552.
I3		11134.	13738.	14867.	15169.
I4		10887.	14219.	14793.	15177.

	LSD (p=0.05)
DRYF	301
STIK	373
DRYF*STIK	698
STIK binnen DRYF	745

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	506.6	566.8	533.3	527.3	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	344.8	501.1	611.2	676.9	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		293.1	460.4	603.0	669.9
I1_V		384.0	541.1	634.3	708.0
I3		358.2	508.0	597.8	669.2
I4		343.9	494.9	609.6	660.6

	LSD (p=0.05)
DRYF	11
STIK	17
DRYF*STIK	31
STIK binnen DRYF	34

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	3.645	3.996	3.837	3.779	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	3.156	3.584	4.093	4.423	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.873	3.369	3.965	4.375
I1_V		3.377	3.791	4.263	4.552
I3		3.216	3.698	4.022	4.412
I4		3.159	3.480	4.121	4.355

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.06
STIK	0.06
DRYF*STIK	0.11
STIK binnen DRYF	0.12

PR228 1985

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4		
	14755.	15198.	15325.	15623.		
STIK	N0	N1	N2	N3		
	10742.	15459.	17092.	17609.		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		9182.	15150.	17114.	17574.	
I1_V		10973.	15238.	16956.	17626.	
I3		10964.	15716.	17093.	17526.	
I4		11847.	15730.	17206.	17710.	

	LSD (p=0.05)
DRYF	323
STIK	264
DRYF*STIK	539
STIK binnen DRYF	528

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4		
	483.9	532.8	517.8	531.0		
STIK	N0	N1	N2	N3		
	275.7	452.9	619.4	717.5		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		214.0	421.6	590.0	710.0	
I1_V		298.3	471.7	635.1	726.1	
I3		273.7	453.5	629.3	714.6	
I4		316.6	464.9	623.3	719.3	

	LSD (p=0.05)
DRYF	20
STIK	15
DRYF*STIK	31
STIK binnen DRYF	30

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	3.149	3.419	3.285	3.328	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.554	2.929	3.624	4.074	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.328	2.783	3.445	4.040
I1_V		2.718	3.094	3.745	4.119
I3		2.494	2.885	3.681	4.077
I4		2.674	2.954	3.623	4.060

LSD (p=0.05)

DRYF	0.08
STIK	0.08
DRYF*STIK	0.14
STIK binnen DRYF	0.14

PR229 1984

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	11794.	12538.	12667.	12274.	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	5685.	12143.	15021.	16424.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		4305.	11667.	14802.	16402.
I1_V		6794.	12291.	14811.	16256.
I3		6408.	12210.	15513.	16536.
I4		5235.	12405.	14956.	16501.

LSD (p=0.05)

DRYF	402
STIK	364
DRYF*STIK	724
STIK binnen DRYF	728

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	339.3	400.7	391.5	373.2	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	121.9	285.9	466.9	629.9	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		83.5	247.1	425.1	601.4
I1_V		149.1	304.5	488.2	660.9
I3		137.0	297.5	495.4	636.1
I4		118.0	294.3	459.1	621.3

	LSD (p=0.05)
DRYF	17
STIK	13
DRYF*STIK	26
STIK binnen DRYF	25

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I3	I4		
	2.651	3.008	2.904	2.866		
STIK	N0	N1	N2	N3		
	2.130	2.352	3.109	3.838		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		1.938	2.123	2.873	3.669	
I1_V		2.193	2.476	3.297	4.068	
I3		2.134	2.438	3.197	3.848	
I4		2.253	2.373	3.070	3.769	

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.07
STIK	0.08
DRYF*STIK	0.14
STIK binnen DRYF	0.15

PR229 1985

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4		
	12821.	13954.	13523.	12731.		
STIK	N0	N1	N2	N3		
	9251.	13473.	15024.	15281.		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		8219.	13009.	15006.	15051.	
I1_V		10984.	14115.	15067.	15648.	
I3		9248.	13772.	15677.	15395.	
I4		8554.	12997.	14346.	15028.	

	LSD (p=0.05)
DRYF	585
STIK	384
DRYF*STIK	843
STIK binnen DRYF	768

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	447.4	507.2	471.6	460.3	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	263.9	422.4	555.3	644.7	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		227.2	384.8	537.0	640.5
I1_V		323.5	461.2	580.3	663.6
I3		257.6	434.1	565.4	629.2
I4		247.4	409.5	538.6	645.6

LSD (p=0.05)

DRYF	26
STIK	18
DRYF*STIK	39
STIK binnen DRYF	37

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I3	I4	
	3.388	3.574	3.406	3.524	
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.845	3.130	3.696	4.220	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.766	2.956	3.574	4.255
I1_V		2.942	3.263	3.850	4.241
I3		2.780	3.147	3.609	4.087
I4		2.893	3.152	3.753	4.297

LSD (p=0.05)

DRYF	0.11
STIK	0.08
DRYF*STIK	0.17
STIK binnen DRYF	0.16

PR386 1986

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	7790.	8947.	8374.	7991.	7437.
STIK	N0	N1	N2	N3	
	5046.	7978.	9582.	9826.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		3984.	7669.	9904.	9603.
I1_V		6124.	8758.	10392.	10513.
I1_M		5694.	8296.	9616.	9890.
I1_L		5214.	7965.	9103.	9683.
I3		4214.	7201.	8893.	9441.

		LSD (p=0.05)
DRYF		286
STIK		269
DRYF*STIK		584
STIK binnen DRYF		603

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	251.6	330.0	308.0	278.9	265.9
STIK	N0	N1	N2	N3	
	132.8	252.5	359.6	402.6	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		83.4	204.0	338.9	380.2
I1_V		177.1	298.5	407.9	436.6
I1_M		158.1	280.1	379.7	414.2
I1_L		135.2	251.7	335.4	393.3
I3		110.3	228.2	336.3	388.8

		LSD (p=0.05)
DRYF		516
STIK		512
DRYF*STIK		1187
STIK binnen DRYF		1253

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	3.034	3.598	3.575	3.376	3.422
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.597	3.156	3.754	4.098	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.096	2.662	3.422	3.957
I1_V		2.900	3.407	3.927	4.156
I1_M		2.777	3.376	3.956	4.193
I1_L		2.595	3.161	3.685	4.064
I3		2.615	3.175	3.781	4.118

		LSD (p=0.05)
DRYF		8
STIK		9
DRYF*STIK		19
STIK binnen DRYF		20

PR386 1987

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	12205.	13994.	13655.	13592.	13239.

STIK	N0	N1	N2	N3
	10734.	13601.	14451.	14561.

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		7732.	12671.	14038.	14378.
I1_V		11808.	14191.	14969.	15006.
I1_M		11732.	13648.	14955.	14283.
I1_L		11629.	14005.	13978.	14755.
I3		10767.	13490.	14317.	14380.

LSD (p=0.05)

DRYF	268
STIK	317
DRYF*STIK	661
STIK binnen DRYF	708

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	426.8	551.3	523.0	528.9	499.5

STIK	N0	N1	N2	N3
	346.9	485.2	577.0	614.5

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		205.5	395.2	520.8	585.5
I1_V		400.8	534.9	623.5	646.2
I1_M		387.7	497.8	608.1	598.5
I1_L		392.3	520.9	572.5	629.7
I3		348.3	477.4	559.9	612.5

LSD (p=0.05)

DRYF	13
STIK	13
DRYF*STIK	28
STIK binnen DRYF	30

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	3.3906	3.9081	3.8024	3.8643	3.7361

STIK	N0	N1	N2	N3
	3.1924	3.5597	3.9896	4.2195

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.6593	3.1207	3.7102	4.0720
I1_V		3.3914	3.7697	4.1647	4.3067
I1_M		3.3042	3.6484	4.0663	4.1906
I1_L		3.3739	3.7189	4.0961	4.2684
I3		3.2332	3.5406	3.9106	4.2599

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.06
STIK	p=0.05
DRYF*STIK	0.11
STIK binnen DRYF	0.11

PR386 1988

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	12248.	14045.	13083.	13307.	12597.
STIK	N0	N1	N2	N3	
	8168.	12844.	15548.	16469.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		5826.	11560.	15074.	16534.
I1_V		9218.	13891.	16431.	16640.
I1_M		8277.	12573.	15350.	16132.
I1_L		9494.	13152.	14596.	15987.
I3		7099.	12198.	14994.	16097.

	LSD (p=0.05)
DRYF	415
STIK	385
DRYF*STIK	966
STIK binnen DRYF	1018

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	378.8	491.0	482.3	501.0	413.3
STIK	N0	N1	N2	N3	
	226.2	373.0	543.3	668.9	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		147.9	297.5	450.1	619.7
I1_V		258.2	418.5	602.3	684.9
I1_M		242.5	394.1	584.1	708.3
I1_L		295.9	436.1	560.4	711.6
I3		197.2	344.6	494.6	617.0

	LSD (p=0.05)
DRYF	19
STIK	16
DRYF*STIK	41
STIK binnen DRYF	43

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I1_L	I3
	2.957	3.399	3.566	3.652	3.180
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.753	2.899	3.493	4.044	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.519	2.573	2.986	3.748
I1_V		2.798	3.021	3.665	4.113
I1_M		2.930	3.134	3.806	4.392
I1_L		3.159	3.316	3.843	4.290
I3		2.768	2.830	3.290	3.832

LSD (p=0.05)

DRYF	0.10
STIK	0.07
DRYF*STIK	0.19
STIK binnen DRYF	0.20

PR387 1986

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	12134.	13156.	13118.	12460.	12597.
STIK	N0	N1	N2	N3	
	7615.	12559.	15019.	15578.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		6131.	11824.	14791.	15790.
I1_V		7744.	13034.	15593.	16251.
I1_M		8140.	12497.	15478.	16358.
I3		8077.	12673.	14530.	14557.
I4		7984.	12767.	14701.	14936.

LSD (p=0.05)

DRYF	363
STIK	358
DRYF*STIK	769
STIK binnen DRYF	801

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	435.6	509.6	516.9	479.1	470.4
STIK	N0	N1	N2	N3	
	227.0	420.9	597.8	683.6	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		164.8	351.3	551.2	674.9
I1_V		230.7	460.8	633.2	713.6
I1_M		249.0	433.4	642.4	742.8
I3		256.0	443.0	574.0	643.5
I4		234.5	415.8	588.3	643.0

	LSD (p=0.05)
DRYF	16
STIK	14
DRYF*STIK	30
STIK binnen DRYF	30

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	3.403	3.740	3.804	3.758	3.625
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.956	3.344	3.978	4.387	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.641	2.971	3.726	4.275
I1_V		2.979	3.529	4.061	4.391
I1_M		3.056	3.467	4.151	4.541
I3		3.167	3.494	3.950	4.422
I4		2.935	3.258	4.001	4.307

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.09
STIK	0.06
DRYF*STIK	0.15
STIK binnen DRYF	0.14

PR387 1987

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	11510.	13168.	12983.	13143.	12897.
STIK	N0	N1	N2	N3	
	7624.	13201.	14904.	15231.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		4718.	11692.	14591.	15040.
I1_V		9001.	13281.	14929.	15459.
I1_M		8286.	12942.	15193.	15511.
I3		8526.	13998.	15094.	14954.
I4		7587.	14093.	14713.	15193.

	LSD (p=0.05)
DRYF	380
STIK	403
DRYF*STIK	867
STIK binnen DRYF	900

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	387.0	509.4	494.8	480.6	455.6

STIK	N0	N1	N2	N3
	208.4	416.7	573.4	663.5

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		97.3	306.5	513.8	630.3
I1_V		270.4	453.8	614.6	699.0
I1_M		238.2	428.5	616.8	695.8
I3		237.9	462.8	577.9	643.8
I4		198.4	431.9	543.9	648.4

LSD (p=0.05)

DRYF	30
STIK	20
DRYF*STIK	48
STIK binnen DRYF	45

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	3.099	3.762	3.687	3.549	3.423

STIK	N0	N1	N2	N3
	2.670	3.144	3.838	4.365

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.066	2.622	3.519	4.189
I1_V		3.005	3.413	4.117	4.514
I1_M		2.875	3.316	4.065	4.491
I3		2.790	3.305	3.797	4.305
I4		2.612	3.062	3.693	4.324

LSD (p=0.05)

DRYF	0.14
STIK	0.08
DRYF*STIK	0.21
STIK binnen DRYF	0.19

PR387 1988

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	12554.	13612.	13811.	14785.	13940.

STIK	N0	N1	N2	N3
	7300.	14018.	16701.	16943.

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		4381.	11912.	16551.	17371.
I1_V		7961.	13652.	15901.	16936.
I1_M		7659.	14185.	16788.	16613.
I3		9214.	15522.	17475.	16928.
I4		7285.	14820.	16787.	16866.

	LSD (p=0.05)
DRYF	631
STIK	494
DRYF*STIK	1118
STIK binnen DRYF	1104

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	449.8	537.8	532.6	544.4	512.3
STIK	N0	N1	N2	N3	
	205.1	468.1	658.7	729.8	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		97.3	344.1	621.1	736.9
I1_V		244.6	491.4	662.9	752.2
I1_M		228.6	494.2	680.3	727.4
I3		260.7	532.5	679.4	705.1
I4		194.1	478.1	649.7	727.4

	LSD (p=0.05)
DRYF	28
STIK	20
DRYF*STIK	47
STIK binnen DRYF	45

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V	I1_M	I3	I4
	3.273	3.819	3.724	3.576	3.518
STIK	N0	N1	N2	N3	
	2.746	3.324	3.950	4.308	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.218	2.887	3.752	4.235
I1_V		3.076	3.590	4.168	4.442
I1_M		2.983	3.482	4.053	4.379
I3		2.802	3.436	3.894	4.172
I4		2.651	3.227	3.880	4.313

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.11
STIK	0.09
DRYF*STIK	0.21
STIK binnen DRYF	0.20

PR387X 1986

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	7045.	9408.		
MAAITYD	A	B	C	
	7967.	7854.	8858.	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		6862.	6777.	7496.
I1_V		9071.	8931.	10221.

LSD (p=0.05)

DRYF	382
MAAITYD	614
DRYF*MAAITYD	756
MAAITYD binnen DRYF	869

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	156.9	251.2		
MAAITYD	A	B	C	
	205.7	203.3	203.1	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		160.1	154.1	156.5
I1_V		251.4	252.4	249.7

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V		
	2.2319	2.6814		
MAAITYD	A	B	C	
	2.5526	2.5515	2.2657	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		2.3340	2.2750	2.0866
I1_V		2.7712	2.9281	2.4448

PR387X87

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	4845.	9667.		
MAAITYD	A	B	C	
	6859.	6864.	8044.	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		4639.	4224.	5670.
I1_V		9079.	9504.	10418.

	LSD (p=0.05)
DRYF	969
MAAITYD	732
DRYF*MAAITYD	1075
MAAITYD binnen DRYF	1035

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	87.5	235.0		
MAAITYD	A	B	C	
	161.1	152.5	170.0	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		89.5	80.9	92.0
I1_V		232.8	224.1	248.0

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V		
	1.8220	2.4342		
MAAITYD	A	B	C	
	2.2471	2.1365	2.0008	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		1.9293	1.9149	1.6219
I1_V		2.5648	2.3581	2.3796

PR387X 1988

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	4774.	9206.		
MAAITYD	A	B	C	
	6833.	6539.	7599.	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		4655.	4340.	5329.
I1_V		9010.	8739.	9869.

	LSD (p=0.05)
DRYF	731
MAAITYD	571
DRYF*MAAITYD	829
MAAITYD binnen DRYF	808

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	I1_V		
	101.3	250.0		
MAAITYD	A	B	C	
	178.9	176.3	171.7	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		103.4	94.4	106.0
I1_V		254.4	258.2	237.3

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	I1_V		
	2.1296	2.7276		
MAAITYD	A	B	C	
	2.5228	2.5653	2.1977	
DRYF	MAAITYD	A	B	C
D0		2.2218	2.1767	1.9904
I1_V		2.8238	2.9540	2.4050

PR388 1986

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B1_L	B2
	10178.	10105.	10149.	10183.	10352.
STIK	N0	N1	N2	N3	
	5622.	10051.	12359.	12741.	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		5012.	9971.	12755.	12974.
B1_V		5603.	9921.	12253.	12643.
B1_M		5828.	9742.	12289.	12737.
B1_L		5572.	10197.	12016.	12945.
B2		6093.	10425.	12482.	12405.

LSD (p=0.05)

DRYF	525
STIK	369
DRYF*STIK	863
STIK binnen DRYF	826

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B1_L	B2
	376.3	379.4	381.0	385.2	382.9
STIK	N0	N1	N2	N3	
	157.4	331.7	488.8	545.9	
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		136.2	319.0	494.0	555.9
B1_V		156.1	326.7	483.3	551.6
B1_M		165.8	321.4	490.9	545.7
B1_L		157.8	344.3	486.7	551.7
B2		170.9	346.9	489.2	524.6

	LSD (p=0.05)
DRYF	20
STIK	15
DRYF*STIK	34
STIK binnen DRYF	33

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B1_L	B2
	3.518	3.597	3.607	3.641	3.572

STIK	N0	N1	N2	N3
	2.799	3.302	3.961	4.287

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		2.712	3.201	3.873	4.286
B1_V		2.780	3.294	3.947	4.366
B1_M		2.846	3.297	4.002	4.285
B1_L		2.850	3.389	4.060	4.265
B2		2.806	3.327	3.924	4.232

	LSD (p=0.05)
DRYF	0.08
STIK	0.08
DRYF*STIK	0.17
STIK binnen DRYF	0.17

PR388 1987

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_M_3
	10455.	10733.	10526.	10546.	10729.	10852.

STIK	N0	N1	N2	N3
	5309.	10772.	12965.	13515.

DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3
D0		4710.	10419.	12637.	14056.
B1_V		5113.	10598.	13553.	13667.
B1_M		5384.	10904.	12485.	13330.
B2		5085.	10957.	12701.	13439.
B3		5414.	11268.	13202.	13033.
B1_M_3		6146.	10482.	13214.	13564.

	LSD (p=0.05)
DRYF	403
STIK	385
DRYF*STIK	899
STIK binnen DRYF	943

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_M_3
	346.4	357.2	365.8	356.4	363.6	367.9
STIK	N0	N1	N2	N3		
	136.4	308.8	454.6	538.4		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		117.7	286.7	411.7	569.8	
B1_V		128.6	291.7	472.7	536.0	
B1_M		144.5	328.3	452.4	538.2	
B2		133.4	315.0	442.5	534.6	
B3		135.6	333.5	475.1	510.3	
B1_M_3		159.0	297.7	473.1	541.7	
LSD (p=0.05)						
DRYF			19			
STIK			18			
DRYF*STIK			43			
STIK binnen DRYF			45			

* Stikstofgehalte

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_M_3
	3.123	3.164	3.335	3.226	3.241	3.247
STIK	N0	N1	N2	N3		
	2.553	2.859	3.500	3.979		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		2.448	2.745	3.253	4.047	
B1_V		2.513	2.741	3.479	3.922	
B1_M		2.684	3.003	3.621	4.033	
B2		2.585	2.870	3.474	3.974	
B3		2.499	2.958	3.598	3.910	
B1_M_3		2.590	2.835	3.575	3.987	
LSD (p=0.05)						
DRYF			0.07			
STIK			0.06			
DRYF*STIK			0.15			
STIK binnen DRYF			0.16			

PR388 1988

* Droge-stofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_V_3
	11341.	11858.	12186.	11785.	11495.	11640.
STIK	N0	N1	N2	N3		
	6644.	11602.	14020.	14604.		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		6253.	10809.	13589.	14715.	
B1_V		6837.	11292.	14535.	14767.	
B1_M		7149.	12848.	14010.	14738.	
B2		6635.	12009.	13852.	14645.	
B3		6271.	11723.	13710.	14279.	
B1_V_3		6721.	10934.	14422.	14482.	

	LSD (p=0.05)
DRYF	516
STIK	512
DRYF*STIK	1187
STIK binnen DRYF	1253

* Stikstofopbrengst

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_V_3
	372.0	393.5	399.8	385.2	372.7	376.7
STIK	N0	N1	N2	N3		
	186.0	316.7	472.1	558.6		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		173.9	292.1	451.9	570.2	
B1_V		187.4	313.1	495.7	577.8	
B1_M		204.3	339.0	484.5	571.3	
B2		191.9	329.2	466.4	553.3	
B3		170.3	324.4	454.6	541.3	
B1_V_3		188.0	302.2	479.3	537.5	

	LSD (p=0.05)
DRYF	38
STIK	15
DRYF*STIK	37
STIK binnen DRYF	37

* Stickstoffgehalte

DRYF	D0	B1_V	B1_M	B2	B3	B1_V_3
	3.172	3.210	3.249	3.195	3.148	3.144
STIK	N0	N1	N2	N3		
	2.792	2.761	3.368	3.824		
DRYF	STIK	N0	N1	N2	N3	
D0		2.789	2.700	3.328	3.872	
B1_V		2.740	2.777	3.410	3.912	
B1_M		2.846	2.815	3.458	3.876	
B2		2.893	2.743	3.367	3.779	
B3		2.712	2.769	3.319	3.793	
B1_V_3		2.773	2.763	3.327	3.712	

----- | LSD (p=0.05) | -----

DRYF	0.07
STIK	0.06
DRYF*STIK	0.14
STIK binnen DRYF	0.14

Bijlage 15: Regressiemodellen per proefjaar.

Droge-stofopbrengst

Proefnummer	jaar	object	A	B	C	SE	R2-adj
PR228	1984	D0	-0.01696 a	18.64 a	10374 a	533.0	91.8
		I1	-0.01696 a	16.75 b	11367 b		
		I3	-0.01696 a	16.79 b	11063 b		
		I4	-0.01696 a	16.90 b	11074 b		
PR228	1985	D0	-0.03443 a	34.23 a	9307 a	446.8	97.6
		I1	-0.02247 b	24.32 b	11048 b		
		I3	-0.02700 b	26.73 b	11085 b		
		I4	-0.02112 b	22.20 b	11919 c		
PR229	1984	D0	-0.03900 a	42.97 a	4616 a	596.6	98.1
		I1	-0.03900 a	38.23 b	6639 b		
		I3	-0.03900 a	39.78 bc	6350 b		
		I4	-0.03900 a	41.26 ac	5558 c		
PR229	1985	D0	-0.03662 a	32.27 a	8261 a	596.8	94.9
		I1	-0.01967 b	18.92 b	11075 b		
		I3	-0.03707 a	31.32 a	9270 c		
		I4	-0.02901 ab	27.21 a	8675 ac		
PR386	1986	D0	-0.03076 a	27.22 a	3929 a	408.5	96.1
		I1_V	-0.01939 b	18.69 b	6098 b		
		I1_M	-0.01796 b	17.42 b	5706 bc		
		I1_L	-0.01675 b	17.13 b	5267 c		
		I3	-0.01883 b	19.82 b	4221 a		
PR386	1987	D0	-0.02875 a	27.90 a	7859 a	521.6	92.1
		I1_V	-0.01466 b	13.98 b	11851 b		
		I1_M	-0.01618 b	14.19 b	11664 b		
		I1_L	-0.09991 b	10.67 b	11790 b		
		I3	-0.01662 b	15.81 b	10823 c		

PR386	1988	D0	-0.02671 ab	33.85 a	5830 a	665.6	96.2
		I1_V	-0.02790 a	29.14 ac	9203 b		
		I1_M	-0.02197 ab	26.35 bcd	8248 c		
		I1_L	-0.01510 b	19.75 b	9456 b		
		I3	-0.02453 ab	29.50 ad	7194 d		
PR387	1986	D0	-0.02736 a	32.39 a	6245 a	534.6	97.4
		I1_V	-0.02736 a	30.47 b	7834 b		
		I1_M	-0.02736 a	30.23 b	7876 b		
		I3	-0.02736 a	27.06 c	8168 b		
		I4	-0.02736 a	27.81 c	8082 b		
PR387	1987	D0	-0.03371 a	37.64 a	4800 a	716.6	95.4
		I1_V	-0.01937 bc	22.34 b	9077 b		
		I1_M	-0.02241 ac	25.66 bc	8310 bd		
		I3	-0.02899 ac	28.39 bc	8684 bd		
		I4	-0.03113 a	31.20 ac	7875 cd		
PR387	1988	D0	-0.03372 a	42.08 a	4387 a	819.2	96.2
		I1_V	-0.03372 a	35.52 b	7611 b		
		I1_M	-0.03372 a	35.65 b	7766 b		
		I3	-0.03372 a	33.83 b	9383 c		
		I4	-0.03372 a	36.22 b	7708 b		
PR388	1986	D0	-0.02541 a	28.85 a	5181 a	584.4	96.1
		B1_V	-0.02541 a	26.97 ab	5590 ab		
		B1_M	-0.02541 a	26.89 ab	5661 ab		
		B1_L	-0.02541 a	27.22 ab	5595 ab		
		B2	-0.02541 a	25.75 b	6206 b		

PR388	1987	D0	-0.03067 a	33.55 a	4676 a	683.1	95.7
		B1_V	-0.03067 a	32.71 ab	5209 ab		
		B1_M	-0.03067 a	31.11 b	5481 ab		
		B2	-0.03067 a	31.72 ab	5332 ab		
		B3	-0.03067 a	30.79 b	5779 b		
		B1_M_3	-0.03067 a	30.89 b	5872 b		
PR388	1988	D0	-0.03375 a	32.83 a	6304 a	844.1	93.5
		B1_V	-0.03375 a	32.83 a	6820 ab		
		B1_M	-0.03375 a	32.83 a	7148 bc		
		B2	-0.03375 a	32.83 a	6747 ac		
		B3	-0.03375 a	32.83 a	6458 a		
		B1_V_3	-0.03375 a	32.83 a	6602 ac		

Stikstofopbrengst

Proefnummer	jaar	object	A	B	C	SE	R2-adj
PR228	1984	D0	-0.0005658 a	0.9760 a	293 a	21.8	97.3
		I1	-0.0005658 a	0.8721 b	384 b		
		I3	-0.0005658 a	0.8509 b	357 c		
		I4	-0.0005658 a	0.8719 b	345 c		
PR228	1985	D0	-0.0004949 a	1.1251 a	216 a	22.5	98.4
		I1	-0.0004949 a	1.0200 a	296 bc		
		I3	-0.0004949 a	1.0460 a	273 b		
		I4	-0.0004949 a	0.9802 a	306 c		
PR229	1984	D0	0 a	0.9473 a	84 a	18.5	99.1
		I1	0 a	0.9473 a	145 b		
		I3	0 a	0.9473 a	136 b		
		I4	0 a	0.9473 a	117 c		
PR229	1985	D0	-0.0005327 a	1.0610 a	221 a	26.6	97.0
		I1	-0.0005327 a	0.9206 b	319 b		
		I3	-0.0005327 a	0.9798 ab	267 c		
		I4	-0.0005327 a	1.0230 a	244 ac		

PR386	1986	D0	-0.0005917 a	0.8890 a	79 a	15.3	98.1
		I1_V	-0.0005917 a	0.8128 b	178 b		
		I1_M	-0.0005917 a	0.8018 b	159 c		
		I1_L	-0.0005917 a	0.7962 b	131 d		
		I3	-0.0005917 a	0.8438 ab	105 e		
PR386	1987	D0	-0.0006300 a	1.0108 a	212 a	21.4	96.7
		I1_V	-0.0006300 a	0.7905 b	402 b		
		I1_M	-0.0006300 a	0.7493 b	387 b		
		I1_L	-0.0006300 a	0.7600 b	389 b		
		I3	-0.0006300 a	0.8156 b	343 c		
PR386	1988	D0	-0.0001588 a	0.8432 a	148 a	31.6	96.8
		I1_V	-0.0001588 a	0.8432 a	262 b		
		I1_M	-0.0001588 a	0.8432 a	252 b		
		I1_L	-0.0001588 a	0.8432 a	268 b		
		I3	-0.0001588 a	0.8432 a	182 c		
PR387	1986	D0	-0.0003917 a	1.1001 a	160 a	23.4	98.4
		I1_V	-0.0009381 b	1.3730 b	229 b		
		I1_M	-0.0005247 ab	1.1600 ab	242 b		
		I3	-0.0007344 ab	1.0870 a	256 b		
		I4	-0.0007910 ab	1.1740 ab	229 b		
PR387	1987	D0	-0.0006109 a	1.2242 a	87 a	33.2	96.8
		I1_V	-0.0006109 a	1.0610 bc	263 b		
		I1_M	-0.0006109 a	1.1130 b	231 bc		
		I3	-0.0006109 a	1.0050 c	251 b		
		I4	-0.0006109 a	1.0580 bc	209 c		
PR387	1988	D0	-0.0006765 a	1.4450 a	88 a	33.2	97.6
		I1_V	-0.0008136 a	1.3070 a	245 b		
		I1_M	-0.0001129 ab	1.5100 a	226 bc		
		I3	-0.0001344 b	1.5750 a	252 b		
		I4	-0.0001066 ab	1.5080 a	195 c		

PR388	1986	D0	-0.0007311 a	1.1558 a	133 a	25.2	97.4
		B1_V	-0.0007311 a	1.1100 ab	149 ab		
		B1_M	-0.0007311 a	1.0930 ab	156 ab		
		B1_L	-0.0007311 a	1.1010 ab	158 ab		
		B2	-0.0007311 a	1.0400 e	174 b		
PR388	1987	D0	-0.0005589 a	1.0824 a	99 a	32.8	95.6
		B1_V	-0.0005589 a	1.0370 ab	124 ab		
		B1_M	-0.0005589 a	0.9980 ab	148 b		
		B2	-0.0005589 a	1.0030 ab	133 ab		
		B3	-0.0005589 a	0.9681 ab	151 b		
		B1_M_3	-0.0005589 a	0.9971 b	147 b		
PR388	1988	D0	-0.0003483 a	0.8949 a	170 a	28.2	96.4
		B1_V	-0.0003483 a	0.8949 a	192 bc		
		B1_M	-0.0003483 a	0.8949 a	199 c		
		B2	-0.0003483 a	0.8949 a	183 abc		
		B3	-0.0003483 a	0.8949 a	171 a		
		B1_V_3	-0.0003483 a	0.8949 a	175 ab		

a,b,c : Verschillende cijfers betekenen significante verschillen ($p < 0.05$)

Bijlage 16 : Droge-stofopbrengst (kg.ha-1), stikstofopbrengst (kg.ha-1) en stikstofgehalte (%) per snede per proefjaar.

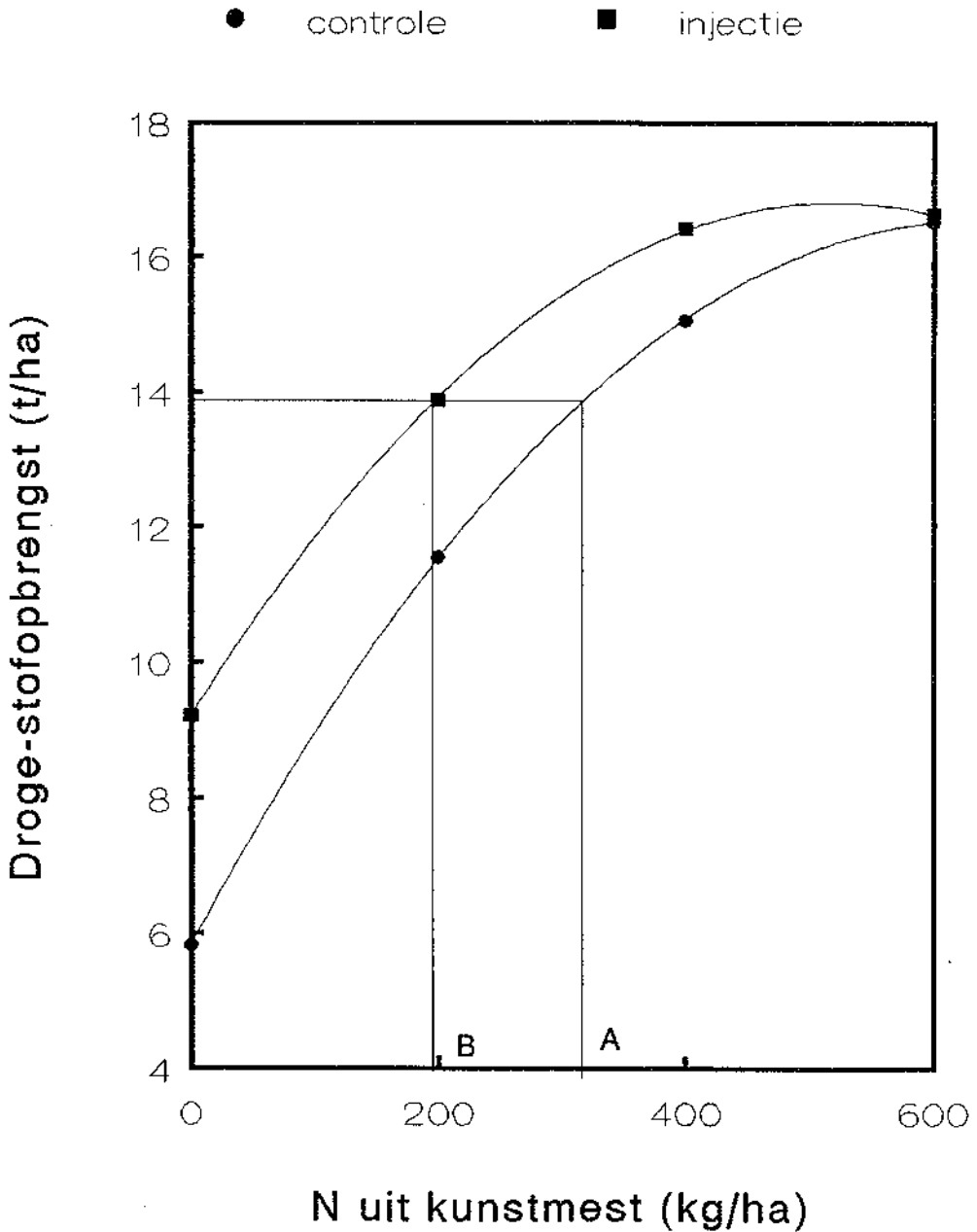
Bijlage 16 is via de auteur op verzoek leverbaar.

Bijlage 17 : Aantal dagen tussen mesttoediening en oogst eerstvolgende snede

Proefnummer	jaar	I1_V	I1_M	I1_L	I2	I3	I4	
PR228	1984	39				24	24	
PR228	1985	36				21	20	
PR229	1984	70				32	29	
PR229	1985	34				27	40	
PR386	1986	67	46	18		56		
PR386	1987	42	20	11		26		
PR386	1988	48	34	20		25		
PR387	1986	44	31			27	25	
PR387	1987	43	23			25	18	
PR387	1988	36	23			25	27	
Proefnummer	jaar	A	B	C				
PR387x	1986	36	44	57				
PR387x	1987	35	43	53				
PR387x	1988	29	36	50				
Proefnummer	jaar	B1_V	B1_M	B1_L	B2	B3	B1_M_3	B1_V_3
PR388	1986	61	40	26	20			
PR388	1987	43	20		23	27		
PR388	1988	51	38		26	32		

Bijlage 18: Voorbeeld berekening stikstofwerking bij gecombineerde toediening

$$\begin{aligned} \text{Werkingscoëfficiënt} &= (A-B) / (\text{N uit rundermest}) \times 100\% \\ &= (119) / (200) \times 100\% = 60\% \end{aligned}$$



Bijlage 19: Stikstofgift (kg.ha-1.jaar-1) waarbij de marginale droge-stofopbrengst 13 kg ds.kg N-1 (N_13) bedraagt plus de bijbehorende droge-stofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1) en stikstofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1).

Proefnummer	jaar	N_13	ds-opbr	N-opname
PR228	1984	166	13003	440
	1985	308	16586	516
PR229	1984	384	15366	447
	1985	263	14217	464
PR386	1986	146	5922	153
	1987	259	13159	431
	1988	390	14970	453
PR387	1986	354	14286	501
	1987	366	14054	453
	1988	431	16261	585
PR388	1986	307	11555	418
	1987	335	12473	399
	1988	294	13037	403

Bijlage 20: Stikstofgift (kg.ha-1.jaar-1) waarbij de marginale droge-stofopbrengst 9 kg ds.kg N-1 (N_9) bedraagt plus de bijbehorende droge-stofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1) en stikstofopbrengst (kg.ha-1.jaar-1).

Proefnummer	jaar	N_9	ds-opbr	N-opbr
PR228	1984	284	14303	525
	1985	366	17225	561
PR229	1984	435	15930	496
	1985	318	14818	505
PR386	1986	225	6795	189
	1987	329	13924	476
	1988	465	15794	506
PR387	1986	427	15091	559
	1987	425	14706	497
	1988	491	16913	634
PR388	1986	385	12421	469
	1987	400	13190	442
	1988	353	13689	443

Bijlage 21: Stikstofwerking (%) bij gecombineerde toediening van kunstmest en drijfmest op basis van de droge-stofproductie (ds) en op basis van de stikstofopname (N) bij een meeropbrengst van 9 kg ds.kg N-1 .

* PR228 en PR229.

	ds			N		
	I1_V	I3	I4	I1_V	I3	I4
PR228						
1984	38	15	18	68	35	27
1985	-25	3	-1	38	25	35
gem	7	9	9	53	30	31
PR229						
1984	-6	32	17	38	39	25
1985	21	40	-36	46	19	10
gem	8	36	10	42	29	17

* PR386 en PR387.

	ds				N					
	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4	I1_V	I1_M	I1_L	I3	I4
PR386										
1986	59	30	-53	-72		112	90	75	-3	
1987	57	51	25	22		90	82	80	59	
1988	73	-4	-50	-17		86	73	80	26	
gem	63	26	-26	-22		96	82	78	27	
PR387										
1986	40	39		* -16		60	54		25	24
1987	18	24		44	46	58	59		48	39
1988	1	20		69	34	39	44		65	36
gem	20	28			21	52	52		46	33

Bijlage 22 : Nitraatgehalte (%) en nitraataccumulatie (kg.ha-1)
per snede per proefjaar.

NIT[i] = Nitraatgehalte in de i-de snede
 JNIT = Nitraatgehalte op jaarbasis
 NITOPBR[i] = Nitraataccumulatie in de i-de snede
 JNITOPBR = Nitraataccumulatie op jaarbasis

resultaten per snede zijn op aanvraag verkrijgbaar.

PR 386 1986

		JNIT			
		NO	N1	N2	N3
STIK					
DRYF					
	DO	0.03	0.07	0.44	0.87
	I1_V	0.28	0.43	1.05	1.42
	I1_M	0.22	0.45	0.94	1.31
	I1_L	0.07	0.21	0.37	1.18
	I3	0.07	0.14	0.46	0.99
		JNITOPBR			
		NO	N1	N2	N3
STIK					
DRYF					
	DO	1	5	43	83
	I1_V	17	38	109	150
	I1_M	13	37	91	129
	I1_L	4	17	34	114
	I3	3	10	41	94

PR386 1987

		JNIT			
		NO	N1	N2	N3
STIK					
DRYF					
	DO	0.06	0.13	0.60	1.28
	I1_V	0.55	0.91	1.50	1.73
	I1_M	0.46	0.88	1.38	1.97
	I1_L	0.58	0.87	1.44	1.72
	I3	0.31	0.57	0.98	1.46
		JNITOPBR			
		NO	N1	N2	N3
STIK					
DRYF					
	DO	5	16	84	184
	I1_V	65	129	224	260
	I1_M	53	120	206	281
	I1_L	68	121	201	254
	I3	34	77	141	210

PR387 1986

	JNIT			
STIK	NO	N1	N2	N3
DRYF				
D0	0.03	0.05	0.47	1.16
I1_V	0.16	0.34	0.86	1.40
I1_M	0.18	0.30	0.83	1.49
I3	0.11	0.31	0.68	1.32
I4	0.09	0.15	0.65	1.24

	JNITOPBR			
STIK	NO	N1	N2	N3
DRYF				
D0	2	6	69	183
I1_V	12	45	134	228
I1_M	14	38	128	244
I3	9	39	99	192
I4	7	19	96	185

PR387 1987

	JNIT			
STIK	NO	N1	N2	N3
DRYF				
D0	0.02	0.02	0.31	0.93
I1_V	0.14	0.30	0.99	1.72
I1_M	0.10	0.21	0.81	1.38
I3	0.09	0.30	0.62	1.18
I4	0.07	0.18	0.47	1.18

	JNITOPBR			
STIK	NO	N1	N2	N3
DRYF				
D0	1	2	45	139
I1_V	12	40	148	266
I1_M	8	27	124	214
I3	8	42	94	177
I4	5	26	68	179

PR 387 1988

	JNIT			
STIK	NO	N1	N2	N3
DRYF				
D0	0.02	0.05	0.42	1.27
I1_V	0.21	0.44	1.09	1.56
I1_M	0.16	0.29	0.89	1.51
I3	0.09	0.28	0.74	1.21
I4	0.05	0.16	0.56	1.30

	JNITOPBR			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	1	5	70	220
I1_V	17	60	174	265
I1_M	12	41	149	250
I3	7	44	129	205
I4	4	24	93	219

PR387X 1986

	JNIT		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	0.04	0.05	0.03
I1_V	0.12	0.17	0.19

	JNITOPB		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	2	3	2
I1_V	11	16	20

PR387X 1987

	JNIT		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	0.02	0.02	0.02
I1_V	0.08	0.04	0.06

	JNITOPBR		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	1	1	1
I1_V	7	4	6

PR387X 1988

	JNIT		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	0.03	0.03	0.03
I1_V	0.11	0.22	0.09

	JNITOPBR		
	A	B	C
MAAITYD			
DRYF			
DO	1	1	1

130

11_V	10	20	9
------	----	----	---

PR388 1986

	JNIT			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	0.02	0.06	0.62	1.35
B1_V	0.03	0.06	0.75	1.54
B1_M	0.03	0.08	0.85	1.52
B1_L	0.03	0.11	0.83	1.30
B2	0.02	0.13	0.82	1.43

	JNITOPBR			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	1	6	79	175
B1_V	2	6	92	195
B1_M	2	8	105	193
B1_L	1	11	100	168
B2	1	14	102	177

PR388 1987

	JNIT			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	0.03	0.03	0.18	0.93
B1_V	0.03	0.03	0.25	0.78
B1_M	0.02	0.04	0.33	0.93
B2	0.02	0.03	0.27	0.81
B3	0.02	0.03	0.32	0.69
B1_M_3	0.02	0.02	0.26	0.81

	JNITOPBR			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	2	3	22	131
B1_V	2	3	34	107
B1_M	1	4	41	124
B2	1	3	34	110
B3	1	3	43	91
B1_M_3	1	2	35	110

PR388 1988

	JNIT			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	0.01	0.12	0.36	1.15
B1_V	0.02	0.02	0.50	1.21
B1_M	0.01	0.02	0.50	1.26
B2	0.04	0.04	0.67	1.21
B3	0.02	0.04	0.55	1.26
B1_V_3	0.02	0.02	0.56	1.18

	JNITOPBR			
	NO	N1	N2	N3
STIK				
DRYF				
DO	1	13	49	170
B1_V	1	2	72	179
B1_M	1	3	70	186
B2	2	5	92	177
B3	1	5	75	179
B1_V_3	1	3	81	172

LIST OF TRANSLATIONS OF TABLES, FIGURES AND APPENDICES

Table 0: Average efficiency index (%) calculated from dry matter yield (DM) and from nitrogen yield (N).

Table 1: Soil types and locations of trials.

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Methode = Method
 Lokatie = Location
 Grondsoort = Soil type
 Injectie = Injection
 Bovengronds = Surface application
 Zand = Sand
 Zavel = Loam

Table 2: Planned application rates (ton.ha⁻¹) of cattle slurry per treatment.

Behandeling = Treatment
 Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year

D0 = Control; no slurry
 I1_V = Injection before the first cut, early
 I1_M = Injection before the first cut, mid
 I1_L = Injection before the first cut, late
 I3 = Injection before the third cut
 I4 = Injection before the fourth cut

B1_V = Surface application before the first cut, early
 B1_M = Surface application before the first cut, mid
 B1_L = Surface application before the first cut, late
 B2 = Surface application before the second cut
 B3 = Surface application before the third cut
 B1_V_3 = Surface application before the first cut, early
 and before the third cut
 B1_M_3 = Surface application before the first cut, mid
 and before the third cut

* = Planned application date, but due to soil conditions changed

Table 3: Actual application rates of N-total from cattle slurry (kg.ha⁻¹).

Behandeling = Treatment
 Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year

Table 4: Dry matter yield of PR387X (kg.ha⁻¹)

Table 5: Nitrogen yield of PR387X (kg.ha⁻¹)

Behandeling = Treatment
 Maaitijd = Cutting date

Table 6: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR228)

Table 7: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR229)

Table 8: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR386)

Table 9: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR387)

Table 10: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR387X)

Table 11: Distribution (%) of dry matter yield increase, relative to DON0, with surface application of cattle slurry (PR388)

Jaar = Year
Behandeling = Treatment
Snedes = Cut

Table 12: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR228)

Table 13: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR229)

Table 14: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR386)

Table 15: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR387)

Table 16: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with injection of cattle slurry (PR387X)

Table 17: Distribution (%) of nitrogen yield increase, relative to DON0, with surface application of cattle slurry (PR388)

Jaar = Year
Behandeling = Treatment
Snedes = Cut

Table 18: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of artificial fertilizer (PR228 and PR229).

Table 19: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of artificial fertilizer (PR386 and PR387).

Table 20: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of artificial fertilizer (PR388).

- Table 21: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of nitrogen from cattle slurry (PR228 and PR229).
- Table 22: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of nitrogen from cattle slurry (PR386 and PR387).
- Table 23: Nitrogen efficiency (kg dry matter/kg nitrogen) and nitrogen recovery (kg nitrogen/kg nitrogen) of nitrogen from cattle slurry (PR388).
- Table 24: Difference (kg nitrogen/kg nitrogen) between maximal N-recovery from the mineral fraction of slurry nitrogen and N-recovery attained from total nitrogen of slurry (PR228 and PR229).
- Table 25: Difference (kg nitrogen/kg nitrogen) between maximal N-recovery from the mineral fraction of slurry nitrogen and N-recovery attained from total nitrogen of slurry (PR386 and PR387).
- Table 26: Difference (kg nitrogen/kg nitrogen) between maximal N-recovery from the mineral fraction of slurry nitrogen and N-recovery attained from total nitrogen of slurry (PR388).
- Table 27: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with separate application of slurry and fertilizer (PR228 and PR229).
- Table 28: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with separate application of slurry and fertilizer (PR386 and PR387).
- Table 29: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with separate application of slurry and fertilizer (PR388).
- Table 30: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with combined application of slurry and fertilizer (PR228 and PR229).
- Table 31: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with combined application of slurry and fertilizer (PR386 and PR387).
- Table 32: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with combined application of slurry and fertilizer (PR388).
- Table 33: Difference in dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), at the highest level of artificial fertilizer, between slurry application and control in the first cut following slurry application (s1) and in the whole year (j) (PR228 and PR229).

- Table 34: Difference in dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), at the highest level of artificial fertilizer, between slurry application and control in the first cut following slurry application (s1) and in the whole year (j) (PR386 and PR387).
- Table 35: Difference in dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), at the highest level of artificial fertilizer, between slurry application and control in the first cut following slurry application (s1) and in the whole year (j) (PR388).
- Table 36: Number of cuts in which the nitrate norm (%) for zero grazing, silage and grazing, were exceeded. Nw represent the effective nitrogen application (PR386).
- Table 37: Number of cuts in which the nitrate norm (%) for zero grazing, silage and grazing, were exceeded. Nw represent the effective nitrogen application (PR387).
- Table 38: Number of cuts in which the nitrate norm (%) for zero grazing, silage and grazing, were exceeded. Nw represent the effective nitrogen application (PR388).
- Table 39: Average efficiency index (%) calculated from dry matter yield and from nitrogen yield. Between brackets the variation.
- Table 40: Average efficiency index (%) calculated from dry matter yield and from nitrogen yield.

Droge stof = Dry matter
 Stikstof = Nitrogen
 Injectie = Injection
 Bovengronds = Surface application
 Zand = Sand
 Zavel = Loam
 Voorjaar = Spring
 Zomer = Summer

- Figure 1: Dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR228 and PR229).
- Figure 2: Dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR386).
- Figure 3: Dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR387).
- Figure 4: Dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR388).
- Figure 5: Nitrogen yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR228 and PR229).
- Figure 6: Nitrogen yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR386).
- Figure 7: Nitrogen yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR387).

- Figure 8: Nitrogen yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR388).
- Figure 9: The proportion (%) in the first cut of the total yield increase following slurry application in relation to the number of days between application and first cut. Calculations are based on dry matter yield (DS) and nitrogen yield (N) (PR386).
- Figure 10: The proportion (%) in the first cut of the total yield increase following slurry application in relation to the number of days between application and first cut. Calculations are based on dry matter yield (DS) and nitrogen yield (N) (PR387).
- Figure 11: The proportion (%) in the first cut of the total yield increase following slurry application in relation to the number of days between application and first cut. Calculations are based on dry matter yield (DS) and nitrogen yield (N) (PR388).
- Figure 12: The proportion (%) in the first cut of the total yield increase following slurry application in relation to the number of days between application and first cut. Calculations are based on dry matter yield (DS) and nitrogen yield (N) (PR387X).
- Figure 13: The effect of nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) on dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR228).
- Figure 14: The effect of nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) on dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR229).
- Figure 15: The effect of nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) on dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR386).
- Figure 16: The effect of nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) on dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR387).
- Figure 17: The effect of nitrogen from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) on dry matter yield ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR388).
- Figure 18: The dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to the nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in the first cut following slurry application (PR228 and PR229).
- Figure 19: The dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to the nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in the first cut following slurry application (PR386).
- Figure 20: The dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to the nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in the first cut following slurry application (PR387).

Figure 21: Nitrate accumulation ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR386).

Figure 22: Nitrate accumulation ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR387).

Figure 23: Nitrate accumulation ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (PR388).

Appendix 1: Results soil Analysis.

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Laag = Depth
 os = Organic matter
 slib = particles < 16 μm
 M-50 = Median of distribution of soil particle size
 P-AL = $\text{mg P}_2\text{O}_5 / 100 \text{ g dry soil}$
 K-getal = $\text{mg K}_2\text{O} / 100 \text{ g dry soil}$ (corrected for organic matter)
 Mg = $\text{mg MgO} / \text{kg dry soil}$

Appendix 2: Botanical composition of trial fields

Appendix 3: Plot area

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Bruto = Gross
 Netto = Nett

Appendix 4: Dates of slurry application

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Voorjaar = Spring
 Snede = Cut

Appendix 5: Actual rates of cattle slurry ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), N-total ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and N-mineral ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) per replicate (1-4).

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Data = Dates
 Werkelijke gift = Actual application rate of cattle slurry
 N-totaal = N-total
 N-mineraal = N-mineral

Appendix 6: Composition of cattle slurry ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Data = Dates
 Ds = Dry matter
 Ras = Crude ash
 N-tot = N-total
 vg = volume weight ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

Appendix 7: Nitrogen application from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$).

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Sneden = Number of cuts

Appendix 8: Date of first nitrogen application from slurry and artificial fertilizer.

Drijfmest = Cattle slurry
 Kunstmest = Artificial fertilizer
 Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Datum = Date
 T-som = Temperature sum

Appendix 9: Fosfate and potassium application from artificial fertilizer ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) before the first cut (sn 1), in the remaining cuts (rest) and total (tot).

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year

Appendix 10: Cutting dates

Proefnummer = Trial code
 Jaar = Year
 Snede = Cut

Appendix 11: Analysis in grass samples per plot (V) or per object (MM).

Ds zv = Dry matter, excluding sand
 Ds zh = Dry matter, including sand
 Zand = Sand
 N-tot = N-total

Appendix 12: Precipitation, potential evaporation and cumulated potential precipitation surplus.

Appendix 13: Weather conditions during and after slurry application.

T_gem = Average temperature
 Stral = Global radiation
 E_ref = Reference (crop) evaporation
 Neerslag op dag = Precipitation on day
 Neerslag - E_pot = Precipitation minus potential evaporation
 Signif. schade = Significant reduction in dry matter yield
 Ja = Yes

Appendix 14: Dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$), nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$) and nitrogen content (%).

DRYF = Slurry treatment
 STIK = Artificial fertilizer treatment
 Droge-stofopbrengst = Dry matter yield
 Stikstofopbrengst = Nitrogen yield
 Stikstofgehalte = Nitrogen content

Appendix 15: Regression models for each year.

Appendix 16: Dry matter yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), nitrogen yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and nitrogen content (%) per cut.

DSOPBR(i) = Dry matter yield in the i-th cut
 JDSOPBR = Dry matter yield per year
 N(i) = Nitrogen content in the i-th cut
 JN = Nitrogen content per year
 NOPBR(i) = Nitrogen yield in the i-th cut
 JNOPBR = Nitrogen yield per year

Appendix 17: Number of days between slurry application and date of following cut.

Appendix 18: Example of calculation efficiency index with combined application of slurry and artificial fertilizer.

Appendix 19: Nitrogen application rate ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$) at which the marginal dry matter yield is equal to 13 kg DM / kg N (N₁₃).

ds-opbr = Dry matter yield
 N-opbr = Nitrogen yield

Appendix 20: Nitrogen application rate ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$) at which the marginal dry matter yield is equal to 9 kg DM / kg N (N₉).

Appendix 21: Efficiency index (%) of nitrogen from cattle slurry relative to nitrogen from artificial fertilizer. The index is calculated from dry matter yield (ds) and nitrogen yield (N) with combined application of slurry and fertilizer at a marginal dry matter yield of 9 kg DM / kg N.

Appendix 22: Nitrate content (%) and nitrate accumulation ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) per cut.

NIT(i) = Nitrate content in the i-th cut
 JNIT = Nitrate content per year
 NITOPBR(i) = Nitrate accumulation in the i-th cut
 JNITOPBR = Nitrate accumulation per year

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.	Prijs
88 Sporen van boterzuurbacteriën in kuilvoer. 1983	10,00
89 Drie keer per dag melken. 1983	10,00
90 Invloed van berijden op produktie en persistentie van grassoorten. 1983	10,00
91 Zomerstalvoeding op een melkveebedrijf. 1983	12,50
92 Conservering en bewaring van eiwitrijke aardappelvezels. 1984	10,00
93 Het vergisten van rundveemest in een propstroom biogasinstallatie. 1984	25,00
94 Graslandgebruikssystemen op het gezinsbedrijf. 1984	25,00
95 Diepe grondbewerking op veengrasland met schalterlaag. 1984	10,00
96 Rendabiliteit van beregening op melkveebedrijven en waterbehoefte van de Gelderse Landbouwgronden. Basisrapport nr. 4. Rendabiliteit van beregening op gezinsbedrijven. 1984	25,00
97 Opname van Engels raaigras, rietzwenkgras, en Italiaans raaigras door melkvee. 1984	12,50
98 Het dikbilfenomeen bij het rund. Literatuuroverzicht met commentaar. 1985	25,00
99 Opbrengst en opname van gras bij verschillende mengsels en zaaizaadhoeveelheden. 1985	25,00
100 Strooisels in de paardenhouderij en arbeidsverbruik bij instrooien en uitmesten. 1986	25,00
101 Produktie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. 1986	45,00
102 Invloed van de afkalfdatum op de voedervoorziening van melkvee. Berekeningen in het kader van een studie naar de bedrijfseconomische gevolgen van verschillende afkalldata. 1986	25,00
103 Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104 Invloed verhoogd grasaanbod op melkproduktie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105 Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106 Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107 De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108 Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109 De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110 Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111 Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112 Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113 Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114 Grasproduktie 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 inkullen van gras. 1989	25,00
118 Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119 Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120 Korrelkeuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121 Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122 Het schaapmodel. 1989	25,00
123 Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124 Grasproduktie 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 Continuagebruik 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 mierezuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131 Vleesproduktie 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

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.