**Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond**

# Toepassing van het stikstofbijmestsysteem in zaaiuien

Research into a split application system in spring sown onions

ir. C.L.M. de Visser

verslag nr. 220
oktober 1996

PROEFSTATION
LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 0320-291111, fax 0320-230479

## INHOUD


SAMENVATTING ..... 4

SUMMARY ..... 6

1. INLEIDING ..... 8

2. MATERIAAL EN METHODEN ..... 11
2.1. Stikstofopname curve ..... 11
2.2. Stikstofbijmestsysteem ..... 11
2.3. Onderzochte varianten van het NBS ..... 12
2.4. N(P)-rijenbemesting in kader van NBS ..... 15
2.5. Waarnemingen ..... 17
2.6. Statistische verwerking ..... 23

3. RESULTATEN ..... 24
3.1. NPK-opname curve en berekening van streefwaarden ..... 24
3.2. Invloed van stikstofbijmestsysteem op gewas- en bodemparameters ..... 36
3.3. Effect van verlaging van streefwaarden ..... 50
3.4. Effect van toediening van de eerste gift als rijenbemesting met N- of NP meststof ..... 58
3.5. Relatie tussen stikstofgift en opbrengst, stikstofbenutting, (berekend) stikstofverlies en $N_{min}$-rest na de oogst ..... 62
3.5.1. Opbrengst ..... 62
3.5.2. Stikstofbenutting, stikstofverlies en $N_{min}$-rest ..... 68

4. DISCUSSIE ..... 74
4.1. Vergelijking adviesgift met NBS op basis van een stikstofbehoefte van 160 kg $ha^{-1}$ en een buffer van 35 kg N $ha^{-1}$ ..... 74
4.2. Verlaging streefwaarden NBS ..... 78
4.3. Advisering volgens $N_{min}$-systeem met $N_{min}$-bepaling na opkomst ..... 79
4.4. N-rijenbemesting ..... 80
4.5. NP-rijenbemesting ..... 81

5. CONCLUSIES ..... 83

6. LITERATUUR ..... 85

BIJLAGEN ..... 89

## SAMENVATTING

In de periode 1991-1994 is in acht veldproeven onderzoek verricht naar de toepasbaarheid van een stikstof bijmest systeem voor zaaiuien. Bij dit systeem wordt de totale mestgift verdeeld over een aantal tijdstippen, waarbij per tijdstip een hoeveelheid wordt gegeven die overeenkomt met een streefwaarde waarop de voorraad minerale stikstof op dat tijdstip in mindering wordt gebracht. Deze streefwaarde is de hoeveelheid stikstof die het gewas tot het volgende tijdstip van bemesting of de oogst nodig heeft vermeerderd met een bodemvoorraad die noodzakelijk is om stikstofopname mogelijk te maken. Voor uien is hierbij uitgegaan van twee of drie tijdstippen van bemesting. De drie gehanteerde tijdstippen waren: vóór de zaai, het 4-bladstadium en het moment van 50% bolvorming. De bijbehorende streefwaarden bedroegen 46, 128 respectievelijk 91 kg N per ha bij bemesting in drie stappen en 46 respectievelijk 184 kg N per ha bij bemesting in twee stappen. Deze wijze van bemesten is vergeleken met vaste giften vóór de zaai en met een onbemest gewas. Bovendien is onderzocht of het voordelen biedt om de eerste gift in vloeibare vorm als rijenbemesting toe te dienen eventueel in combinatie met een toevoeging van een polyfosfaat. Tenslotte is het effect van vermindering van de genoemde streefwaarden onderzocht: een geringere stikstofbehoefte en/of een geringere buffer. Bemesting volgens het stikstof bijmest systeem met genoemde streefwaarden leidde niet tot een betere benutting van de stikstof noch tot een verbetering van de opbrengst of vermindering van de gift of de $N_{min}$-rest na de oogst vergeleken met de huidige adviesgift van 100 kg N per ha vóór de zaai. Een NBS met drie giften bleek geen voordelen te bieden boven een NBS met twee giften: de derde gift bleek gemiddeld erg laag, zodat het NBS in de uitwerking overeen kwam met een NBS met twee giften en verlaagde streefwaarde. Verlaging van de streefwaarden leidde steeds tot een geringere gift en in een aantal gevallen tot een opbrengst die gelijk was aan de opbrengst behaald met de adviesgift. Omdat een duidelijke relatie aanwezig was tussen enerzijds de stikstofgift en anderzijds de stikstofbenutting, de $N_{min}$-rest en het berekend stikstofverlies, kan verwacht worden dat een geringere gift zal leiden tot een geringere stikstofemissie. De hoogte van de stikstofgift (en dus de streefwaarde) vóór de zaai bleek geen invloed te hebben op de begingroei, zodat een startgift niet op een grondbemonstering gebaseerd hoeft te worden. Uiteindelijk bleken perspectieven te bestaan voor een systeem waarbij vóór de

zaai een geringe gift wordt gegeven zonder grondbemonstering (30 kg N $ha^{-1}$) en eind mei/begin juni (maximaal 4-bladstadium) bijbemesting op basis van de hoeveelheid minerale stikstof in de grond wordt gegeven. Deze bijbemesting moet berekend worden als het verschil tussen een streefwaarde van 140 of 110 kg N per ha en de voorraad minerale stikstof in de grond in de laag 0-60 respectievelijk 0-30 cm. De bijbemesting mag niet te laat plaatsvinden om de gevolgen van tijdelijke immobilisatie van de gegeven stikstof het hoofd te bieden. Ook lijkt het inregenen van de stikstof die na opkomst wordt gegeven noodzakelijk indien gedurende een langere tijd na de gift geen regen valt of zal vallen. Het toedienen van de eerste gift als rijenbemesting bood geen voordelen, maar kostte veeleer opbrengst. Wel werd duidelijk dat het toevoegen van circa 80 kg $P_2O_5$ per ha als polyfosfaat kan leiden tot een versnelde begingroei, een hogere opbrengst en/of een sneller afrijpend gewas.

## SUMMARY

Between 1991 and 1994 research in eight field trails was conducted into the applicability of a system for nitrogen split application in spring sown onions. According to this system nitrogen is applied on three occasions at which the amount of nitrogen applied equals the difference between a threshold value and the amount of mineral nitrogen available in the soil. A threshold value is the sum of the nitrogen demand of the crop until the next application or until harvest and a nitrogen buffer that represents the minimum amount of soil nitrogen to enable nitrogen uptake by the crop. In onions this system is verified with two and with three moments of nitrogen application. These three were: before sowing, the 4-leaf stage and 50% bulbing. The corresponding thresholds were 46, 128 and 91 kg N $ha^{-1}$ when three moments of application were considered and 46 and 184 kg N $ha^{-1}$ when nitrogen was applied before sowing and at the 4-leaf stage only. These split application systems were compared with single nitrogen applications of 50, 100 or 150 kg N $ha^{-1}$ before sowing and with an untreated crop. Moreover, research was done on the application of the amount of nitrogen before sowing as a row application with liquid N-fertilizer with or without an addition of polyphosphates. Finally, the effect of reduced threshold values was investigated. Compared to the current advise rate of 100 kg N per ha before sowing, the split application system did not improve the nitrogen recovery rate or the yield, nor did it result in a reduction of the amount of nitrogen applied or the amount of residual soil mineral nitrogen after harvest. A split application system with three application times did not offer adavantages over a system with two application times: the amount of nitrogen applied on the third application time was very low on average. Therefore, a system with three application times comes down to a system with two application times and a lowered threshold value. Lowering threshold values always resulted in a lower amount of nitrogen applied and sometimes in a yield that was comparable to the yield reached with the current advise rate. The results showed a significant relationship between the nitrogen gift on the one hand and nitrogen recovery rate, amount of residual soil nitrogen and apparent nitrogen loss on the other hand that was independent of the application method (single or split applications). Therefore, it can be expected that a reduced amount of nitrogen applied will result in a reduction of (apparent) nitrogen dissappearance. The amount of the nitrogen applied before sowing (range tested: 0-150 kg N $ha^{-1}$) did not influence the

growth of the onion crop up to the 4-leaf stage, which makes soil sampling for mineral nitrogen before sowing needless. The results indicated an alternative method to a single nitrogen dressing before sowing that is based soil mineral nitrogen. In this method a nitrogen dressing is applied before sowing (30 kg N $ha^{-1}$) irrespective of soil mineral nitrogen present and a second amount of nitrogen is applied at the end of May or beginning of June (4-leaf stage at the latest) based on the amount of soil mineral nitrogen present at that time. The second nitrogen dressing should be calculated as the difference between a threshold value of 140 or 110 kg N $ha^{-1}$ and the amount of soil mineral nitrogen in the soil layers 0-60 or 0-30 cm. The second nitrogen dressing should not be applied too late to avoid possible nitrogen shortage as a consequence of temporary nitrogen immobilisation. Overhead irrigation after the second nitrogen application is necessary to improve nitrogen availability to the crop when no rain is falling within a short time after the nitrogen dressing. This alternative method has the advantage to account for the mineralisation in spring and can thus be exepected to lead to a lower total nitrogen application or a higher yield compared to the current advise rate. The nitrogen row application did not offer advantages to broadcast application and seemed to lower yield. The results show that a row application of polyfosfate (about 80 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$) can accelerate juvenile growth rate of the onions and finally result in a higher yield and/or a faster maturing crop.

# 1. INLEIDING

Vóór 1990 was het bemestingsadvies voor zaaiuien gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof in de grond aan het einde van de winter. De geadviseerde hoeveelheid bedroeg 180 minus de minerale stikstof ($N_{min}$) in de laag 0-60 cm. Dit advies was gebaseerd op proeven uitgevoerd in de periode 1978-1982 door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) te Haren in samenwerking met de Stichting Nederlandse Uienfederatie (SNUiF). Nadere bestudering van de resultaten van deze proeven leerde echter dat de relatie tussen de $N_{min}$ en de optimale stikstofgift erg zwak was, zowel voor de laag 0-30 cm als voor de laag 0-60 cm (De Visser et al, 1995). Een vergelijkbare conclusie trokken Geissler et al (1982) op basis van hun onderzoek. Het praktijkadvies werd derhalve veranderd in 100-120 kg stikstof (N) per ha. Deze gift kwam uit eerder onderzoek (Pieters en Koert, 1973) ook gemiddeld als optimaal naar voren. Overigens bleek uit het IB/SNUiF onderzoek dat de optimale gift bij vergelijkbare hoeveelheden $N_{min}$ sterk kon variëren: wanneer op de uitgevoerde proeven een gift van 100 kg N per ha zou zijn gegeven, zou dit hebben geleid tot afwijkingen van de optimale gift variërend van -99 tot 81 kg N per ha. De opbrengstderving zou in deze gevallen gevarieerd hebben van 0,1 tot 2,8 ton per ha. Böttcher en Kolbe (1975) vermeldden optimale giften die eveneens sterk varieerden: van 20 tot 190 kg N per ha.

Theoretisch kan een verklaring voor de gebrekkige relatie tussen $N_{min}$ aan het einde van de winter en de optimale gift als volgt luiden. Uien zijn een traag groeiend gewas (Brewster, 1979), dat derhalve ook pas laat in het groeiseizoen een grote stikstofbehoefte heeft. Zink (1966) vond dat uien halverwege het groeiseizoen pas 15 kg N hadden opgenomen, hetgeen 9% van de uiteindelijke totale opname was. Bij een groeiseizoen van 1 april (zaai) tot 1 september (oogst) zouden uien dus tot half juni slechts een geringe stikstofbehoefte hebben. Wanneer begin maart de grond zou worden bemonsterd, zou de periode tussen grondbemonstering en het moment dat uien veel stikstof nodig hebben, circa 100 dagen bedragen. De periode tussen het moment waarop de stikstof gegeven wordt (1 tot 2 weken voor de zaai) en half juni zal dit aantal dagen bovendien dicht benaderen. In deze ruime periode kunnen de stikstofmineralisatie en de gegeven kunstmeststikstof in de grond sterke veranderin-

gen ondergaan. Daarnaast is het van belang dat uien een beperkt wortelstelsel hebben. Uit onderzoek van Greenwood et al. (1982) kwam naar voren dat 90% van de wortels van uien in de laag 0-18 cm aanwezig waren en dat deze diepte in de loop van het seizoen niet toenam. Dat de bewortelingsdiepte van uien in de loop van het groeiseizoen weinig toeneemt hangt samen met de specifieke groeiwijze van de plant waarbij telkens vanuit de bolstoel nieuwe wortels worden gevormd (DeMason, 1990). Een lage benutting van de gegeven stikstof, zoals gevonden door Greenwood et al. (1989), is hiervan waarschijnlijk het gevolg. Ook prei, een gewas met een vergelijkbare wortelontwikkeling als ui, kent een lage stikstofbenutting (Smit et al., 1995; Greenwood et al., 1989). Smit et al. achtten niet de lage bewortelingsintensiteit van prei in de doorwortelde laag de oorzaak van de lage benutting, omdat deze voldoende lijkt om aan de vraag van de plant te kunnen voldoen. Veeleer zou de oorzaak liggen in de geringe bewortelingsdiepte van het gewas.

Omdat de $N_{min}$-methode geen mogelijkheid biedt om het stikstofaanbod en de vraag naar stikstof zodanig op elkaar af te stemmen dat steeds een optimale opbrengst gecombineerd kan worden met een zo gering mogelijk verlies aan stikstof, is gezocht naar andere methoden die dit ideaalbeeld kunnen benaderen. Gezien de lange periode tussen grondbemonstering cq. stikstofbemesting en stikstofopname door het gewas, lijkt het stikstofbijmest systeem (NBS) perspectieven te bieden. Het NBS gaat uit van meerdere momenten gedurende het seizoen waarop nagegaan moet worden hoeveel stikstof gegeven moet worden. Bij de bepaling van de gift op een zeker moment, wordt uitgegaan van de $N_{min}$ in de grond op dat moment, van de hoeveelheid stikstof die het gewas tot het volgende bemestingsmoment (of tot de oogst) nodig heeft en van een noodzakelijk geacht minimum bodemvoorraad stikstof (buffer). De som van de bodemvoorraad en de toekomstige stikstofbehoefte wordt aangeduid als de streefwaarde waarop de $N_{min}$ in mindering moet worden gebracht om de gift te kunnen berekenen. Een toepassing van dit systeem voor uien is reeds beschreven door Lang (1988), waarin twee tijdstippen van grondbemonstering waren opgenomen: vóór zaai en twee maanden daarna. Lang (1988) adviseerde in het NBS voor uien een buffervoorraad van 35 kg per ha. De hierbij horende streefwaarden voor de zaai en twee maanden na zaai (circa 4-blad stadium) bedroegen 50 respectievelijk 150 kg N per ha. Uitgegaan wordt daarmee van een totale N-behoefte

van 130 kg per ha. De bemonsterde diepte was 0-30 cm voor de zaai en 0-60 cm twee maanden later. Met het NBS kan aldus de mineralisatie in het voorjaar bij de advisering worden betrokken. Omdat de streefwaarde voor de zaai naar verwachting zal resulteren in een lage gift, is in het onderzoek getracht na te gaan in hoeverre het efficiënter is deze gift als rijenbemesting toe te dienen. Daarmee zijn twee van de bemestingsstrategieën in het onderzoek opgenomen, die Smit (1994) geschikt achtte voor gewassen met een geringe stikstofbenutting zoals aardappel, prei en ui. Tenslotte is in het onderzoek nagegaan wat het effect is van de toevoeging van fosfaat aan de rijenbemesting, gezien de resultaten die met een dergelijke toepassing door Brewster et al. (1991) zijn bereikt.

# 2. MATERIAAL EN METHODEN

## 2.1 Stikstofopname curve

Voor onderzoek naar een stikstofbijmest systeem is het nodig te beschikken over een stikstofopname curve. Gegevens om een dergelijke curve samen te stellen zijn verzameld in een proef waarbij zaaitijden vergeleken werden bij diverse plantdichtheden en waarvan de resultaten werden gebruikt voor de ontwikkeling van een groeimodel voor uien (De Visser, 1992). De proef werd uitgevoerd in 1988 te Lelystad met het ras Robusta. Gegevens over het verloop van de stikstofopname werden verzameld op veldjes waarop de uien 28 april waren gezaaid en een plantdichtheid van 97 planten $m^{-2}$ bereikten. In de periode tussen 13 juni en 12 september is op acht dagen de opname aan stikstof bepaald in het loof en in de bol. Daarnaast is in dezelfde proef aan de hand van dezelfde veldjes en monsters het opnamepatroon van fosfaat (P) en kalium (K) waargenomen. De NPK-opnamecurves die op basis van de verzamelde gegevens tot stand zijn gekomen, zijn beschreven in paragraaf 3.1.

## 2.2 Stikstofbijmestsysteem

Het stikstofbijmestsysteem (NBS) is onderzocht in acht veldproeven in de periode 1991-1994. Op het PAGV te Lelystad werden drie proeven aangelegd in de jaren 1991 (PAGV2953), 1992 (PAGV3206) en 1993 (PAGV3510). Eveneens drie proeven werden uitgevoerd op de ROC Van Bemmelenhoeve in de jaren 1992 (BEM899), 1993 (BEM915) en 1994 (BEM940). Tenslotte werd in 1992 één proef aangelegd op het OBS te Nagele (OBS1992) en in 1994 één proef op de ROC Rusthoeve (RH1524). Enige algemene gegevens van de diverse proeven zijn verzameld in tabel 1. De proeven zijn aangelegd als volledig gewarde blokkenproeven. Op zeven proeven is het ras Hysam gebruikt. Op OBS1992 is gebruik gemaakt van Hystar. De uien zijn gezaaid volgens het zgn. beddenteeltsysteem waarbij per bed van 150 cm vijf rijen zijn gezaaid op 27 cm met een afstand van 42 cm tussen de aangrenzende rijen van twee bedden. De veldjes waren steeds 4,5 m breed. De lengte varieerde per

proef en bedroeg op PAGV2953 14 m, op PAGV3206 en BEM899 15 m, op OBS1992 35 m en op de overige proeven 16 m.

Tabel 1. Algemene proefveldgegevens van de acht veldproeven.

| proefveldgegeven | | PAGV 2953 | PAGV 3206 | BEM 899 | OBS 1992 | PAGV 3510 | BEM 915 | BEM 940 | RH 1524 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % afslibbaar | | -[3] | 19 | 31 | 32 | 22 | 30 | 27 | 36 |
| % organische stof | | 3,0 | 2.1 | 2.8 | 3.8 | 2.3 | 2.5 | 3.0 | 2.2 |
| % koolzure kalk | | 5,4 | 5.1 | 10.7 | - | 5.4 | 11.1 | 10.6 | 7.9 |
| Pw-getal | | 46 | 53 | 23 | 25 | 31 | 32 | 33 | 35 |
| K-getal | | 10 | 10 | 24 | 19 | 14 | 21 | 22 | 27 |
| pH-KCl | | - | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.6 | 7.4 |
| voorvrucht[1] | | sb | zg | wt | sb | wt+ | wt | sb | er |
| gift $P_2O_5$ (kg $ha^{-1}$) | | 120 | 0 | 115 | 0 | 158 | 0 | 0 | 0 |
| gift $K_2O$ (kg $ha^{-1}$) | | 100 | 776 | 249 | 0 | 415 | 0 | 210 | 0 |
| zaaidichtheid ($m^{-1}$) | | 34 | 34 | 34 | 29 | 29 | 34 | 32 | 34 |
| dag van zaai | | 28/3 | 21/4 | 23/4 | 14/4 | 9/4 | 13/4 | 29/4 | 25/4 |
| dag oogst | | 19/9 | 1/9 | 16/9 | 10/9 | 7/9 | 20/9 | 30/9 | 29/9 |
| $N_{min}$ voor zaai[2] | | | | | | | | | |
| (kg $^{ha-1}$) | 0-30 cm | 35 | 21 | 17 | 20 | 13 | 14 | 8 | 7 |
| | 30-60 cm | 24 | 50 | 17 | 32 | 8 | 14 | 8 | 6 |

1.Voorvrucht codering: sb = suikerbieten ; zg = zomergerst ; wt = wintertarwe ; wt+ = wintertarwe met grasgroenbemester ; er = erwten.

2.Gemiddelde van een monster van herhaling I en III en van herhaling II en IV.

3.- = onbekend.

## 2.3 Onderzochte varianten van het NBS

In tabel 2 is aangegeven welke NBS-behandelingen in de diverse proeven zijn onderzocht en welke streefwaarden hierbij werden gehanteerd. In alle proeven zijn deze behandelingen vergeleken met onbehandelde veldjes (geen stikstof, code: ONBEH). In zeven proeven zijn veldjes opgenomen met vaste giften vóór de zaai van 50, 100 en 150 kg N per ha. In één proef (OBS1992) zijn de NBS-behandelingen uitsluitend vergeleken met een vaste gift vóór de zaai van 100 kg N per ha. De ob-

jecten met vaste N-giften worden in dit verslag aangeduid met de codering 'VZ50', 'VZ100' en 'VZ150'.

Tabel 2. Lijst van onderzochte NBS-objecten met gehanteerde streefwaarden, buffer en maximale N-opname.

| objectcode[9] | streefwaarden (kg per ha) | | | | buffer | maximale N-opname |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | voor zaai | bij zaai | 4-blad-stadium | bolvorming | | |
| Lelystad, 1991 (PAGV-2953) | | | | | | |
| SV110 | 46 | - | 184 | - | 35 | 160 |
| SV101 | 139 | - | - | 91 | 35 | 160 |
| SV111 | 46 | - | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SR110N | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| SR101N | - | 139 | - | 91 | 35 | 160 |
| SR111N | - | 46 | 128 | 91 | 35 | 160 |
| Lelystad, 1992 (PAGV-3206) | | | | | | |
| SV110 | 46 | - | 184 | - | 35 | 160 |
| SV111 | 46 | - | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SR110NP[2] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| SR111NP[2] | - | 46 | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SR 110N[1] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| SR111N[1] | - | 46 | 128 | 91 | 35 | 160 |
| Wieringermeer 1992 (BEM-899) | | | | | | |
| SV110 | 46 | - | 184 | - | 35 | 160 |
| SV111 | 46 | - | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SV110B0 | 11 | - | 149 | - | 0 | 160 |
| SV111B0 | 11 | - | 93 | 56 | 0 | 160 |
| SV110B0N125 | 9 | - | 116 | - | 0 | 125 |
| SV111B0N125 | 9 | - | 73 | 43 | 0 | 125 |
| Nagele, 1992 (OBS-1992) | | | | | | |
| Sv110B0N125 | 9 | - | 116 | - | 0 | 125 |
| SV111B0N125 | 9 | - | 73 | 43 | 0 | 125 |
| Lelystad, 1993 (PAGV-3510) | | | | | | |
| SV110 | 46 | - | 184 | - | 35 | 160 |
| SV111 | 46 | - | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SV111B0 | 11 | - | 93 | 56 | 0 | 160 |
| SV110B0N125 | 9 | - | 116 | - | 0 | 125 |
| SV111B0N125 | 9 | - | 73 | 43 | 0 | 125 |
| SR110NP[3] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| SR110N[1] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| Wieringermeer 1993 (BEM-915) | | | | | | |
| SV110 | 46 | - | 184 | - | 35 | 160 |

Tabel 2. (vervolg)

| objectcode | streefwaarden (kg per ha) | | | | buffer | maximale N-opname |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | voor zaai | bij zaai | 4-blad-stadium | bolvorming | | |
| SV111 | 46 | - | 128 | 91 | 35 | 160 |
| SV110N125 | 44 | - | 151 | - | 35 | 125 |
| SV111N125 | 44 | - | 108 | 78 | 35 | 125 |
| SV110B0N125 | 9 | - | 116 | - | 0 | 125 |
| SV111B0N125 | 9 | - | 73 | 43 | 0 | 125 |
| SR110 NP[3] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| SR110N[1] | - | 46 | 184 | - | 35 | 160 |
| Wieringermeer (BEM-940) en Colijnsplaat (RH-1524), 1994 | | | | | | |
| SV010 N177 | -[4] | - | 200 | - | 35 | 177 |
| SV010N134 | -[4] | - | 160 | - | 35 | 134 |
| SV01B0N134 | -[4] | - | 125 | - | 0 | 134 |
| SV010B0N107 | -[4] | - | 100 | - | 0 | 107 |
| SR010N177N1 | - | -[5] | 200 | - | 35 | 177 |
| SR010N177N2 | - | -[6] | 200 | - | 35 | 177 |
| SR010N177NP1 | - | -[7] | 200 | - | 35 | 177 |
| SR010N177NP2 | - | -[8] | 200 | - | 35 | 177 |

1) Rijenbemesting uitgevoerd met een oplossing van kalksalpeter (15,5% N).
2) Rijenbemesting uitgevoerd met een oplossing van ammoniumfosfaat (12% N/62 % $P_2O_5$ ) .
3) Rijenbemesting uitgevoerd met een vloeibare NP meststof (4,5% N/ 24,5% $P_2O_5$).
4) Voor de zaai is 30 kg N per ha gegeven, zonder rekening te houden met de bodemvoorraad.
5) Rijenbemesting uitgevoerd met een oplossing van kalksalpeter (15,5% N) waarmee 15 kg N per ha werd gegeven, zonder rekening te houden met de bodemvoorraad.
6) Rijenbemesting uitgevoerd met een oplossing van kalksalpeter (15,5% N) waarmee 30 kg N per ha werd gegeven, zonder rekening te houden met de bodemvoorraad.
7) Rijenbemesting uitgevoerd met een vloeibare NP meststof (4,1% N/21,7% $P_2O_5$ ) waarmee 15 kg N per ha werd gegeven, zonder rekening te houden met de bodemvoorraad.
8) Rijenbemesting uitgevoerd met een vloeibare NP-meststof (12,8% N/29,2% $P_2O_5$ ) waarmee 42 kg N werd gegeven, zonder rekening te houden met de bodemvoorraad.
9) Betekenis codering: SV = NBS met volveldstoepassingen; SR = NBS met rijenbemesting; 110= bemesting voor of bij de zaai en op tijdstip van eerste bijbemesting; 111 = bemesting voor de zaai en op tijdstip van eerste en tweede bijbemesting; 101 = bemesting voor of bij de zaai en op tijdstip van tweede bijbemesting; N/NP = stikstof of stikstof/fosfaat rijenbemesting; B0 = geen buffer gebruikt; Nxxx = uitgegaan van totale N-opname die afwijkt van 160 kg per ha.

In het onderzoek naar het NBS zijn naast de basisbemesting twee tijdstippen van bijbemesting opgenomen. Het eerste tijdstip is het 4-bladstadium, omdat uit de N-opnamecurve duidelijk werd dat de N-behoefte van uien pas na het verschijnen van

het vierde blad sterk toenam. Als tweede tijdstip van bijbemesting is gekozen voor de bolvorming als laatst mogelijke tijdstip van bijbemesting, omdat na de bolvorming nog maar weinig wortels worden gevormd en het wortelstelsel langzaam in omvang afneemt (Kato, 1963 ; Butt, 1968). Het NBS is onderzocht met twee tijdstippen van bijbemesting (hetgeen in de objectcodering aangeduid wordt als '111') of met één tijdstip, waarbij meestal is gekozen voor het eerste tijdstip (4-blad: codering '110') en slechts in één proef (PAGV2953) voor alleen het tweede tijdstip (bolvorming: codering '101'). De N-opnamecurve (zie paragraaf 3.1) geeft een totale N-opname aan van 160 kg per ha. Tussen zaai en het 4-bladstadium is 11 kg stikstof nodig (8%), tussen het 4-bladstadium en 50% bolvorming 93 kg (60%) en tussen 50% bolvorming en eindoogst 56 kg (32%). In combinatie met een buffer van 35 kg N (zoals geadviseerd door Lang, 1988) kunnen dan de streefwaarden zoals vermeld in tabel 2 worden berekend.

Variaties op de streefwaarden van NBS zijn aangebracht door het achterwege laten van de buffer (objectcodering 'B0') of door verandering van de totale N-opname door het gewas (codering met 'Nxxx', waarbij xxx staat voor de N-opname). De N-behoeftes in de perioden tussen zaai en het 4-bladstadium, tussen het 4-bladstadium en 50% bolvorming en tussen 50% bolvorming en de eindoogst bij verandering van de totale N-opname, kunnen dan berekend worden op basis van eerdergenoemde procentuele verdeling van de stikstofbehoefte over deze perioden (8, 60 respectievelijk 32%). Het uitgangspunt hierbij is dus dat de procentuele verdeling niet beïnvloed wordt door de totale maximale stikstofopname.

In 1994 is op basis van de resultaten in voorgaande jaren een vorm van het NBS onderzocht waarbij de basisbemesting niet is berekend op basis van een streefwaarde maar waarbij uitgegaan is van een vaste gift. In de objectcodering is deze vorm aangeduid met '010'.

### 2.4 N(P)-rijenbemesting in kader van NBS

Gezien de te verwachten geringe basisgift is nagegaan of deze gift efficiënter uitgevoerd kan worden in rijenbemesting. De NBS-objecten waarin rijenbemesting is toe-

gepast, zijn aangeduid met de letters 'SR', terwijl de objecten waarbij de basisgift breedwerpig is toegepast aangeduid zijn met 'SV'. De rijenbemesting is uitgevoerd een meststof in vloeibare vorm. Voor de N-rijenbemesting is hiertoe uitgegaan van kalksalpeter (15,5% N) opgelost in water. De vloeibare meststof is toegediend met een spuittank die voor de op trekker gemonteerd werd. Vanuit de tank werd de vloeistof naar de zaaimachine achter op de trekker gevoerd en middels een verdeelstation verdeeld over 5 slangen die elk aangesloten waren op een afgeplatte, 4 mm dikke, buis. Deze buizen waren gemonteerd op het zaaielement tussen de kluitenruimer en een aandrukwiel. Achter het aandrukwiel volgde de zaaikouter. Met deze constructie werd 15 ml water per m rij afgegeven bij een rijsnelheid van 4 km $h^{-1}$ en een spuitdruk van 2 atmosfeer. De afgifte van een oplossing met meststof was geringer en de concentratie van de meststof werd zodanig (op iteratieve wijze) aangepast dat de gewenste gift kon worden verkregen.

Gezien de positieve resultaten van onderzoek naar NP-rijenbemesting (8% N en 24% $P_2O_5$) door Brewster et al. (1991) waarmee 27 kg N en 82 kg $P_2O_5$ per ha werd gegeven, is in 5 proeven de N-rijenbemesting vergeleken met een NP-rijenbemesting. Hierbij werd in 1992 uitgegaan van een oplossing op basis van ammonium fosfaat (12% N, 62% $P_2O_5$). De vereiste concentratie van het zout werd gebaseerd op de gewenste N-gift (op basis van het NBS) en de vloeistofafgifte. Uiteindelijk werd een oplossing met 5,3% N en 27% $P_2O_5$ toegediend. Omdat het zout echter slecht oploste en verstoppingen veroorzaakte, is vanaf 1993 gewerkt met een vloeibare fosfaat meststof die ter beschikking werd gesteld door Hydro Agri Benelux. De meststof bestond uit een mengsel van natriummetahexafosfaat en ammonium-polyfosfaten. Deze zogenaamd gecondenseerde fosfaten worden door hydrolyse afgebroken tot uiteindelijk orthofosfaten die opgenomen kunnen worden door planten. In feite is hier dus sprake van een slow-release meststof. Door ureum toe te voegen is een verhouding N/$P_2O_5$ verkregen die vergelijkbaar is met de verhouding waarmee Brewster et al. (1991) werkten. In 1993 was een meststof met 4,5% N en 24,5% $P_2O_5$ beschikbaar, die bij gebrek aan meststof verdund werd tot een 3,7/19,9% oplossing. Hiermee werd de helft van de vereiste hoeveelheid N (volgens NBS) gegeven. De veldjes met N-rijenbemesting werden van eenzelfde hoeveelheid N voorzien. In 1994 was een vloeibare NP-meststof beschikbaar met 4,1% N en 21,7% $P_2O_5$ en een NP-

meststof met 12,8% N en 29,2% $P_2O_5$. Een groot deel van de stikstof in de laatst genoemde meststof is afkomstig uit ureum. Voor het object met een beoogde rijengift van 15 kg N per ha werd de meststof verdund tot 2,6% N en 13,6% $P_2O_5$ waardoor uiteindelijk 14,4 kg N en 76,0 kg $P_2O_5$ per ha gegeven werd. Voor het object met een beoogde rijengift van 30 kg N per ha is de meststof verdund tot 6,4% N en 14,6% $P_2O_5$, waardoor uiteindelijk 41,8 kg N en 95,3 kg $P_2O_5$ per ha gegeven is.

Bij het toedienen van de rijenbemesting is in 1991, 1993 en 1994 gestreefd naar een plaatsing 4 cm naast de rij en 5 cm onder de rij. In 1992 is gestreefd naar plaatsing van de meststof 5 cm onder het zaad. De gewenste diepte is niet steeds bereikt in gevallen waar de mestkouter door de harde ondergrond omhoog werd geduwd.

## 2.5 Waarnemingen

Op de drie proeven te Lelystad zijn waarnemingen verricht aan het opkomstverloop van de uien door het aantal planten te tellen op vaste telstroken. Een plant werd geacht te zijn opgekomen zodra de kiemplant zichtbaar was. Op PAGV2953 en PAGV 3510 werd geteld op 5 strekkende meters (één meter in elk van de 5 gewasrijen) en op PAGV3206 op één strekkende meter in elk van de drie binnenste rijen van het netto bed. De telstroken lagen langs de diagonaal van het netto bed. Op PAGV2953 werd vijf maal geteld tussen 15 april en 1 mei, op PAGV3206 vier maal tussen 6 en 15 mei en op PAGV3510 vier maal tussen 23 april en 11 mei. Op 21 mei is op BEM899 de plantdichtheid bepaald door per veld het aantal planten te tellen op 3 strekkende meters. Hiervoor zijn de drie binnenste rijen van het netto veld genomen en zijn de waarnemingen uitgevoerd op de diagonaal van het netto veld. Op BEM915 is op 6 mei de plantdichtheid bepaald door in elk van de vijf rijen van het netto veld het aantal planten te tellen op één strekkende meter. De waarnemingen werden diagonaalsgewijs over het netto veld uitgevoerd.

In tabel 3 staan de data vermeld waarop de grond is bemonsterd, de grond is bemest in geval van breedwerpige bemesting en het gewas is bemonsterd. Voor de datums van rijenbemesting wordt verwezen naar tabel 1 (dag van zaai).

Tabel 3. Data van grondbemonstering en (breedwerpig toegediende) N-bemesting vóór de zaai, datums van grondbemonstering, gewasbemonstering en (breedwerpige) bemesting rond de tijdstippen van eerste en tweede bijbemesting alsmede datums van grondmonstername en gewasbemonstering bij de eindoogst.

| datum | PAGV 2953 | PAGV 3206 | BEM 899 | OBS 1992 | PAGV 3510 | BEM 915 | BEM 940 | RH 1524 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| voor zaai: | | | | | | | | |
| - grondmonster | 12/3 | 16/3 | 24/2 | 8/3 | 15/3 | 11/2 | 14/3 | 7/2 |
| - bemesting | 26/3 | 3/4 | 25/3 | 8/4 | 23/3 | 18/3 | 18/4 | 16/2 |
| eerste bijbemesting: | | | | | | | | |
| - grondmonster | 29/5 | 10/6 | 19/6 | 15/6 | 1/6 | 4/6 | 9/6 | 6/6 |
| - gewasmonster | 3/6 | 15/6 | 17/6 | 22/6 | 2/6 | 7/6 | 13/6 | 8/6 |
| - bemesting | 6/6 | 19/6 | 23/6 | 25/6 | 10/6 | 15/6 | 21/6 | 20/6 |
| tweede bijbemesting: | | | | | | | | |
| - grondmonster | 22/7 | 14/7 | 23/7 | 14/7 | 5/7 | 1/7 | 26/7 | 13/7 |
| - gewasmonster | 23/7 | 15/7 | 23/7 | 16/7 | 6/7 | 8/7 | 20/7 | 11/7 |
| - bemesting | 31/7 | 23/7 | 3/8 | 23/7 | 12/7 | -[1] | -[1] | -[1] |
| eindoogst: | | | | | | | | |
| - grondmonster | 23/9 | 7/9 | 17/9 | 15/9 | 20/9 | 21/9 | 10/10 | 23/9 |
| - gewasmonster | 18/9 | 1/9 | 16/9 | 10/9 | 7/9 | 20/9 | 28/9 | 13/9 |

1 - = geen bemesting uitgevoerd.

De meeste grondmonsters zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van nitraat en ammonium ($N_{min}$) door het BLGG te Oosterbeek. Alleen het grondmonster na de oogst in PAGV2953 is geanalyseerd op de aanwezigheid van nitraat met behulp van de nitraat-sneltest (Schlaghecken, 1984). Deze bepaling is uitgevoerd in drievoud.

De grondbemonstering vóór de zaai is steeds uitgevoerd door per twee herhalingen 10 steken (5 per diagonaal) te verzamelen in de lagen 0-30 en 30-60 cm. Voor alle grondmonsters behalve die van PAGV2953, die tijdens de gewasgroei of na de oogst zijn genomen, geldt steeds dat mengmonsters zijn geanalyseerd die gebaseerd waren op twee veldjes waarin elk 10 steken in de lagen 0-30 en 30-60 cm zijn genomen. Hierbij werden steeds de gelijk behandelde veldjes van de eerste en derde en van de tweede en vierde herhaling gemengd. Tijdens de gewasgroei zijn de monsters gestoken in de bruto bedden midden tussen twee gewasrijen. Hiervoor

werden de drie rijen genomen die grensden aan het netto bed. De grondmonsters die kort na de oogst werden genomen om de $N_{min}$-rest te bepalen zijn het resultaat van 10 steken op de diagonalen van het veldje. Hierbij werd niet dichter dan 1 m van de randen van de veldjes bemonsterd. Op PAGV2953, OBS1992, BEM940 en RH 1524 is de grond na de opkomst van het gewas steeds bemonsterd op alle objecten. Op PAGV3206, BEM899. PAGV3510 en BEM915 is de grondbemonstering ten tijde van de eerste en tweede bijbemesting beperkt tot de objecten waarvoor een bijbemesting op basis van het $N_{min}$-cijfer voorzien was. De grondbemonstering ten tijde van de eindoogst is ook op deze proeven op alle objecten uitgevoerd.
In de proef te Lelystad in 1992 (PAGV3206) zijn behalve kort na de oogst (7 september) ook grondmonsters genomen op 30 oktober. Bovendien zijn op OBS1992 aanvullende grondmonsters genomen op 28 oktober. Om een indruk te krijgen van de horizontale verdeling van de minerale stikstof zijn op vier proeven extra grondmonsters genomen tussen en zo dicht mogelijk bij de gewasrijen. Dit is uitgevoerd in de drie proeven te Lelystad en op BEM899. Op PAGV2953 is de laag 0-30 cm bemonsterd op de onbehandelde en de met 100 kg N per ha vóór de zaai bemeste veldjes in de eerste en tweede herhaling. In de andere drie proeven zijn de lagen 0-30 en 30-60 cm bemonsterd bij dezelfde behandelingen (ONBEH en VZ100). Op PAGV3510 is deze bemonstering uitsluitend uitgevoerd op de eerste herhaling, terwijl op de andere twee proeven (PAGV3206 en BEM899) van de genoemde behandelingen mengmonsters van twee herhalingen zijn genomen. Om een indruk te krijgen van de variabiliteit van de monstername op de veldjes met rijenbemesting zijn op PAGV2953 op de (twaalf) veldjes met rijenbemesting (drie objecten, 4 herhalingen) twee extra monsters genomen in de laag 0-30 cm.

De breedwerpige bemesting is steeds uitgevoerd met kalkammonsalpeter (27% N). De meststof die gebruikt is bij de rijenbemesting is reeds eerder vermeld.

Op drie tijdstippen gedurende het seizoen werd het gewas op elk veldje bemonsterd. Het eerste en het tweede gewasmonster werden genomen ten tijde van de eerste respectievelijk tweede bijbemesting. Kort voor de eind- of praktijkoogst werd een laatste monster genomen. De monsters werden alle van het netto bed genomen. Tussen de achtereenvolgens bemonsterde oppervlakten werd een onderlinge af-

stand van 0,25 m aangehouden. Aan de monsters werd de hoeveelheid geproduceerde drogestof in het groene loof en de bol (+hals) bepaald na droging gedurende 48 uur bij 70°C. Van het materiaal geoogst vóór de eindoogst op PAGV2953 bleek de bol onvolledig gedroogd, zodat het gemeten drogestofgehalte onbetrouwbaar was. Voor de berekening van de drogestofproduktie is voor deze bemonstering uitgegaan van het drogestofgehalte in de bol gemeten bij de eindoogst (zie verder). Indien dood loof aanwezig was is de hoeveelheid drogestof in het dode loof eveneens bepaald. Bij elk van de bemonsteringen is de plantdichtheid bepaald. Van het groene loof bij het eerste en tweede gewasmonster is de bladoppervlakte bepaald met een LI-3100 oppervlakte meter. Aan 10 (PAGV2953) of 20 (overige proeven) aselect gekozen planten van het eerste gewasmonster is het aantal bladeren bepaald. Aan het tweede gewasmonster is van 15 planten per monster bepaald of ze al dan niet in bolvorming zijn. Deze waarneming is uitgevoerd zoals beschreven door De Visser (1992). Om de hoeveelheid opgenomen stikstof op elk van de tijdstippen van bemonstering te kunnen berekenen, is het gehalte aan stikstof van de bovengronds geproduceerde drogestof bepaald. Alleen bij de laatste gewasbemonstering op PAGV 2953 is de bepaling van het totaal stikstofgehalte beperkt tot de bol+hals. De bepalingen zijn steeds uitgevoerd op mengmonsters per twee herhalingen, analoog aan de grondmonsters en zijn uitgevoerd door het BLGG te Oosterbeek. Het totaal stikstofgehalte is de som van de organisch gebonden stikstof en nitraat stikstof. De hoeveelheid nitraat stikstof is bij uien overigens slechts een beperkt deel van de totale hoeveelheid stikstof. Greenwood et al. (1992) vonden in het loof van tweedejaars plantuien in juni nitraatconcentraties van rond de 3 g $kg^{-1}$ drogestof, terwijl het totale gehalte aan stikstof in de bovengrondse drogestof op dat tijdstip tussen de 40 en 50 g $kg^{-1}$ lag. Buwalda & Freeman (1987) vonden nitraatconcentraties in het loof van uien die in de loop van het seizoen daalden van 0,5 naar 0,2 g $kg^{-1}$ drogestof, terwijl in de bovengrondse drogestof het totaal stikstofgehalte daalde van 50 naar 20 g $kg^{-1}$. De omvang van de gewasmonsters verschilde tussen proeven en oogsttijdstippen. Ten tijde van de eerste bijbemesting werd op zeven van de acht proeven een monster genomen van 1 x 1,5 $m^2$ van het netto bed. Op PAGV 2953 werd 1,5 x 1,5 $m^2$ geoogst. In 1993 en 1994 werd ten tijde van de tweede bijbemesting 1 x 1,5 $m^2$ bemonsterd, op PAGV2953 en op PAGV3206 0,5 x 1,5 $m^2$ en op BEM899 en OBS1992 0,75 x 1,5 $m^2$. Voor de derde gewasbemonstering werd op de meeste proeven 1 m

van het netto bed (1,5 m) geoogst. Op PAGV2953 en PAGV3206 werd op dat tijdstip 0,5 respectievelijk 0,75 m van het netto bed gerooid.

Er werd naar gestreefd om de eindoogst (praktijkoogst) uit te voeren rond het moment dat 50% van het loof was afgestorven. Indien weersomstandigheden dit niet toelieten, is later geoogst. Alvorens te rooien is het loof machinaal geklapt. De gerooide uien zijn in het zwad gelegd, opgeraapt en ingeschuurd voor een droging bij 30°C. Deze werkzaamheden zijn alle op dezelfde dag uitgevoerd. Alleen uien op het netto bed werden gerooid. Van dit netto bed is op PAGV2953 7,5 m gerooid, op PAGV3206, BEM899, BEM940 en RH1524 8 m en op OBS1992 en PAGV3510 9 m. Het kunstmatig drogen van de uien is gestopt op moment dat de halzen van de uien droog waren. Vervolgens zijn de uien bewaard bij omgevingstemperatuur tot het moment van verdere verwerking. Allereerst zijn grond en tarra verwijderd. De tarra bestond uit rotte uien en dikhalzen. Het aantal uien in de tarra werd geteld. De gezonde uien werden gewogen. Vervolgens zijn per veld bij de meeste proeven twee bewaarmonsters van circa 15 kg afgewogen. Alleen in 1994 is slechts één bewaarmonster gemaakt bij gebrek aan uien als gevolg van de lage opbrengst. Naast de bewaarmonster(s) is een sorteermonster van circa 30 kg afgewogen. De uien zijn gesorteerd in de maten <28 mm, 28-35 mm, 35-40 mm, 40-55 mm, 55-60 mm en 60 mm opwaarts. Het aantal uien in de sorteermaten is geteld. Behalve van BEM940 is van de gesorteerde uien het drogestofgehalte bepaald. Daartoe is per veld uit het totaal van gesorteerde uien een monster van circa 5 kg genomen, waarvan uiteindelijk 2 monsters van elk 450 g gedroogd zijn bij 70°C gedurende 48 uur.

De bewaarmonsters zijn bewaard op de ROC Rusthoeve te Colijnsplaat in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling. In maart zijn de uien gewogen om het gewichtsverlies tijdens bewaring te kunnen berekenen. Vervolgens is met de huidvastheidstest het gewicht kale uien bepaald (Hak & Hooghiemstra, 1983). Aan een monster van 30 uien is bovendien de harheid bepaald met een harheidsmeter zoals beschreven door Hak en Ludwig (1988).

In RH1524 is op 21 juni van 15 planten per veld de bladlengte van de groene bladeren gemeten. Op 1 juli in RH1524 en op 28 juni in BEM940 is de lengte van het

langste blad van eveneens 15 planten per veld gemeten. Hierbij werd gemeten aan vijf achtereenvolgende planten op elk van de drie binnenste rijen van het netto bed.

Om na te gaan of verschillen ontstonden in gewasontwikkeling als gevolg van de behandelingen is op zeven proeven het percentage gestreken loof en op vier proeven het percentage afgestorven loof op diverse data geschat. Alleen in OBS1992 zijn geen waarnemingen aan het strijken of afrijpen verricht. De periode waarin en het aantal malen dat geteld werd staan vermeld in tabel 4.

Tabel 4. Periode per proef waarin en aantal malen dat een schatting is gemaakt van het percentage gestreken loof en het percentage dood loof.

| proef | gestreken loof | dood loof[1] | | |
|---|---|---|---|---|
| | periode | aantal maal | periode | aantal maal |
| PAGV2953 | 14/8 - 31/8 | 9 | 3/9 - 12/9 | 3 |
| PAGV3206 | 1/8 - 31/8 | 19 | 21/8 - 31/8 | 7 |
| BEM899 | 17/8 - 31/8 | 2 | - | - |
| PAGV3510 | 9/8 - 31/8 | 7 | 9/8 - 31/8 | 7 |
| BEM915 | 17/8 - 6/9 | 4 | 17/8 - 6/9 | 4 |
| BEM940 | 29/8 - 5/9 | 2 | - | - |
| RH1524 | 11/8 - 13/9 | 6 | - | - |

1 - = geen waarnemingen verricht.

In de proef PAGV3206 is op 8 juli per veld 8 maal met een telemetrische lichtmeter de hoeveelheid fotosynthetisch actief licht (PAR, 400-700 nm) boven en onder het gewas bepaald.

Uurlijkse metingen van de temperatuur zijn verricht op 150 cm. Dagelijkse hoeveelheden neerslag zijn geregistreerd.

Per proef is van de uitgevoerde teeltmaatregelen in Bijlage A een overzicht opgenomen.

## 2.6 Statistische verwerking

De gegevens zijn verwerkt met het statistische pakket GENSTAT 5 Release 3.1 (Payne et al., 1994). De gegevens zijn geanalyseerd per proef en voor de gemeenschappelijke behandelingen over de proeven heen. In het verslag is vooral gebruik gemaakt van de gemeenschappelijke analyses. De resultaten betreffende de stikstofgiften, de $N_{min}$-cijfers, N-gehaltes, N-opnames en de opbrengst zijn voor elke proef afzonderlijk de bijlagen opgenomen. Indien in een proef de waarnemingen werden beïnvloed door externe factoren en deze invloed niet gelijkelijk was verdeeld over de veldjes, is een schatting gemaakt van het belang van deze externe factor zodat met covariantie-analyse met de invloed hiervan in die betreffende proef rekening gehouden kon worden. Bij de gemeenschappelijke analyse zijn de veldjes die beïnvloed waren door zo'n externe factor niet meegenomen.
Bij de analyses van de resultaten van PAGV2953 is als volgt rekening gehouden met de gevolgen van wateroverlast (dichtslaan van de grond, slechte groei van het gewas), waarmee vanaf begin juli enkele veldjes geconfronteerd werden. Allereerst is de mate van wateroverlast per veldje in augustus geschat aan de hand van een schaal van 1 tot 3 (geen, matige of ernstige schade). Vervolgens zijn de veldjes met ernstige schade bij de analyses buiten beschouwing gelaten. Dit betrof vier veldjes, nl. twee onbehandelde veldjes, één veldje met de codering VZ50, en één veldje met de codering SR111N. Van de overige 36 veldjes in die proef vertoonden 5 veldjes met de volgende codering een matige schade: SV111, ONBEH, VZ100, SR111N en SV101. De gegevens van de veldjes zonder of met een matige schade door wateroverlast, zijn, voor zover het gegevens betrof die dateerden van na begin juli, behalve via variantie-analyse ook via covariantie-analyse (mate van wateroverlast als covariable) geanalyseerd. Alleen bij significantie van de covariabele zijn de gegevens van de covariantie-analyse gebruikt; in andere gevallen is de variantie-analyse gehanteerd.

# 3. RESULTATEN

Dit hoofdstuk is verdeeld in een aantal paragrafen. In de eerste paragraaf worden de resultaten besproken van de waarnemingen die in 1988 te Lelystad zijn uitgevoerd aan een uiengewas op basis waarvan een stikstofopnamecurve vastgesteld kon worden. Ook zal in deze paragraaf uiteen worden gezet hoe de streefwaarden die in het onderzoek zijn gebruikt berekend worden en zal worden aangegeven hoe met deze streefwaarden is gewerkt. In de tweede paragraaf wordt verslag gedaan van de invloed van de vaste stikstofgiften alsmede het NBS met 2 en 3 giften, op gewas- en bodemparameters. In de derde paragraaf wordt ingegaan op het effect van verlagen van de streefwaarden. De vierde paragraaf is gewijd aan de invloed van N- en NP-rijenbemesting in het kader van het NBS. In de vijfde paragraaf wordt een vergelijking gemaakt tussen de invloed van eenmalige giften voor de zaai en gedeelde stikstofbemesting op opbrengst, het (berekend) stikstofverlies, stikstofbenutting en $N_{min}$-rest na de oogst.

## 3.1 NPK-opname curve en berekening van streefwaarden

In de figuren 1 en 2 is de opname van stikstof, fosfaat en kalium gedurende het seizoen uitgezet tegen de temperatuursom boven 6°C vanaf 50% opkomst respectievelijk het aantal dagen na 50% opkomst. In de figuren zijn zowel de opnamen in de bol+hals weergegeven als ook de opnamen in de totale bovengrondse produktie. De stikstof vastgelegd in het wortelstelsel is derhalve buiten beschouwing gebleven. De curves in de figuren 1 en 2 zijn gefit met een logistische curve met de volgende algemene vergelijking:

$$Y = a + \frac{c}{1+e^{-b*(X-m)}} \quad (1)$$

waarin a, b, c en m constanten zijn, Y de nutriëntopname en X de tijd. In tabel 5 zijn de waarden van de parameters opgenomen bij verschillende Y- en X-variabelen. In het gewas waarin de metingen zijn verricht, kon de temperatuursom ten tijde van het 4-bladstadium na lineaire interpolatie tussen twee waarnemingen geschat worden op 327°Cd. Met behulp van de constanten in tabel 5 kan berekend worden dat op dit

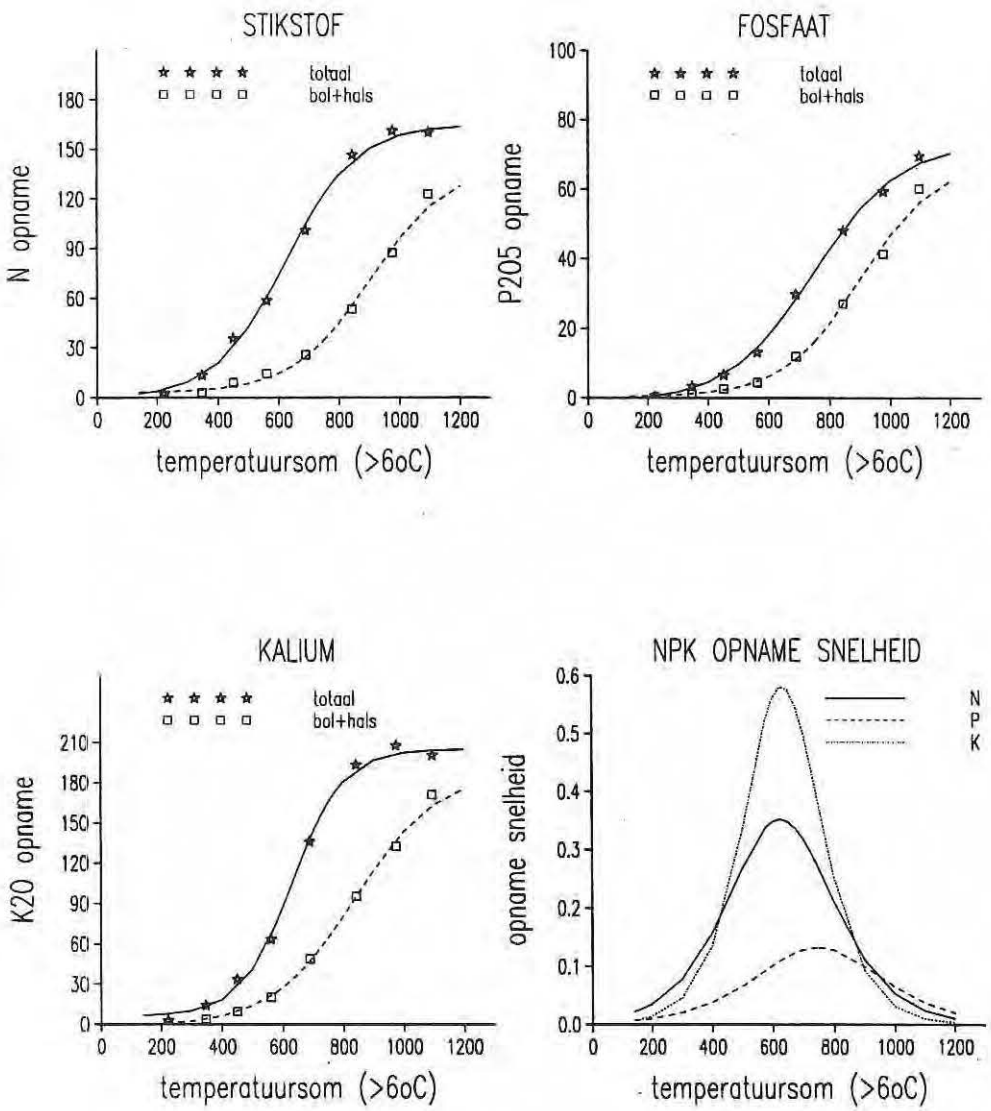
Tabel 5. Schattingen van de constanten en hun standaard fouten van een logistische curve (1) als vergelijking voor de relatie tussen opname van stikstof, fosfaat en kalium enerzijds (afhankelijke variabelen) en dagen en temperatuursom (>6°C) na opkomst anderzijds (onafhankelijke variabelen).

| afhankelijke variabele | | onafhankelijke variabele[1] | schatting constante | | | | schatting standaard afwijking | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c | m | a | b | c | m |
| opname stikstof (N) | bol+hals | dagen | 3,90 | 0,0902 | 123,60 | 97,0 | 3,32 | 0,0131 | 6,48 | 1,90 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 2,91 | 0,00779 | 137,20 | 903,8 | 3,60 | 0,00142 | 12,9 | 27,7 |
| opname stikstof (N) | bovengrondse delen | dagen | 3,07 | 0,0921 | 160,81 | 73,1 | 5,56 | 0,0115 | 7,46 | 1,47 |
| | | temperatuursom (>6°C) | -0,33 | 0,00853 | 165,15 | 624,5 | 5,56 | 0,00097 | 7,59 | 13,6 |
| opname fosfaat ($_{P2O5}$) | bol+hals | dagen | 0,67 | 0,0893 | 61,75 | 96,77 | 1,70 | 0,0131 | 3,29 | 1,94 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 0,27 | 0,00781 | 68,20 | 901,2 | 1,76 | 0,00139 | 6,23 | 26,8 |
| opname fosfaat ($P_2O_5$) | bovengrondse delen | dagen | -0,07 | 0,08080 | 70,67 | 83,64 | 1,49 | 0,00687 | 2,33 | 1,16 |
| | | temperatuursom (>6°C) | -1,31 | 0,00709 | 74,68 | 747,5 | 1,72 | 0,00068 | 3,28 | 13,1 |
| opname kalium ($K_2O$) | bol+hals | dagen | 0,41 | 0,08301 | 174,96 | 91,08 | 3,97 | 0,00878 | 6,98 | 1,46 |
| | | temperatuursom (>6°C) | -1,56 | 0,00718 | 189,8 | 837,4 | 4,28 | 0,00088 | 11,4 | 18,1 |
| opname kalium ($K_2O$) | bovengrondse delen | dagen | 8,36 | 0,1255 | 196,46 | 73,80 | 5,23 | 0,0156 | 7,11 | 1,09 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 6,06 | 0,01169 | 198,95 | 632,4 | 5,03 | 0,00129 | 6,78 | 10,2 |

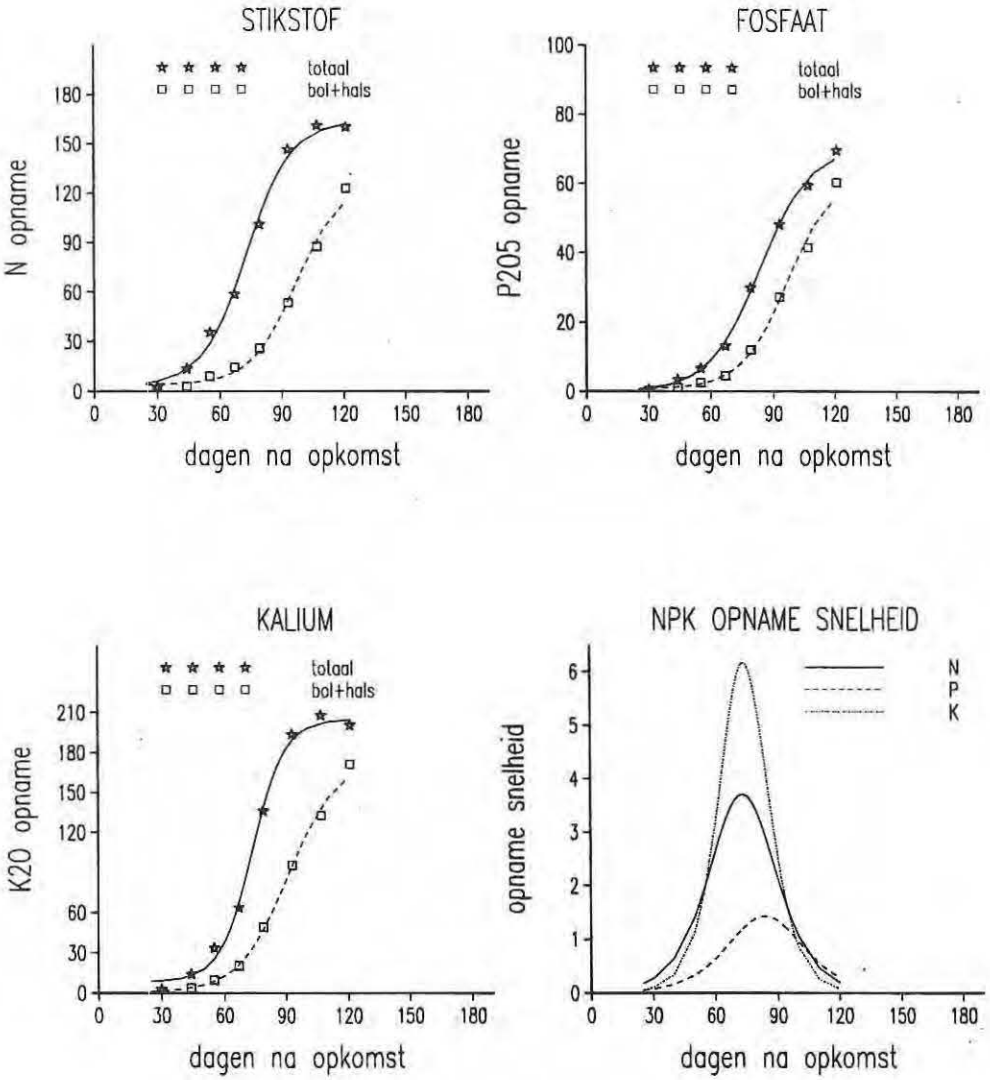
Opmerking: [1] 'dagen' en 'temperatuursom'vanaf de dag van 50% opkomst.

tijdstip het gewas 11 kg N $ha^{-1}$ opgenomen had. Gemeten in aantal dagen na opkomst, vond het moment van het 4-bladstadium 42 dagen na opkomst plaats. Gebruik makend van tabel 5 kan berekend worden dat het gewas op dat tijdstip 12 kg N $ha^{-1}$ had opgenomen. De stikstofopname in de bovengrondse delen van het jonge gewas kan ook direct gerelateerd worden aan het aantal verschenen bladeren. Deze relatie is afgebeeld in figuur 3 en is gebaseerd op waarnemingen tot en met 20 juli (67 dagen na opkomst en bij 10% bolvorming) aangevuld met een stikstofopname van 0 kg $ha^{-1}$ bij 0 bladeren. De relatie is derhalve gefit met 5 getallenparen waarvan in het figuur de eerste 4 zijn opgenomen. De waarneming bij 8,2 bladeren is weggelaten, omdat de relatie slechts van belang is tot ongeveer het 4-bladstadium. Volgens deze relatie wordt de stikstofopname in de bovengrondse drogestof bij achtereenvolgens het 1-, 2-, 3-, 4- en 5-bladstadium geschat op 0,4, 1,7, 4,7, 10,8 en 21,5 kg $ha^{-1}$. Voor het vaststellen van de streefwaarde voor de eerste bemesting in het kader van het NBS is gekozen voor de benadering van figuur 3. Dit heeft twee redenen. Op de eerste plaats blijkt uit de figuren 1 en 2 dat de stikstofopname door het gewas op basis van de 'temperatuursom' of het 'aantal dagen na opkomst' overschat wordt bij gewassen met minder dan 4 verschenen bladeren (327°Cd of 42 dagen na opkomst). Op de tweede plaats moet ten tijde van de eerste bijbemesting een schatting worden gemaakt van de stikstofopname door het gewas indien besloten wordt te bemesten bij een jonger gewas. In zo'n geval moeten streefwaarden immers worden aangepast. Met figuur 3 lijken ook juiste schattingen bij minder ver ontwikkelde gewassen gemaakt te kunnen worden.

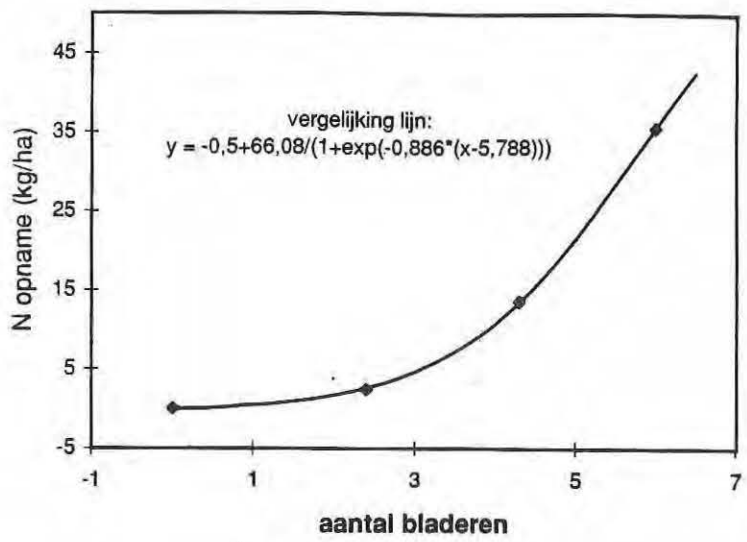
Naast de stikstofopname bij het 4-bladstadium, zijn voor de ontwikkeling van het NBS ook de stikstofopname ten tijde van de bolvorming en bij de oogst nodig. Het moment van 50% bolvorming trad 79 dagen of 689°Cd na opkomst op. Met hulp van (1) en de parameters uit tabel 5 kan berekend worden dat op dat moment 104 kg N vastgelegd was in de bovengrondse drogestof. Bij de eindoogst werd 160 kg N $ha^{-1}$ in de bovengrondse delen waargenomen. Op basis van deze gegevens kunnen de stikstofbehoeften worden vastgesteld zoals vermeld in tabel 6. De lage stikstofbehoefte tot het 4-bladstadium (7%) wordt onderstreept door onderzoek van Zink (1966), die bij onderzoek aan witte uien aantoonde dat halverwege het groeiseizoen nog slechts 15% van de uiteindelijke stikstofhoeveelheid was opgenomen.




Figuur 1. Verloop van de opname door zaaiuien van stikstof, fosfaat en kali in de totale drogestof en de drogestof in bol+hals alsmede opnamesnelheid van deze mineralen in de totale drogestof gedurende het seizoen 1988 te Lelystad, gemeten in de temperatuursom vanaf 50% opkomst.




Figuur 2. Verloop van de opname door zaaiuien van stikstof, fosfaat en kali in de totale drogestof en de drogestof in bol+hals alsmede opnamesnelheid van deze mineralen in de totale drogestof gedurende het seizoen 1988 te Lelystad, gemeten in het aantal dagen na 50% opkomst.




Figuur 3. Relatie tussen het aantal bladeren en de stikstofopname gebaseerd op waarnemingen verricht aan een gewas te Lelystad in 1988. De standaardfouten van de parameters genoemd in de vergelijking zijn achtereenvolgens: 0,23, 0,74, 0,020 en 0,0285.

Lang (1988) ging uit van stikstofbehoeften van 15 kg N $ha^{-1}$ tot eind mei en van 85 kg N $ha^{-1}$ voor de rest van het teeltseizoen, hetgeen neerkomt op een totale stikstofbehoefte van 100 kg $ha^{-1}$. Het gewas waarop deze cijfers waren gebaseerd bracht 50 ton $ha^{-1}$ op hetgeen neerkomt op 2 kg N $ton^{-1}$ versgewicht. Onze groeicurve is gebaseerd op een veldgewicht van 91 ton $ha^{-1}$, hetgeen neerkomt op 1,8 kg N $ton^{-1}$ verse massa. Overigens kwam deze opbrengst aan veldgewicht na verwijderen van de tarra (uien kleiner dan 28 mm, dikhalzen en rotte uien) en na 5 dagen droging bij 30 °C (ademhalingsverlies) neer op een (marktbare) opbrengst van 67 ton $ha^{-1}$. Bovenvermelde gegevens maken duidelijk dat voor gewassen die een lage opbrengst realiseren het NBS met de genoemde streefwaarden wellicht tot overbemesting zal leiden met als mogelijk gevolg meer stikstofverliezen.

Bij het hanteren van de streefwaarden genoemd in tabel 2 is rekening gehouden met bemestingstijdstippen die enigszins afwijken van de standaard tijdstippen: het 4-bladstadium en het moment van 50% bolvorming. Voor het berekenen van een

streefwaarde voor bemestingstijdstip i ($STREEFW_i$) is gebruik gemaakt van de volgende formule:

$$STREEFW_i = 0.01*NTOT*(NSTAND_i - OPNAME_i + NOPSTAND_i) + BUFFER(2),$$

waarin:

| | |
|---|---|
| $NSTAND_i$ = | standaard stikstofbehoefte voor komende periode (%); |
| NTOT = | verwachte totale stikstofbehoefte in bovengrondse delen zoals vermeld in tabel 2 (kg $ha^{-1}$); |
| $OPNAME_i$ = | geschatte gerealiseerde stikstofopname op bemestingstijdstip i (%); |
| $NOPSTAND_i$ = | standaard stikstofopname op bemestingstijdstip i (%); |
| BUFFER = | buffervoorraad (kg $ha^{-1}$). |

De (procentuele) standaard stikstofbehoefte ($NSTAND_i$) kan afgelezen worden uit tabel 6. De standaard stikstofopnamen vóór de zaai, bij het 4-bladstadium en op het moment van 50% bolvorming ($NOPSTAND_i$) bedragen 0, 7 respectievelijk 65% van de verwachte totale stikstofbehoefte (berekend als 0, 11 en 104 kg N $ha^{-1}$ bij een totale behoefte van 160 kg $ha^{-1}$). De gerealiseerde opname ten tijde van het eerste tijdstip van bijbemesting kan geschat worden door de stikstofopname af te lezen uit figuur 3 op basis van een waarneming van het gemiddeld aantal verschenen bladeren. De gerealiseerde stikstofbehoefte ten tijde van het tweede tijdstip van bijmesting kan afgelezen worden uit figuur 1 (zie ook tabel 5). $OPNAME_i$ kan nu berekend worden als de procentuele waarde van deze schattingen ten opzichte van de totale stik-

Tabel 6. Stikstofbehoefte in diverse perioden bij een totale stikstofbehoefte in de bovengrondse drogestof van 160 kg $ha^{-1}$.

| periode | | N-behoefte | |
|---|---|---|---|
| van | tot | kg $^{ha-1}$ | % t.o.v. 160 kg $ha^{-1}$ |
| zaai | 4-bladstadium | 11 | 7 |
| 4-bladstadium | 50% bolvorming | 93 | 58 |
| 50% bolvorming | eindoogst | 56 | 35 |
| zaai | 50% bolvorming | 104 | 65 |
| 4-bladstadium | eindoogst | 149 | 93 |

stofbehoefte van het gewas waarop ze betrekking hebben (160 kg $ha^{-1}$). Als buffervoorraad is gekozen voor 35 kg N $ha^{-1}$ (Lang, 1988). De streefwaarden vermeld in tabel 2 kunnen uitgerekend worden onder de aanname dat $OPNAME_t$ gelijk is aan $NOPSTAND_t$.

De stikstofgift op een bepaald tijdstip kan vervolgens berekend worden als het verschil tussen de streefwaarde die hierbij hoort en de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof in de grond in de vorm van nitraat of ammonium. Lang (1988) bemonsterde in het kader van het NBS de grond vóór de zaai in de laag 0-30 cm en na opkomst in de laag 0-60 cm. Deze bemonsteringsdiepten zijn in ons onderzoek eveneens gehanteerd.

In de figuren 1 en 2 zijn behalve de cumulatieve NPK-opnamen ook de opnamesnelheid van NPK weergegeven gedurende het seizoen. Deze curves zijn tot stand gekomen na differentiatie van vergelijking (1):

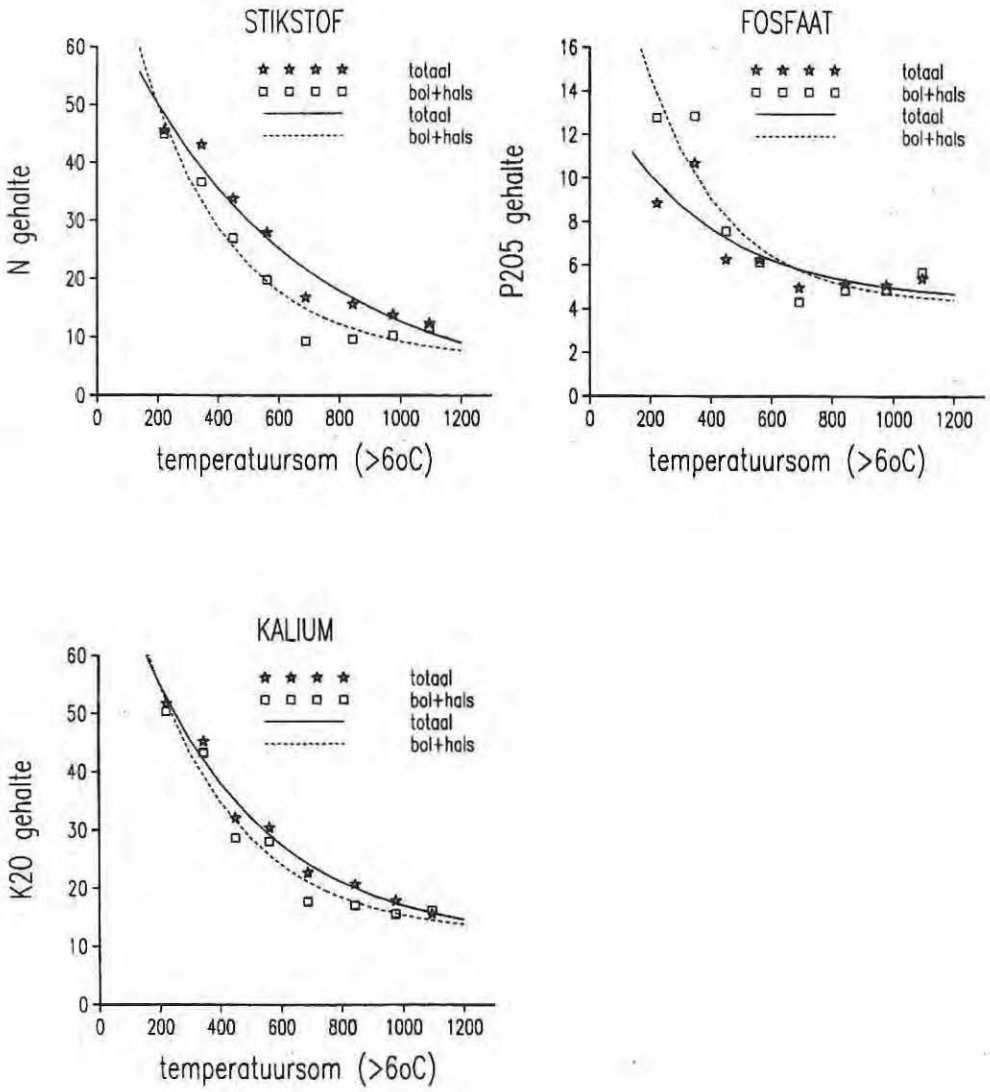
$$\frac{dY}{dX} = \frac{b * c * e^{-b*(X-m)}}{\left\{1+e^{-b*(X-m)}\right\}^2} \qquad (3)$$

Met behulp van (3) en de constanten vermeld in tabel 5 konden de NPK-opnamesnelheden berekend worden. Op moment van het 4-bladstadium (327°Cd) bedroeg de opnamesnelheid van N, $P_2O_5$ en $K_2O$ 0,09, 0,02 respectievelijk 0,06 kg $ha^{-1}$ $°Cd^{-1}$, hetgeen (bij 42 dagen na opkomst) overeen kwam met 0,8, 0,04, 0,4 kg $ha^{-1}$ $dag^{-1}$. De maximum opnamesnelheden bedroegen 0,35, 0,13 en 0,58 kg $ha^{-1}$ $°Cd^{-1}$ en 3,7, 1,4 en 6,2 kg $ha^{-1}$ $dag^{-1}$ voor N, $P_2O_5$ respectievelijk $K_2O$. Mary et al. (1988) vonden een maximale N-opnamesnelheid door wintertarwe van 8 kg $ha^{-1}$ $d^{-1}$. Hiermee vergeleken is de opnamesnelheid bij uien dus gering. Deze maxima werden berekend 625, 748 respectievelijk 633°Cd en 73, 84 respectievelijk 74 dagen na opkomst. Bolvorming in het gewas waarop deze cijfers zijn gebaseerd, trad op tussen 560 en 840°Cd of tussen 67 en 93 dagen na opkomst. Afname van de opnamesnelheid na de fase van bolvorming hangt waarschijnlijk samen met een vanaf dat moment langzaam afnemend wortelstelsel.

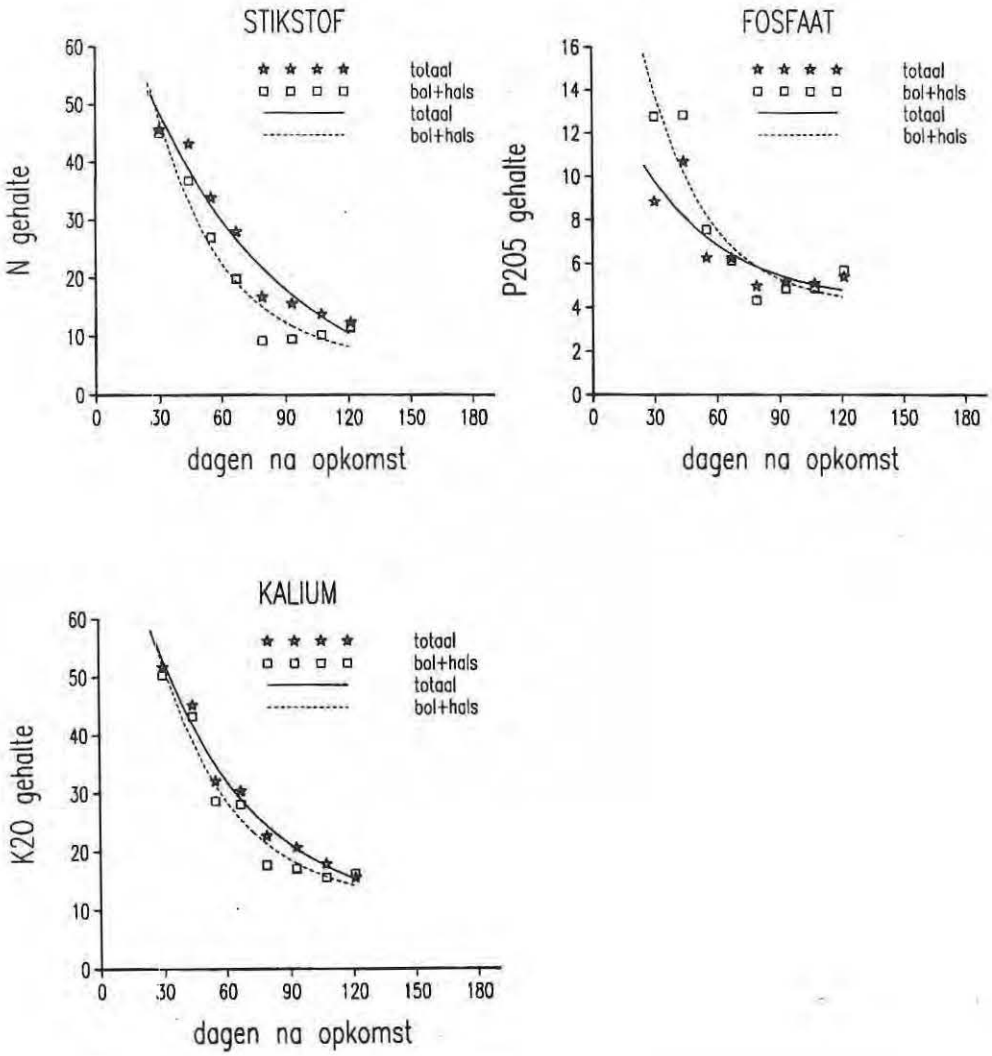
In de figuren 4 en 5 is het gehalte van stikstof, fosfaat en kalium in de geproduceerde drogestof in de bovengrondse delen en in de bol+hals in de loop van het seizoen uitgezet tegen de temperatuursom boven 6°C respectievelijk het aantal dagen na opkomst. De gehaltes zijn uitgedrukt in g N, $P_2O_5$ of $K_2O$ per kg drogestof. De curves in de figuren 4 en 5 zijn gefit met een exponentiële curve met de volgende algemene vergelijking:

$$Y = a + b * r^X \quad (4)$$

waarin a, b en r constanten zijn, Y het nutriëntgehalte en X de tijd. In tabel 7 zijn de waarden van de constanten opgenomen bij verschillende Y- en X-variabelen. De laatst verrichte waarneming heeft betrekking op een drogestofproduktie in de bol+hals van 10589 kg $ha^{-1}$ met een drogestofgehalte van 11,6%, hetgeen neerkomt op een verse produktie van 91 ton $ha^{-1}$. Daarmee bevatten de uien per ton vers produkt 1,8 kg N, 0,8 kg $P_2O_5$ en 2,2 kg $K_2O$. Uit de figuren blijkt dat het loof rijker was aan kalium en stikstof dan de bol en hals en tot halverwege het groeiseizoen minder rijk aan fosfaat. Ook blijkt dat de drogestof minder rijk werd aan de drie onderzochte mineralen naarmate het seizoen vorderde. Greenwood et al. (1992) vonden bij plantuien stikstofgehaltes die in de loop van het seizoen daalden van 45 tot 13 g $kg^{-1}$ drogestof, hetgeen vergelijkbaar is met de gehaltes in de figuren 4 en 5. Zink (1966) vond bij witte uien dat het stikstofgehalte in de totale drogestof in de loop van het seizoen daalde van 36 naar 18, het gehalte aan $P_2O_5$ van 8 naar 6 en het gehalte aan K2O van 51 naar 15 g $kg^{-1}$ drogestof.




Figuur 4. Verloop van het gehalte bij zaaiuien aan stikstof, fosfaat en kali in de totale boevengrondse drogestof en de drogestof in bol+hals gedurende het seizoen 1988 te Lelystad, gemeten in het aantal dagen na 50% opkomst.




Figuur 5. Verloop van het gehalte bij zaaiuien aan stikstof, fosfaat en kali in de totale bovengrondse drogestof en de drogestof in bol+hals gedurende het seizoen 1988 te Lelystad, gemeten in het aantal dagen na 50% opkomst.

Tabel 7. Schattingen van de constante en hun standaard fouten van een exponentiële curve (2) als vergelijking voor de relatie tussen gehalte van stikstof, fosfaat en kalium in de drogestof enerzijds (afhankelijke variabelen) en dagen en temperatuursom (>6°C) na opkomst anderzijds (onafhankelijke variabelen).

| afhankelijke variabele | | onafhankelijke variabele[1] | schatting constante | | | schatting standaard afwijking | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | r | a | b | r |
| opname stikstof (N) | bol+hals | dagen | 5,32 | 101,01 | 0,97095 | 5,13 | 25,9 | 0,00967 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 6,12 | 84,8 | 0,99672 | 4,24 | 17,0 | 0,00099 |
| opname stikstof (N) | bovengrondse delen | dagen | -2,8 | 80,03 | 0,98521 | 15,4 | 8,27 | 0,00804 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 0,0 | 70,65 | 0,99829 | 11,8 | 6,85 | 0,00081 |
| opname fosfaat ($P_2O_5$) | bol+hals | dagen | 4,05 | 27,3 | 0,96630 | 1,77 | 14,4 | 0,01840 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 4,20 | 22,54 | 0,99616 | 1,54 | 9,66 | 0,00198 |
| opname fosfaat ($P_2O_5$) | bovengrondse delen | dagen | 4,17 | 11,68 | 0,97590 | 2,48 | 6,76 | 0,02540 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 4,34 | 10,12 | 0,99722 | 2,07 | 4,93 | 0,00274 |
| opname kalium ($K_2O$) | bol+hals | dagen | 10,89 | 94,9 | 0,97247 | 4,81 | 20,5 | 0,00844 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 11,85 | 80,4 | 0,99687 | 3,95 | 13,7 | 0,00087 |
| opname kalium ($K_2O$) | bovengrondse delen | dagen | 8,81 | 82,89 | 0,97913 | 5,37 | 8,87 | 0,00558 |
| | | temperatuursom (>6°C) | 10,57 | 72,06 | 0,99759 | 4,31 | 6,47 | 0,00059 |

Opmerking: [1] 'dagen' en 'temperatuursom'vanaf de dag van 50% opkomst.

### 3.2 Invloed van stikstofbijmestsysteem op gewas- en bodemparameters

In tabel 8 is de invloed weergegeven van de vaste stikstofgiften en het NBS met twee of drie giften op een aantal bodem- en gewasparameters. De NBS-objecten in de tabel gaan uit van een totale stikstofopname van 160 kg $ha^{-1}$ en een buffer van 35 kg $ha^{-1}$. De cijfers betreffen gemiddelden over 5 proeven en zijn verkregen na een gezamenlijke variantieanalyse. Uit de tabel blijkt dat bij toenemende vaste stikstofgift vóór de zaai de $N_{min}$-rest na de oogst toeneemt en dat de $N_{min}$-rest na toepassing van het NBS lag op het niveau van een vaste gift vóór zaai van 100 kg N $ha^{-1}$. De stikstofgift bij toepassing van het NBS met twee giften (code SV110) was met deze vaste gift vergelijkbaar. Door het hanteren van twee tijdstippen van bijbemesting (code SV111) werd bespaard op de stikstofgift. Overigens bedroeg op de 5 proeven de gemiddelde derde gift bij SV111 19 kg N $ha^{-1}$: op twee proeven werd op het derde bemestingstijdstip geen stikstof gegeven, terwijl op de andere drie proeven 9, 25 en 61 kg N $ha^{-1}$ werd gegeven. De verdeling en hoogte van de giften per proef staan vermeld in bijlage B, samen met de $N_{min}$-cijfers.

De uiteindelijke opbrengst werd niet betrouwbaar beïnvloed door de hoogte van de vaste gift vóór de zaai of door het hanteren van het NBS. Alleen het onbehandelde object bleek gemiddeld 14% minder op te brengen. Om na te gaan welke invloed de behandelingen hadden op het verlies aan stikstof, is dit verlies op de volgende manier geschat:

$$LOSS_{ijk} = MINER_{0,ik} + GIFT_{ijk} - ( NOPNAME_{ijk} + NMINREST_{ijk} - NMINBEGIN_{ik} ) \quad (5),$$

waarin: $LOSS_{ijk}$ = geschat stikstofverlies over de laag 0-60 cm bij object j in proef i en (meng)herhaling k (kg $ha^{-1}$);

$MINER_{0,ik}$ = geschatte netto-mineralisatie op het onbehandelde veldje in proef i en (meng)herhaling k (kg $ha^{-1}$);

$GIFT_{ijk}$ = stikstofgift van object j in proef i en (meng)herhaling k (kg $ha^{-1}$);

$NOPNAME_{ijk}$ = totale stikstofopname na de gift van object j in proef i en herhaling k (kg $ha^{-1}$);

$NMINREST_{ijk}$ = $N_{min}$-rest na de oogst in de laag 0-60 cm op object j, in proef i en herhaling k (kg $ha^{-1}$);

$NMINBEGIN_{ik}$ = $N_{min}$ in de laag 0-60 cm vóór de zaai in herhaling k van proef i (kg $ha^{-1}$).

Tabel 8. Resultaten variantie-analyse voor de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV-2953, PAGV-3206, PAGV-3510, BEM-899 en BEM-915.

| variable | object | | | | | | LSD 5% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | onbeh | VZ50 | VZ100 | VZ150 | SV110 | SV111 | |
| stikstofgift (kg/ha) | 0 | 50 | 100 | 144[1)] | 110 | 72 | - |
| N-min kort na de oogst (0-60 cm) | 24 | 30 | 43 | 55 | 41 | 38 | 10 |
| geschat N verlies (kg/ha) | 0 | 3 | 39 | 68 | 56 | 28 | 14 |
| N opname bij eindoogst (kg/ha) | 113 | 144 | 148 | 158 | 151 | 145 | 9 |
| N gehalte totale drogestof(g/kg) | | | | | | | |
| - eerste oogst | 36,5 | 40,2 | 40,6 | 41,9 | 39,1 | 39,0 | 1,6 |
| - tweede oogst | 18,5 | 21,6 | 24,1 | 24,9 | 23,8 | 21,2 | 1,3 |
| - derde oogst | 11,6 | 13,1 | 13,5 | 14,3 | 14,1 | 13,4 | 0,5 |
| geschatte N benutting (%) | - | 63 | 36 | 31 | 35 | 46 | 16 |
| LAI ($m^2/m^2$) | | | | | | | |
| - eerste oogst | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 |
| - tweede oogst | 1,24 | 1,60 | 1,51 | 1,60 | 1,64 | 1,55 | 0,16 |
| drogestof produktie ($g/m^2$) | | | | | | | |
| - eerst oogst | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9 | 2 |
| - tweede oogst | 266 | 305 | 301 | 299 | 319 | 301 | 34 |
| - derde oogst | 975 | 1107 | 1092 | 1110 | 1076 | 1097 | 70 |
| bolvorming tweede oogst (%) | 60 | 65 | 60 | 63 | 66 | 65 | 10 |
| eindopbrengst (ton/ha) | | | | | | | |
| - vers | 58 | 68 | 67 | 68 | 68 | 66 | 4 |
| - droog geoogst | 7,7 | 8,8 | 8,7 | 8,7 | 8,8 | 8,6 | 0,5 |
| aantal planten geoogst ($m^2$) | 75 | 76 | 77 | 75 | 76 | 76 | 3 |

1) Op één van de vijf proeven is slechts 120 kg N gestrooid. De gemiddelde gift is derhalve niet 150, maar 144.

Behalve bij PAGV2953 is het stikstofverlies berekend per twee veldjes omdat de grond- en gewasmonsters gebaseerd waren op mengmonsters van twee herhalingen. Op PAGV2953 is weliswaar van elk veldje een grondmonster genomen, maar niettemin kon het verlies slechts van twee herhalingen worden berekend. De onbehandelde veldjes op de andere twee herhalingen hadden zodanig te lijden hadden gehad van waterschade dat geen representatief gewas op die veldjes kon groeien.
De netto-mineralisatie is per proef i als volgt geschat op basis van het onbehandelde object in (meng)herhaling k:

$$MINER_{0,ik} = NMINREST_{0,ik} - NMINBEGIN_{ik} + NOPNAME_{0,ik} \quad (6),$$

waarin $NMINREST_{0,ik}$ en $NOPNAME_{0,ik}$ betrekking hebben op het onbehandelde object. De netto-mineralisatie tussen het eerste tijdstip van bijbemesting (begin juni) en de eindoogst varieerde tussen 0,02 en 0,78 kg N $ha^{-1}$ $dag^{-1}$, berekend over de laag 0-60 cm (tabel 9). Voor deze periode vonden Greenwood et al. (1992) in proeven uitgevoerd in 1988 waarden variërend van 0,71 tot 1,35 in de laag 0-90 cm. De netto-mineralisatie in het voorjaar (periode vóór zaai tot tijdstip eerste bijbemesting) varieerde in onze proeven van 0,29 tot 1,17 in de laag 0-60 cm (tabel 9). Greenwood et al. (1992) vonden cijfers in het bereik van 0,8 tot 1,9 kg N $ha^{-1}$ $dag^{-1}$ (laag 0-90 cm).
Een significant enkelvoudig lineair verband tussen de netto-mineralisatie in het voorjaar en de netto-mineralisatie in de zomer, zoals vastgesteld door Greenwood et al. (1992) voor de laag 0-60 cm, kon door ons (voor de laag 0-60 cm) niet worden vastgesteld.
Als gevolg van de gehanteerde berekeningswijze is het geschatte verlies op de onbehandelde veldjes per definitie 0. Het aldus geschatte stikstof verlies nam toe met toenemende stikstofgift vóór de zaai. Greenwood et al. (1992) vonden bij tweedejaars plantuien eenzelfde effect en beargumenteerden dat stikstofopname in het wortelstelsel en stikstofimmobilisatie aan dit toenemende verlies debet zijn. Hoewel het NBS met twee tijdstippen van bemesting (SV110) resulteerde in een gift vergelijkbaar met het praktijkadvies van 100 kg N $ha^{-1}$, bleek het geschatte stikstofverlies betrouwbaar hoger te zijn (tabel 8). De geschatte stikstofbenutting bleek overeenkomstig hetgeen Greenwood et al. (1992) vonden bij tweedejaars plantuien, te dalen bij toenemende stikstofgift.

Tabel 9. Berekende netto-mineralisatie volgens (6)(kg $ha^{-1}$ $dag^{-1}$) op de onbehandelde objecten in drie perioden op 8 proeven.

| tijdstip | | dagen | N-opname (kg $ha^{-1}$) | $\Delta N_{min}$ (kg $ha^{-1}$)[1] | | mineralisatie (kg $ha^{-1}$ $dag^{-1}$) | | bodemtemperatuur - 10 cm (°C)[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| begin | eind | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 0-60 cm | |
| *PAGV2953* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 78 | 2 | 18 | 3 | 0,26 | 0,29 | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 117 | 118 | -43 | -23 | 0,64 | 0,44 | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 195 | 120 | -25 | -20 | 0,49 | 0,38 | -[3] |
| *PAGV3206* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 86 | 8 | 29 | 9 | 0,43 | 0,53 | 9,2 |
| 4-blad | eindoogst | 89 | 153 | -42 | -42 | 1,25 | 0,78 | 15,9 |
| voor zaai | eindoogst | 175 | 161 | -13 | -42 | 0,85 | 0,65 | 12,5 |
| *BEM899* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 116 | 2 | 42 | 17 | 0,38 | 0,53 | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 90 | 82 | -59 | -21 | 0,26 | 0,02 | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 206 | 84 | -17 | -4 | 0,33 | 0,26 | -[3] |
| *OBS1992* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 99 | 10 | 26 | 14 | 0,36 | 0,51 | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 92 | 99 | -26 | -16 | 0,79 | 0,62 | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 191 | 109 | 0 | -2 | 0,57 | 0,56 | -[3] |
| *PAGV3510* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 78 | 3 | 54 | 34 | 0,73 | 1,17 | 8,8 |
| 4-blad | eindoogst | 111 | 95 | -50 | -25 | 0,41 | 0,18 | 14,8 |
| voor zaai | eindoogst | 189 | 98 | 4 | 9 | 0,54 | 0,59 | 12,4 |
| *BEM915* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 113 | 4 | -[3] | -[3] | -[3] | -[3] | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 109 | 97 | -[3] | -[3] | -[3] | -[3] | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 222 | 101 | -6 | 11 | 0,43 | 0,48 | -[3] |
| *RH1524* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 119 | 1 | 25 | 18 | 0,22 | 0,40 | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 109 | 70 | -19 | -11 | 0,47 | 0,37 | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 228 | 71 | 6 | 7 | 0,34 | 0,37 | -[3] |
| *BEM940* | | | | | | | | |
| voor zaai | 4-blad | 87 | 1 | 34 | 21 | 0,40 | 0,64 | -[3] |
| 4-blad | eindoogst | 123 | 67 | -25 | -8 | 0,34 | 0,28 | -[3] |
| voor zaai | eindoogst | 210 | 68 | 9 | 13 | 0,37 | 0,43 | -[3] |

1.$\Delta N_{min}$ = $N_{min}$ eind - $N_{min}$ begin. Van PAGV3510 is de $N_{min}$ ten tijde van het 4 blad gebaseerd op de metingen van slechts 1 veldje.

2.Gemeten onder kale grond.

3.Geen waarnemingen beschikbaar.

De geschatte stikstofbenutting is als volgt berekend:

$$RECOV_i = \frac{NOPNAME_i - NOPNAME_0}{GIFT_i} \quad (7),$$

waarin: $RECOV_i$ = geschatte stikstofbenutting (-);

$NOPNAME_i$ = totale stikstofopname na gift i (kg $ha^{-1}$);

$NOPNAME_0$ = totale stikstofopname op onbehandeld (kg $ha^{-1}$);

$GIFT_i$ =stikstofgift (kg $ha^{-1}$).

Volgens Greenwood et al. (1992) daalde de benutting per gift van 100 kg stikstof met 9%. Uit tabel 8 blijkt dat van 50 naar 150 kg N $ha^{-1}$ de stikstofbenutting daalde met 32%. De benutting op de NBS veldjes bleek niet af te wijken van die met de vaste gift van 100 kg $ha^{-1}$. De stikstofgehaltes in de drogestof van het gewas op de onbehandelde veldjes bleek op elk van de drie oogsttijdstippen betrouwbaar geringer te zijn dan de gehaltes in de drogestof van de gewassen op de bemeste veldjes. Bij de eerste oogst bleek het geringer stikstofgehalte op het onbehandelde object nog niet te hebben geleid tot een geringere opbrengst in vergelijking met de bemeste objecten. Vanaf de tweede oogst was dit wel het geval, getuige ook de lagere LAI (Leaf Area Index, ofwel bebladeringsindex in $m^2$ $m^{-2}$). Bij de laatste oogst bleek sprake van een geringe mate van luxe-consumptie van stikstof door de gewassen die met 150 kg N vóór de zaai (VZ150) waren bemest. Immers, het N-gehalte bleek ten opzichte van VZ100 betrouwbaar hoger terwijl de opbrengst niet toenam. Greenwood et al. (1992) vonden dat tweedejaars plantuien bemest met 300 kg N $ha^{-1}$ aan het eind van het groeiseizoen een stikstofgehalte hadden van 15,7 g N $kg^{-1}$ drogestof , terwijl uien bij de laagste gift met een maximale opbrengst een gehalte hadden van 14,6 g N $kg^{-1}$ drogestof. Van luxe-consumptie van stikstof door uien is dus slechts in geringe mate sprake. Wel bleek uit tabel 8 dat de uien bemest volgens NBS met twee giften (SV110) een betrouwbaar hoger stikstofgehalte in de drogestof vertoonden dan de uien bemest met een vaste gift vóór zaai van 100 kg N $ha^{-1}$, terwijl de totale gift nauwelijks verschilde. De uien bemeste volgens het NBS met drie giften (SV111) hadden een lager stikstofgehalte dan de uien bemest volgens het NBS met twee giften.

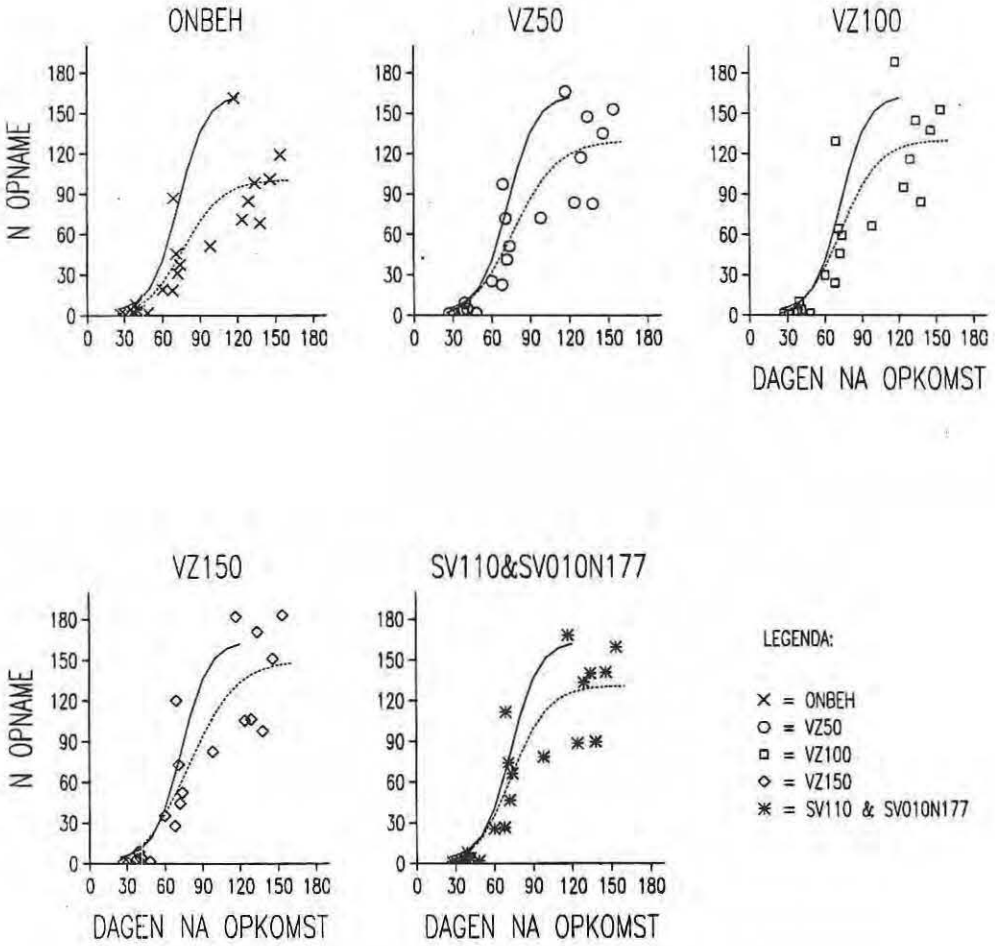
De invloed van de behandelingen op de vroegrijpheid van uien is waargenomen aan de hand van het percentage bolvorming ten tijde van de tweede bijbemesting en aan de hand van het geschat percentage gestreken loof. De waarnemingen aan de bolvorming leverden blijkens tabel 8 gemiddeld geen significante verschillen op. Op vier proeven lieten de waarnemingen het toe om het dagnummer van 50% gestreken loof te berekenen. Hiervoor is gebruik gemaakt van lineaire interpolatie. De resultaten staan vermeld in tabel 10. Hieruit blijkt dat gemiddeld over deze 4 proeven het NBS niet later streek dan het object VZ100. Vergeleken met een NBS met twee giften resulteerde een NBS met drie giften echter in een 4 dagen later strijkend gewas. Het onbehandelde object streek later dan elk van de bemeste objecten.

Tabel 10. Dag van 50% gestreken loof op de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV2953, PAGV3206, PAGV3510 en BEM915 na een gezamenlijke analyse.

| object | proef | | | | gemiddeld |
|---|---|---|---|---|---|
| | PAGV2953 | PAGV3206 | PAGV3510 | BEM915 | |
| ONBEH | 238 | 228 | 238 | 252 | 239 |
| VZ50 | 235 | 223 | 235 | 247 | 235 |
| VZ100 | 234 | 224 | 233 | 246 | 234 |
| VZ150 | 231 | 221 | 231 | 244 | 232 |
| SV110 | 231 | 224 | 228 | 243 | 232 |
| SV111 | 233 | 228 | 233 | 248 | 236 |
| LSD[1] (5%) | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 |

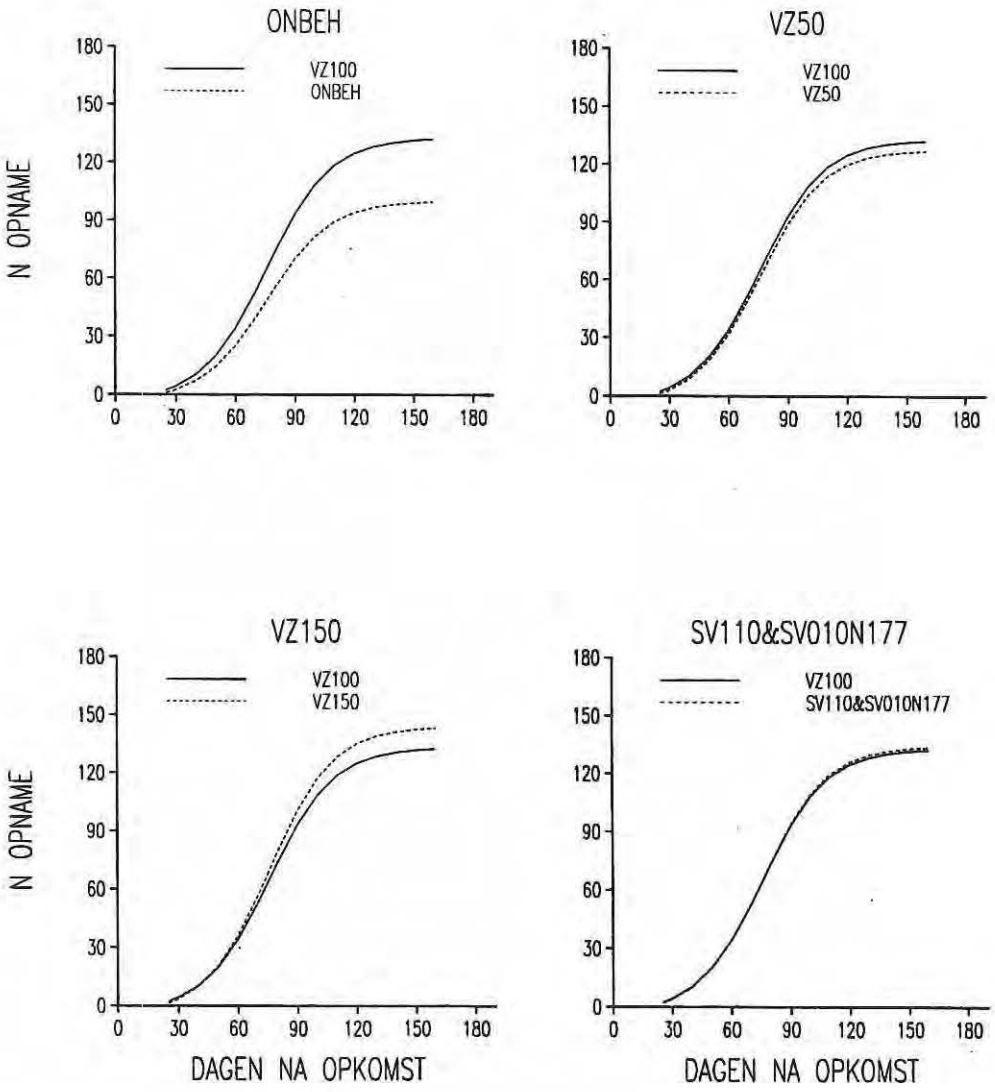
1 De gepresenteerde LSD-waarden zijn tot stand gekomen na gemeenschappelijke analyse over de 4 proeven heen.

De gemiddelde totale stikstofbehoefte in de bovengrondse drogestof lag op de bemeste objecten die vermeld zijn in tabel 8, op 149 kg N $ha^{-1}$, hetgeen lager is dan de 160 kg N $ha^{-1}$ waarvan in de NBS-objecten is uitgegaan. In figuur 6 zijn de waargenomen stikstofopnames op 5 objecten gedurende het seizoen weergegeven als functie van het aantal dagen na opkomst. In de figuur is met de ononderbroken lijn het verloop van de stikstofopname door de bovengrondse delen aangegeven waarvan in het NBS is uitgegaan. Voor figuur 6 zijn waarnemingen van 7 van de 8 proeven gebruikt. Alleen waarnemingen van de proef OBS1992 zijn uitgesloten, omdat in deze proef niet alle gewenste behandelingen zijn uitgevoerd. Bij de gegevens van het object SV110 zijn ook de waarnemingen van het object SV010N177 (beide proe-

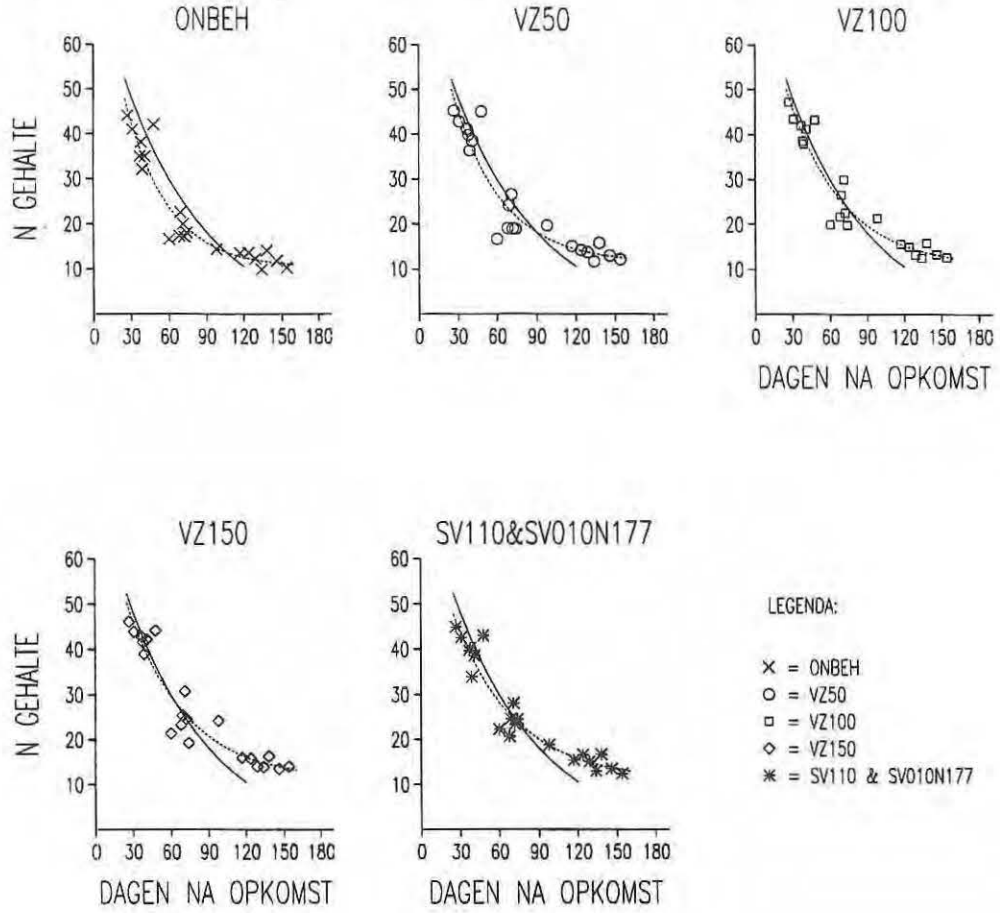



Figuur 6. Stikstofopname gedurende het seizoen op het onbehandeld object (ONBEH), op de objecten met een vaste eenmalige gift vóór zaai (VZ50, VZ100 en VZ 150) en op het NBS-object dat uitging van een totale stikstofbehoefte van 160 kg N $ha^{-1}$ (1991-1993) of 177 kg N $ha^{-1}$ (1993) en een buffer van 35 kg $ha^{-1}$ (SV010N177). De stippellijn is de curve die gefit is met de waarnemingen, terwijl de ononderbroken curve het verloop is van de stikstofopname zoals waargenomen aan de proef te Lelystad in 1988.

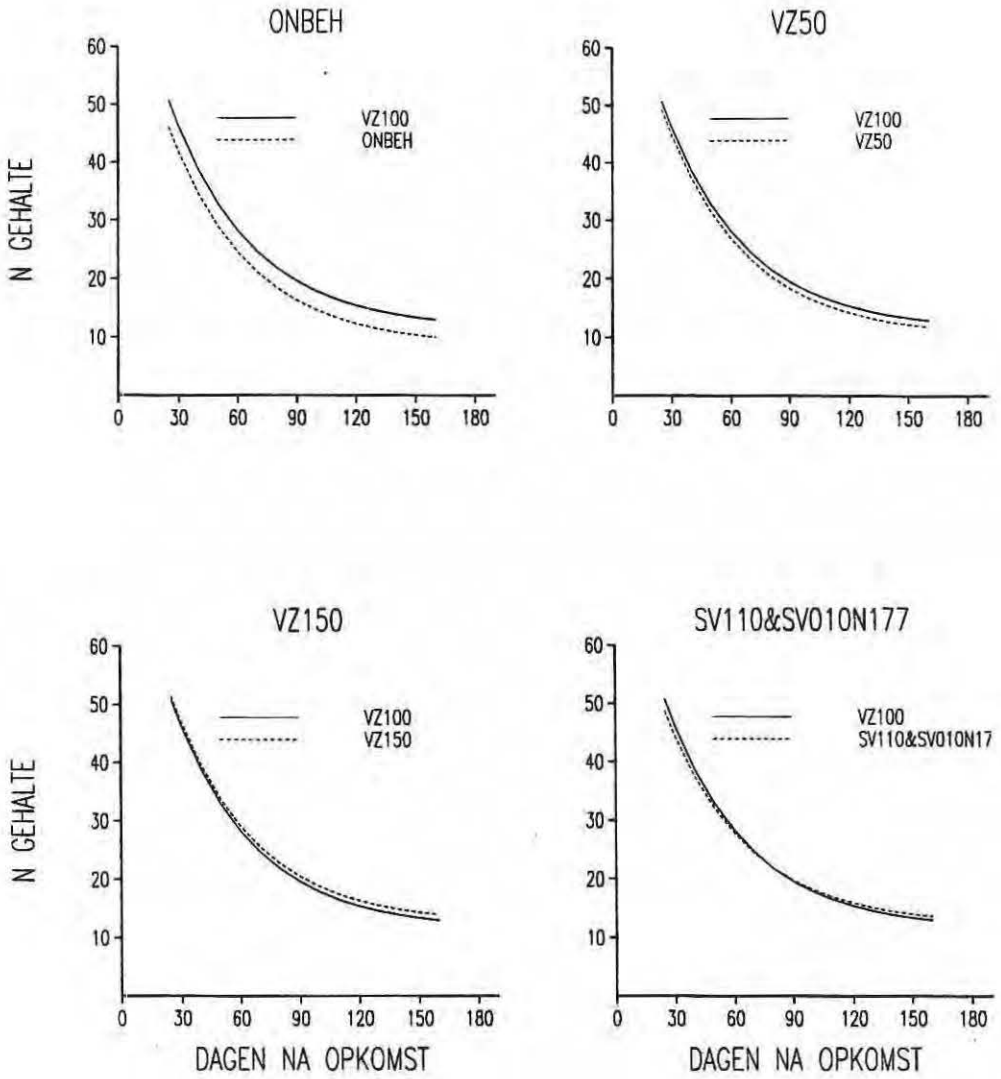
ven in 1994) betrokken. Voor elk van de objecten zijn in figuur 6 21 (7 proeven en 3 waarnemingen per proef) waarnemingen weergegeven. Door deze waarnemingen is per object een logistische curve gefit, waarbij per proef ten behoeve van een goede fit één getallenpaar is toegevoegd dat de stikstofopname bij 50% opkomst aangeeft (0 kg $ha^{-1}$). De gefitte curven zijn met een stippellijn weergegeven. Uit de figuur blijkt duidelijk dat de NBS-opnamecurve gedurende het gehele seizoen een bovengrens in de stikstofopname aangaf. In figuur 7 is het stikstofopname patroon van de objecten ONBEH, VZ50, VZ150 en SV110 (inclusief SV010N177) met een stippellijn weergegeven t.o.v. het opname patroon van het object VZ100 (ononderbroken curve). De afgebeelde curven zijn het resultaat van een niet-lineaire regressie-analyse op basis van een standaard logistische curve (1). De analyse is net als bij figuur 6 uitgevoerd op de gezamenlijke waarnemingen van de 5 objecten (21 getallenparen per object) aangevuld met de 7 0-waarden (stikstofopname bij 50% opkomst) per object. Bij de analyse zijn alleen de lineaire parameters a en c (zie vergelijking (1)) per object apart geschat. De analyse verklaarde 83% van de variatie in de stikstofopname-cijfers. Figuur 7 geeft aan dat het patroon van stikstofopname tussen de adviesgift van 100 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai (VZ100) en bemesting volgens het NBS op basis van twee giften (SV110) niet verschilde. Gemiddelde over de 7 proeven blijkt het niet bemeste gewas beduidend minder stikstof opgenomen te hebben, terwijl de gewassen bemest met 50 of 150 kg N $ha^{-1}$ ten opzichte van het object VZ100 een vergelijkbaar opnamepatroon hadden. Uitgezet tegen de temperatuursom na opkomst (>6°C) gaf liet de stikstofopname eenzelfde beeld zien als de figuren 6 en 7.
In figuur 8 is het stikstofgehalte zoals waargenomen op 5 objecten in de proeven (excl. OBS1992) uitgezet tegen het aantal dagen na opkomst. In de figuur is met de ononderbroken lijn het verloop van het stikstofgehalte weergegeven zoals waargenomen in Lelystad 1988 (figuur 5). Met de stippellijnen is in figuur 8 het verloop van het stikstofgehalte aangegeven volgens een curve die gefit is met de waarnemingen, die in de figuur zijn aangegeven. De figuur geeft aan dat de curve gebaseerd op de proef in 1988 goed overeenkomt met de waarnemingen verricht in de 7 proeven. In figuur 9 is het verloop van het stikstofgehalte op het object VZ100 vergeleken met dat op de objecten ONBEH, VZ50, VZ150 en SV110 (inclusief SV010N177 in 1994).




Figuur 7. Verloop van de stikstofopname op de objecten ONBEH (onbehandeld), VZ50 (50 kg N ha $^{-1}$ vóór de zaai), VZ150 (150 kg N ha $^{-1}$ vóór de zaai) en SV110 of SV010N177 (NBS met totale stikstof stkstofbehoefte van 160 kg N ha $^{-1}$ (1991-1993) of 177 kg N ha $^{-1}$ (1993) en een buffer van 35 kg ha $^{-1}$ )) (ononderbroken curves) in relatie tot het verloop van de stikstofopname op het object VZ100 (100 kg N ha $^{-1}$ vóór de zaai).




Figuur 8. Stikstofgehalte in de totale bovengrondse drogestof gedurende het seizoen op het onbehandeld object (ONBEH), op de objecten met een vaste eenmalige gift vóór zaai (VZ50, VZ100 en VZ150) en op het NBS-object dat uiging van een totale stikstofbehoefte van 160 kg N $ha^{-1}$ (1991-1993) of 177 kg N $ha^{-1}$ (1993) en een buffer van 35 kg $ha^{-1}$ (SV110 en SV010N177). De stippellijn is de curve die gefit is met de waarnemingen, terwijl de ononderbroken curve het verloop is van de stikstofopname zoals waargenomen aan de proef te Lelystad in 1988.

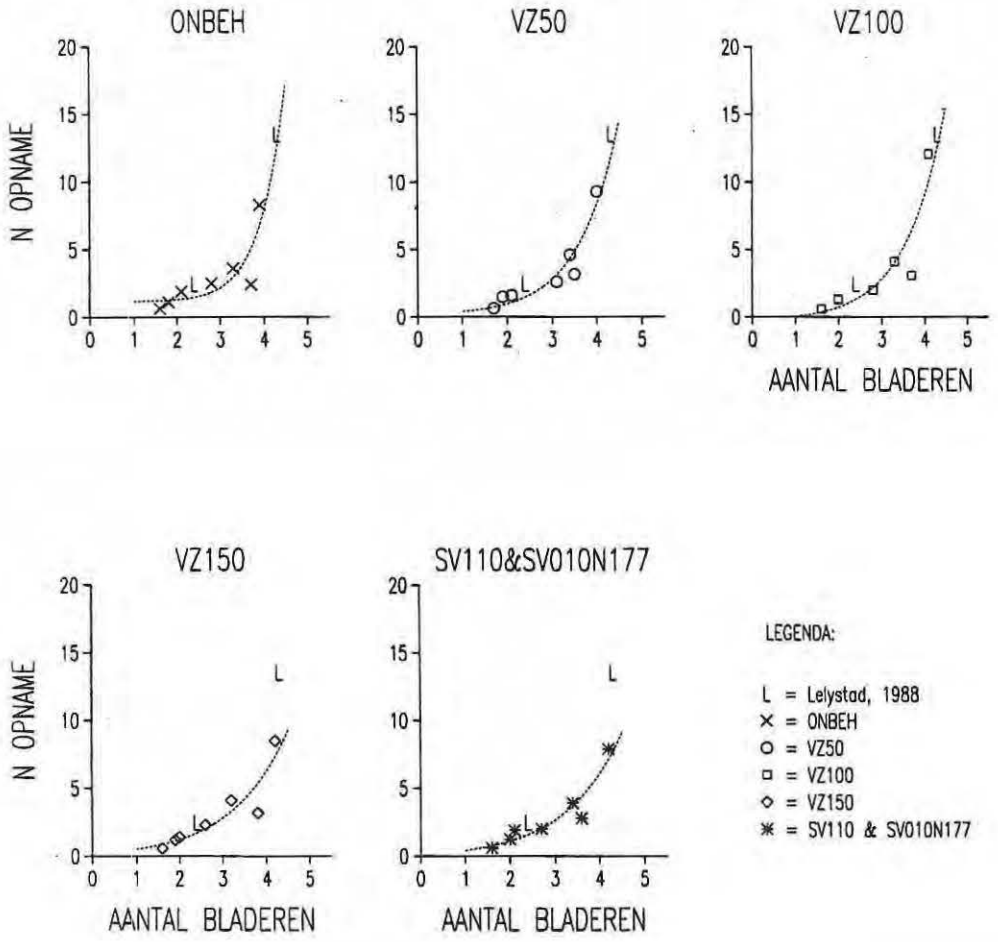



Figuur 9. Verloop van het stikstofgehalte in de bovengrondse drogestof op de objecten ONBEH (onbehandeld), VZ50 (50 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai), VZ150 (150 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai) en SV110 of SV010N177 (NBS met een totale stikstofbehoefte van 160 kg N $ha^{-1}$ en een buffer van 35 kg $ha^{-1}$) (ononderbroken curves) in relatie tot het verloop van de stikstofopname op het object VZ100 (100 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai).

De curven zijn op dezelfde manier tot stand gekomen als de curven in figuur 7. De curven verklaarden 90% van de variatie in de waargenomen stikstofgehaltes. De figuur laat zien dat het stikstofgehalte van onbehandeld lager was dan dat van VZ100 en dat het stikstofgehalte waargenomen op de NBS-veldjes overeenkwam met dat op de VZ100-veldjes. Uitgezet tegen de temperatuursom na opkomst (>6°C) leverde het verloop van het stikstofgehalte hetzelfde beeld op.

Bij het berekenen van de streefwaarden op moment van de eerste bijbemesting is gebruik gemaakt van figuur 3, die aangaf dat bij 1, 2, 3, 4 en 5 verschenen bladeren een uiengewas 0,4, 1,7, 4,7, 10,8 en 21,5 kg N $ha^{-1}$ opneemt. In figuur 10 is voor dezelfde vijf objecten als gebruikt voor de figuren 6 en 8de stikstofopname uitgezet tegen het waargenomen aantal bladeren per plant. In de figuur zijn twee van de waarnemingen aangegeven, die gebruikt zijn voor figuur 3. Per object zijn de 7 beschikbare gegevens gefit met een logistische curve. Op basis van deze curven kan een stikstofopname per bladstadium worden berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in tabel 11. Hieruit blijkt dat bij het 4-bladstadium op alle objecten een geringere opname is berekend (6,1 - 9,0 kg N $ha^{-1}$) dan de opname die bij dit aantal verschenen bladeren uit figuur 3 kan worden afgeleid (10,8 kg N $ha^{-1}$). Hierbij moet aangetekend worden dat van de 7 proeven slechts op één proef (PAGV3206) de gewasbemonstering is uitgevoerd bij het 4-bladstadium, zodat er sprake kan zijn van een jaareffect. De berekende stikstofopname bij het 5-bladstadium varieert sterk tussen de objecten, maar de waarde hiervan is gering, omdat hier in alle gevallen sprake is van extra-polatie van de gefitte curves. De waargenomen stikstofgehaltes en stikstofopnames zijn per proef vermeld in Bijlage C.

In tabel 12 is van dezelfde behandelingen als in tabel 8 het bewaarresultaat vermeld. Ook nu betreft het gemiddelden over 5 proeven. De uien van het onbehandelde object en van het NBS met drie giften blijken iets meer gewicht te hebben verloren tijdens bewaring dan de overige uien. Het percentage kale uien was laag, maar een vaste gift van 150 kg N $ha^{-1}$ bleek niettemin tot een iets hoger percentage kale uien te hebben geleid in vergelijking met de overige vaste giften en met onbehandeld.




Figuur 10. Stikstofopname in relatie tot het aantal verschenen bladeren op het onbehandeld object (ONBEH), op de objecten met een vaste eenmalige gift vóór zaai (VZ50, VZ100 en VZ150) en op het NBS-object dat uitging van een totale stikstofbehoefte van 160 kg N $ha^{-1}$ en een buffer van 35 kg $ha^{-1}$. De curve is gefit met de waarnemingen, terwijl de waarnemingen aan de proef te Lelystad in 1988 aangeduid zijn met een 'L'.

Tabel 11. Berekende stikstofopname in afhankelijkheid van het aantal verschenen bladeren bij 5 behandelingen.

| aantal bladeren | behandeling[1] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ONBEH | VZ50 | VZ100 | VZ150 | SV110[2] |
| 1 | 1,2 | 0,4 | 0,0 | 0,5 | 0,4 |
| 2 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 1,2 | 1,1 |
| 3 | 2,2 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,6 |
| 4 | 7,9 | 8,4 | 9,0 | 6,3 | 6,1 |
| 5 | 34,4 | 24,4 | 25,9 | 13,6 | 13,5 |

1. Voor betekenis coderingen: zie 'materiaal en methoden'.
2. Inclusief het object SV110N177, uitgevoerd in twee proeven in 1994.

Tabel 12. Effect van toepassing van het stikstofbijmestsysteem op het gewichtsverlies in de bewaring en het percentage kale uien van de huidvastheidstest, gebaseerd op de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV 2953, PAGV 3206, PAGV 3510, BEM 899 en BEM 915.

| object | gewichtsverlies (%) | kale uien (%) |
|---|---|---|
| ONBEH | 5,6 | 0,8 |
| VZ 50 | 5,1 | 0,8 |
| VZ 100 | 4,7 | 0,8 |
| VZ 150 | 5,2 | 1,6 |
| SV 110 | 5,1 | 1,1 |
| SV 111 | 5,5 | 1,0 |
| LSD 5% | 0,4 | 0,7 |

In vier proeven zijn grondmonsters tussen en zo dicht mogelijk bij de rij genomen om na te gaan in hoeverre op objecten met rijenbemesting door de bemonstering tussen de rijen een overschatting is gemaakt van de beschikbare stikstof. In tabel 13 zijn de gemiddelde cijfers van de vier proeven vermeld, terwijl in Bijlage E de cijfers per proef zijn opgenomen. Uit tabel 12 blijkt dat verschillen van betekenis alleen optraden in de laag 0-30 cm bij bemonstering tijdens de bolvorming. Voor deze situatie is met de grondmonsters tussen de rij een overschatting gemaakt van de beschikbare

Tabel 13. $N_{min}$ in de lagen 0-30 en 30-60 cm na bemonstering tussen en bij de gewasrijen op twee tijdstippen tijdens de gewasgroei bij de objecten 'onbehandeld' (ONBEH) en '100 kg N $ha^{-1}$' (VZ100). Cijfers zijn gemiddelden van de proeven PAGV2953, PAGV3206, PAGV3510 en BEM899.

| behandeling | tijdstip | laag (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-30 | | 30-60 | |
| | | tussen de rij | bij de rij | tussen de rij | bij de rij |
| ONBEH | 1-4-blad | 56 | 64 | 42 | 50 |
| | bolvorming | 19 | 19 | 31 | 30 |
| VZ100 | 1-4 blad | 129 | 122 | 65 | 71 |
| | bolvorming | 64 | 35 | 44 | 43 |

opmerking: 1-4-bladstadium lag tussen 29 mei en 19 juni, afhankelijk van de proef.
bolvorming lag tussen 5 en 23 juli, afhankelijk van de proef.

stikstof. De bijbemestingen tijdens de bolvorming van de uien zijn daarmee waarschijnlijk te laag geweest.

### 3.3 Effect van verlaging van streefwaarden

Het effect van verlaging van de streefwaarden is onderzocht in verschillende varianten. In drie proeven is nagegaan wat het effect is van verlaging van de totale stikstofopname tot 125 kg N $ha^{-1}$ en het achterwege laten van de buffer. In tabel 14 zijn de resultaten opgenomen van een gezamenlijke analyse over de drie proeven. Uit de tabel blijkt dat het verlagen van de totale stikstofopname en het achterwege laten van de buffer weliswaar hebben geleid tot een aanzienlijke verlaging van de stikstofgift, maar ook tot een significant lagere opbrengst. De opbrengstderving kreeg blijkens de resultaten pas gestalte na het tweede tijdstip van bijbemesting. De $N_{min}$-rest na de oogst in de laag 0-60 cm op de objecten 'SV110B0N125' en 'SV111B0N125' was vergelijkbaar met de $N_{min}$-rest op het onbehandelde object. Van de andere behandelingen was alleen de $N_{min}$-rest na een vaste gift van 100 of 150 kg N $ha^{-1}$ significant hoger. De gewasontwikkeling bleek tijdens de bolvorming niet te zijn beïnvloed door de hantering van de lagere streefwaarden. De dag waarop 50% van het loof was gestreken, zoals berekend met lineaire interpolatie tussen waarnemingsdatums, bleek duidelijk verhoogd te zijn als gevolg van de lagere streefwaarden (tabel 15). In tabel 16 zijn de bewaarresultaten vermeld. Omdat op het object 'SV111B0N125'

Tabel 14. Resultaten variantie analyse voor de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV 3510, BEM 899 en BEM 915.

| variabele | object | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ONBEH | VZ 50 | VZ 100 | VZ 150 | SV 110 | SV 111 | SV110 B0N 125 | SV111 B0N 125 | LSD 5% |
| stikstofgift (kg/ha) | 0 | 50 | 100 | 140[1] | 110 | 61 | 19 | 5 | - |
| Nmin kort na de oogst laag 0-60 cm (kg/ha) | 27 | 28 | 45 | 45 | 39 | 31 | 28 | 27 | 16 |
| berekend N-verlies (kg/ha) | 0 | 10 | 43 | 74 | 49 | 17 | -2 | -20 | 15 |
| N opname bij eindoogst (kg/ha) | 94 | 133 | 133 | 142 | 143 | 135 | 104 | 104 | 14 |
| N gehalte totale drogestof (g/kg) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 36,0 | 39,9 | 40,6 | 42,2 | 39,5 | 39,2 | 36,9 | 36,3 | 2,2 |
| - tweede oogst | 18,5 | 21,5 | 24,2 | 24,9 | 25,3 | 22,5 | 20,5 | 18,9 | 1,3 |
| - derde oogst | 11,3 | 12,8 | 13,1 | 13,8 | 14,3 | 13,5 | 11,8 | 12,2 | 0,7 |
| N recovery (%) | - | 78 | 39 | 33 | 46 | 65 | 46 | 99 | 37 |
| LAI ( $m^2/m^2$ ) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,01 |
| - tweede oogst | 0,84 | 1,13 | 1,03 | 1,01 | 1,16 | 1,08 | 1,02 | 0,97 | 0,15 |
| drogestofproduktie ($g/m^2$ ) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 7,8 | 8,8 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 8,4 | 7,1 | 7,6 | 1,4 |
| - tweede oogst | 205 | 252 | 239 | 229 | 244 | 238 | 225 | 222 | 29 |
| - derde oogst | 844 | 1052 | 1018 | 1037 | 1001 | 1013 | 887 | 855 | 80 |
| bolvorming tweede oogst (%) | 55 | 58 | 56 | 59 | 60 | 62 | 56 | 71 | 11 |
| eindopbrengst (ton/ha) | | | | | | | | | |
| - vers | 54 | 68 | 66 | 66 | 67 | 64 | 60 | 59 | 5 |
| - droog | 6,6 | 8,5 | 8,2 | 7,9 | 8,1 | 8,0 | 7,6 | 7,5 | 0,7 |
| aantal planten geoogst ($m^{-2}$ ) | 61 | 63 | 65 | 61 | 63 | 63 | 63 | 59 | 3 |

1) Op één van de proeven is slechts 120 kg N gestrooid. De gemiddelde gift is derhalve niet 150, maar 140.

Tabel 15. Dag van 50% gestreken loof op de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV3510 en BEM915 na een gezamenlijke analyse.

| object | proef | | gemiddelde |
|---|---|---|---|
| | PAGV3510 | BEM915 | |
| ONBEH | 238 | 252 | 245 |
| VZ50 | 235 | 247 | 241 |
| VZ100 | 233 | 246 | 240 |
| VZ150 | 232 | 244 | 238 |
| SV110 | 228 | 243 | 235 |
| SV111 | 233 | 248 | 241 |
| SV110B0N125 | 237 | 252 | 244 |
| SV111B0N125 | 234 | 253 | 243 |
| LSD (5%) | 5 | 5 | 3 |

Tabel 16. Effect van toepassing van het stikstofbijmestsysteem op het gewichtsverlies na bewaring en het percentage kale uien na de huidvastheidstest, gemiddeld over de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV 3510, BEM 899, BEM 915.

| object | gewichtsverlies (%) | kale uien (%) |
|---|---|---|
| ONBEH | 7,5 | 0,1 |
| VZ 50 | 6,7 | 0,0 |
| VZ 100 | 6,5 | 0,1 |
| VZ 150 | 6,8 | 0,0 |
| SV 110 | 6,8 | 0,1 |
| SV 111 | 7,0 | 0,2 |
| SV 110 B0N 125 | 6,9 | 0,1 |
| SV 111 B0N 125 | 7,4 | 0,1 |
| LSD 5% | 0,5 | 0,2 |

nauwelijks stikstof is gegeven, verloren de uien van dit object net als de uien van onbehandeld iets meer gewicht tijdens bewaring.

In twee proeven is het effect nagegaan van uitsluitend het achterwege laten van de buffervoorraad. De resultaten van de gezamenlijke analyse zijn opgesomd in de tabellen 17 en 18. Uit tabel 17 blijkt dat gemiddeld over de beide proeven (PAGV3510 en BEM899) een significant opbrenstverschil alleen tussen het onbehandelde object en de overige behandelingen kon worden waargenomen. Niettemin lijkt het verlagen van de streefwaarden door het achterwege laten van de buffervoorraad in een NBS met drie giften enige opbrengst te hebben gekost. Bij een NBS met twee giften lijkt de opbrengstderving beperkt. Het achterwege laten van de buffervoorraad had in vergelijking met SV110 en SV111 uiteraard een effect op het hoogte van de stikstofgift, het berekende stikstofverlies, het stikstofgehalte in de drogestof en de totale stikstofopname. Een effect op de stikstofbenutting kon niet worden geconstateerd, net als een effect op het gewichtsverlies tijdens bewaring (tabel 18). Het percentage gestreken loof is alleen bepaald op PAGV3510 en maakte duidelijk hetgeen reeds uit tabel 15 naar voren kwam: het hanteren van lagere streefwaarden resulteerde in een later strijkend gewas. De uien van de objecten SV110B0 en SV110B0N125 streken op die proef 6 respectievelijk 9 dagen later dan de uien van SV110. Bij de NBS-variant met drie giften is de vertraging minder: 5 respectievelijk 1 dag(en). De erva-

Tabel 17. Resultaten variantie-analyse voor de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV 3510 en BEM 899.

| variable | object | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ONBEH | VZ 50 | VZ 100 | VZ 150 | SV 110 | SV 111 | SV 110 B0 | SV 111 B0 | SV 110 B0N 125 | SV 111 B0N 125 | LSD 5% |
| stikstofgift (kg/ha) | 0 | 50 | 100 | 135[1] | 126 | 75 | 73 | 24 | 21 | 8 | - |
| Nmin kort na de oogst (0-60 cm) (kg/ha) | 23 | 25 | 40 | 40 | 38 | 25 | 15 | 13 | 23 | 19 | 22 |
| berekend N-verlies (kg/ha) | 0 | 7 | 44 | 73 | 58 | 22 | 40 | 7 | -6 | -25 | 18 |
| N opname bij eindoogst (kg/ha) | 91 | 132 | 130 | 136 | 144 | 142 | 121 | 106 | 103 | 106 | 14 |
| N gehalte totale drogestof (g/kg) | | | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 36,6 | 40,6 | 40,3 | 42,2 | 40,0 | 39,6 | 36,7 | 38,4 | 37,6 | 36,3 | 2,7 |
| - tweede oogst | 19,1 | 22,7 | 25,0 | 25,1 | 26,3 | 23,5 | 24,2 | 20,2 | 21,0 | 19,7 | 1,7 |
| - derde oogst | 11,1 | 12,7 | 12,9 | 13,9 | 14,7 | 14,0 | 12,7 | 11,6 | 11,4 | 12,2 | 0,9 |
| N recovery (%) | - | 83 | 39 | 32 | 43 | 69 | 43 | 67 | 53 | 100 | 33 |
| LAI ($m^2/m^2$) | | | | | | | | | | | |
| - eerst oogst | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,01 |
| - tweede oogst | 0,94 | 1,29 | 1,19 | 1,15 | 1,34 | 1,26 | 1,21 | 1,21 | 1,19 | 1,18 | 0,29 |
| drogestofproduktie ($g/m^2$) | | | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 6,6 | 7,2 | 6,4 | 6,5 | 6,0 | 7,2 | 6,2 | 5,5 | 6,1 | 6,7 | 1,9 |
| - tweede oogst | 217 | 270 | 256 | 254 | 267 | 258 | 237 | 232 | 250 | 253 | 47 |
| - derde oogst | 839 | 1058 | 1012 | 995 | 980 | 1034 | 978 | 920 | 906 | 872 | 110 |
| bolvorming tweede oogst (%) | 53 | 51 | 48 | 58 | 47 | 52 | 48 | 52 | 43 | 67 | 17 |
| eindopbrengst (ton/ha) | | | | | | | | | | | |
| - vers | 52 | 69 | 66 | 65 | 65 | 64 | 63 | 59 | 61 | 60 | 8 |
| - droog | 6,7 | 8,5 | 8,2 | 7,9 | 8,1 | 7,9 | 7,9 | 7,4 | 7,6 | 7,5 | 1,0 |
| aantal planten geoogst ($m^{-2}$) | 58 | 59 | 63 | 60 | 60 | 59 | 62 | 58 | 61 | 57 | 5 |

1) Op één van de proeven is slechts 120 kg N gestrooid. De gemiddelde gift is derhalve niet 150 maar 135.

Tabel 18. Effect van toepassing van het stikstofbijmestsysteem op het gewichtsverlies na bewaring en het percentage kale uien van de huidvastheidstest, gebaseerd op de gemeenschappelijke objecten van de proeven PAGV 3510 en BEM 899.

| object | gewichtsverlies (%) | kale uien (%) |
|---|---|---|
| ONBEH | 6,9 | 0,0 |
| VZ 50 | 6,1 | 0,0 |
| VZ 100 | 5,6 | 0,0 |
| VZ 150 | 6,2 | 0,0 |
| SV 110 | 6,0 | 0,1 |
| SV 111 | 6,3 | 0,2 |
| SV 110 B0 | 6,4 | 0,0 |
| SV 111 B0 | 6,3 | 0,1 |
| SV 110 B0N 125 | 6,1 | 0,2 |
| SV 111 B0N 125 | 6,8 | 0,1 |
| LSD 5% | 0,9 | 0,3 |

ringen van de jaren 1991, 1992 en 1993 hebben in 1994 geleid tot een gewijzigde opzet van het onderzoek. De wijziging betrof drie onderdelen:

- Op de eerste plaats is in deze opzet de grondbemonstering voor de zaai komen te vervallen. De groei in de beginfase op de NBS-objecten met een gemiddelde eerste gift van 28 kg N $ha^{-1}$ ($s_{n-1}$ = 9 kg N $ha^{-1}$) en op de onbehandelde objecten bleek immers niet minder te zijn dan de groei van de objecten waarbij vóór de zaai 50, 100 of 150 kg N per ha werd gegeven (tabel 8). In de beide proeven in 1994 is derhalve bij de NBS-objecten volstaan met een vaste gift van 30 kg N per ha ongeacht de $N_{min}$ in de grond vóór de zaai.
- Op de tweede plaats is onderzoek naar een NBS van drie giften in 1994 niet meer uitgevoerd. De vorige jaren hadden immers duidelijk gemaakt dat de derde gift gemiddeld gering was: 19 kg N $ha^{-1}$ voor een NBS dat uitging van een totale stikstofopname van 160 kg N $ha^{-1}$ en een buffervoorraad van 35 kg N $ha^{-1}$. Deze geringe gift was het gevolg van een gemiddelde voorraad minerale stikstof rond het tijdstip van tweede bijbemesting (rond het moment van 50% bolvorming) in de laag 0-60 van 90 kg N $ha^{-1}$. Hiervan werd 46 kg gevonden in de laag 0-30 cm, waar de meeste wortels van de uien zich bevinden (Greenwood et al., 1982).

Vanaf bolvorming hebben uien volgens de NBS-opnamecurve (die blijkens figuur 6 een bovengrens in de stikstofopname weergaf) nog maximaal 51 kg N per ha nodig. De behoefte aan extra bemesting in deze situatie lijkt niet groot. Hiervoor zijn een aantal aanwijzingen. De uien die slechts 50 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai kregen toegediend en evenveel opbrachten als zwaarder bemeste uien (tabel 8) lieten na de oogst slechts 30 kg N per ha achter, waarvan 10 kg in de laag 0-30 cm. Daarbij komt dat prei, die familie is van de uien en waarvan het wortelstelsel morfologisch veel lijkt op dat van uien, stikstof zeer efficiënt kan opnemen (De Willigen, 1994). Tenslotte kan uit de NBS-opnamecurve (figuur 1) afgeleid worden dat de stikstofopnamesnelheid na de bolvorming snel daalt.

- Op de derde plaats zijn bij de bemesting rond het 4-bladstadium vier verschillende streefwaarden getest, zonder hierbij een onderscheid te maken naar buffer of stikstofbehoefte van het gewas. Dit is gedaan omdat deze gift betrekking heeft op een lange periode. In deze periode moet niet alleen rekening gehouden worden met de hoeveelheid N die het gewas nog moet opnemen en de eventuele buffer die daarvoor nodig is, maar ook met bodemprocessen als immobilisatie, mineralisatie, uitspoeling, denitrificatie etc. Daarbij komt dat uit figuur 6 is gebleken dat de maximale stikstofopname sterk kan variëren.

De resultaten van het onderzoek met deze gewijzigde opzet zijn samengevat in de tabellen 19 en 20, waarbij de cijfers gemiddelden over de beide proeven in 1994 betreffen. De laagste gehanteerde streefwaarde van 100 kg N $ha^{-1}$ (object SV010B0N 107) bleek gemiddeld over beide proeven evenveel op te brengen als een vaste gift vóór zaai van 100 kg N $ha^{-1}$. Echter, op één van beide proeven (BEM940) brachten de uien bemest volgens de laagste streefwaarde significant minder op dan de uien bemest volgens de hogere streefwaarden (bijlage F). Met het verlagen van de streefwaarde kon naast de stikstofgift ook geconstateerd worden dat de $N_{min}$-rest na de oogst en het berekende N-verlies over het gehele seizoen daalde. De uiteindelijke stikstofopname bleek niet te zijn beïnvloed door de streefwaarde, terwijl de stikstofbenutting iets leek toe te nemen met de streefwaarde. Het stikstofgehalte bij de eindoogst bleek te verschillen tussen enerzijds de streefwaarden 200 en 160 kg N $ha^{-1}$ (objecten SV010N177 en SV010N134) en anderzijds de streefwaarden 125 en 100 kg N $ha^{-1}$ (objecten SV010B0N134 en SV010B0N107) zonder dat dit leidde tot

Tabel 19. Resultaten variantie-analyse van de proeven RH 1524 en BEM 940.

| variabele | object | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ON-BEH | VZ 50 | VZ 100 | VZ 150 | SV 010 N 177 | SV 010 N 134 | SV 010 B0 N 134 | SV 010 B0 N 107 | LSD (5%) |
| stikstofgift (kg/ha) | 0 | 50 | 100 | 150 | 149 | 104 | 65 | 44 | - |
| Nmin kort na de oogst (0-60 cm) (kg/ha) | 32 | 40 | 50 | 78 | 82 | 55 | 46 | 44 | 17 |
| berekend N verlies (kg/ha)[1] | | | | | | | | | |
| - periode 1 | 0 | 28 | 61 | 72 | 79 | 57 | 36 | 15 | 20 |
| - periode 2 | 0 | 8 | -15 | -8 | 8 | 18 | 6 | 5 | 46 |
| - periode 3 | 0 | -10 | 16 | -11 | 51 | 25 | 19 | -5 | 45 |
| - periode 4 | 0 | -2 | 7 | -19 | 59 | 43 | 25 | 0 | 22 |
| N opname bij eindoogst (kg/ha) | 70 | 83 | 90 | 101 | 89 | 93 | 84 | 86 | 10 |
| N gehalte totale drogestof (g/kg) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 42,5 | 44,1 | 45,4 | 45,0 | 43,7 | 44,9 | 44,2 | 44,5 | 1,3 |
| - tweede oogst | 17,0 | 17,9 | 20,9 | 22,4 | 21,5 | 19,4 | 18,1 | 18,3 | 1,2 |
| - derde oogst | 13,8 | 15,0 | 15,4 | 16,1 | 16,6 | 16,9 | 15,5 | 15,3 | 0,6 |
| N recovery (%) | - | 27 | 20 | 21 | 13 | 22 | 23 | 36 | 12 |
| LAI ($m^2$ $m^2$) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 0,019 | 0,023 | 0,020 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,020 | 0,022 | 0,004 |
| - tweede oogst | 0,45 | 0,57 | 0,62 | 0,68 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,59 | 0,09 |
| drogestofproduktie (g/$m^2$) | | | | | | | | | |
| - eerste oogst | 2,1 | 2,4 | 2,1 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 0,4 |
| - tweede oogst | 111 | 135 | 130 | 142 | 121 | 127 | 127 | 144 | 19 |
| - derde oogst | 503 | 557 | 583 | 633 | 535 | 548 | 547 | 562 | 65 |
| bolvorming tweede oogst (%) | 68 | 78 | 67 | 60 | 54 | 67 | 73 | 72 | 12 |
| eindoogst vers (ton/ha) | 32,0 | 34,8 | 36,5 | 39,7 | 35,5 | 35,6 | 36,9 | 35,0 | 3,8 |
| aantal planten geoogst ($m^{-2}$) | 88 | 87 | 89 | 90 | 91 | 90 | 93 | 86 | 5 |

1) periode 1 = voor zaai - kort na oogst
periode 2 = 2-4 blad - bolvorming
periode 3 = bolvorming - kort na oogst
periode 4 = 2-4 blad - kort na oogst.

een verschil in opbrengst. De stikstofgehaltes van de objecten VZ50 en VZ100 lagen overigens op het niveau van de twee lagere streefwaarden. Aan de hand van de waarneming aan de bolvorming kon geen verschil in vroegrijpheid als gevolg van de hoogte van de streefwaarde worden geconstateerd. Op RH1524 kon worden waargenomen dat de NBS-objecten onderling niet verschilden in de dag waarop (na lineaire interpolatie tussen waarnemingsdatums) het loof voor 50% gestreken was: 22-24 augustus. De uien op de objecten VZ100 en VZ150 streken echter circa 10 dagen eerder (12-13 augustus) dan de uien op de NBS-veldjes, terwijl de uien van VZ50 pas op 22 augustus streken. De uien op de onbehandelde veldjes waren gemiddelde op 13 september voor 50% gestreken. Op BEM-940 werd het moment van 50% gestreken loof niet waargenomen. Het percentage gestreken loof op 5 september verschilde niet siginificant als gevolg van de hoogte van de streefwaarden of als gevolg van de wijze van bemesting (vaste gift vóór zaai versus NBS). Het bewaarresultaat van de beide proeven in 1994 geen verschillen zien tussen de verschillende behandelingen (tabel 20).

Tabel 20. Effect van toepassing van het stikstofbijmestsysteem op het gewichtsverlies na bewaring en het percentage kale uien na de huidvastheidstest, gebaseerd op de gemeenschappelijke objecten van de proeven RH 1524 en BEM 940.

| object | gewichtsverlies (%) | kale uien (%) |
|---|---|---|
| ONBEH | 4,6 | 0,8 |
| VZ 50 | 4,5 | 1,0 |
| VZ 100 | 4,5 | 1,2 |
| VZ 150 | 4,5 | 1,3 |
| SV 010 N 177 | 4,4 | 1,0 |
| SV 010 N 134 | 4,3 | 1,5 |
| SV 010 BON 134 | 4,4 | 1,1 |
| SV 101 BON 107 | 4,5 | 1,1 |
| LSD (5%) | 0,3 | 0,4 |

### 3.4 Effect van toediening van de eerste gift als rijenbemesting met N- of NP meststof

Aangezien uien tot het 4-bladstadium maar weinig stikstof opnemen, zal de adviesgift bij bemesting volgens NBS voor de eerste gift laag zijn. In het onderzoek is daarom getracht het effect na te gaan van bemesting van deze gift in of bij de rij in vergelijking met breedwerpige toepassing. In tabel 21 is de invloed van de wijze van toediening van de eerste stikstofgift samengevat, samen met de invloed van toevoeging van fosfaat aan de meststof in of bij de rijen. In 1993 en 1994 is hierbij gebruik gemaakt van een ammoniumpolyfosfaat. Dit is een fosfaatmeststof waarbij de fosfaat in lange molecuulketens is gebonden en waaruit de fosfaat door afbraak van deze ketens langzaam vrijkomt. Bij polyfosfaten is dus sprake van een zgn. 'slow-release' meststof. In tabel 21 is aangegeven hoeveel N en $P_2O_5$ in of bij de rij werden toegediend. In de tabel zijn de objecten met rijenbemesting vergeleken met het NBS-object in dezelfde proef waarin dezelfde streefwaarden zijn gehanteerd. De uiteindelijk stikstofgift op de veldjes met rijenbemesting weken binnen acceptabele grenzen af van de gift op de veldjes met volledig breedwerpige toediening: -24 tot +24 kg N $ha^{-1}$. De tabel maakt duidelijk dat de N-rijenbemesting overwegend resulteerde in een lagere opbrengst zonder dat dit in individuele gevallen een significant verschil betrof. Deze lagere opbrengst ging vaak gepaard met een lagere LAI bij de eerste tussenoogst en een lager aantal planten. In vijf van de zes proeven leek de N-rijenbemesting te resulteren in een hogere $N_{min}$-rest na de oogst in de laag 0-60 cm. Ook had het gewas behandeld met de N-rijenbemesting de neiging om later te strijken.

De toepassing van polyfosfaat resulteerde in twee van de vier proeven in een significante opbrengstverhoging, die op RH1524 zelfs 25% bedroeg. In één proef (BEM915) bedroeg de opbrengstverhoging 5% ($p>0,05$). In vergelijking met een vaste gift vóór zaai van 100 kg $ha^{-1}$ werd echter een 12% hogere opbrengst behaald ($p<0,05$) met de NP-rijenbemesting (totale N-gift 103 kg $ha^{-1}$). Deze opbrengstverhogingen kregen reeds gestalte bij de eerste tussenoogst. Op dat moment bleek de LAI beduidend groter dan volgens een volledig volvelds NBS. Het gewas met de NP-rijenbemesting streek in twee proeven eerder dan het gewas bemest volgens een

Tabel 21. Effect van het toedienen van de eerste NBS-gift als rijenbemesting, eventueel in combinatie met een P-gift in of bij de rij, op een aantal gewas- en bodemkenmerken. Het effect is uitgedrukt in relatieve of absolute zin ten opzichte van het vergelijkbare NBS-object (zelfde aantal giften, zelfde streefwaarden) met uitsluitend volveldsgiften.

| proef | object | giften | | effect als relatief verschil (%)[1] | | | | | effect als absoluut verschil[2] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | $P_2O_5$ | LAI oogst 1 | LAI oogst 2 | bol-vorming | eind-opbrengst | aantal geoogste planten | Ngift (kg $ha^{-1}$) | $N_{min}$-rest (kg $ha^{-1}$) 0-60 cm | N opname (kg $ha^{-1}$) | dag 50% gestreken loof |
| PAGV2953 | SR110N | 13 | - | 4 | 7 | 1 | 2 | -1 | 0 | 15 | 33 | 0 |
| | SR101N | 99 | - | 5 | 3 | -26[3] | 2 | 0 | 0 | 7 | 18 | -4[3] |
| | SR111N | 13 | - | 4 | -12 | -7 | -2 | 2 | 0 | 15 | 1 | 1 |
| PAGV3206 | SR110NP | 27 | 135 | -5 | -12 | -2 | -1 | -6 | 14 | 22 | 23[3] | -4 |
| | SR111NP | 27 | 135 | 36 | -11 | 10 | -7 | -11 | -4 | 4 | 21 | -2 |
| | SR110N | 27 | - | -37 | -33[3] | -22 | -6 | -10 | 27 | 34 | 7 | 4 |
| | SR111N | 27 | - | -14 | -17 | -14 | -8 | -14[3] | 2 | 4 | -4 | 5 |
| PAGV3510 | SR110NP | 16 | 87 | 101[3] | 24 | 71[3] | 10[3] | -4 | 1 | 12 | 19 | -4[3] |
| | SR110N | 7 | - | 15 | -14 | 5 | -6 | -6 | -24 | 28 | -33[3] | 2 |
| BEM915 | SR110NP | 16 | 87 | 43[3] | 27[3] | 0 | 5 | -4 | 24 | 13 | 5 | -8[3] |
| | SR110N | 16 | - | -9 | -6 | -14 | 0 | -6 | 16 | 8 | 7 | 1 |
| RH1524 | SR010N177N1 | 14 | - | -14 | -15 | -12 | -4 | -4 | -7 | 8 | 1 | 4 |
| | SR010N177N2 | 33 | - | -11 | 0 | 38 | -9 | -12[3] | -2 | 13 | -2 | 2 |
| | SR010N177NP1 | 14 | 76 | 36[3] | 29[3] | 62[3] | 25[3] | -1 | -22 | 4 | 20[3] | -6 |
| | SR010N177NP2 | 42 | 94 | -21 | -8 | 12 | -7 | -15[3] | 18 | 17 | -14 | 2 |
| BEM940 | SR010N177N1 | 14 | - | -17[3] | -5 | 16 | -4 | -11[3] | 1 | -21 | -5 | -[4] |
| | SR010N177N2 | 33 | - | -8 | -2 | 9 | -3 | -15[3] | -1 | -17 | 2 | -[4] |
| | SR010N177NP1 | 14 | 76 | 0 | 3 | 19 | 2 | -16[3] | -4 | -25 | 0 | -[4] |
| | SR010N177NP2 | 42 | 94 | 0 | 2 | 31[3] | 0 | -13[3] | 16 | -17 | 3 | -[4] |

1. Verschil berekend als: 100% * ( $kenmerk_{rij}$ - $kenmerk_{volvelds}$ ) / $kenmerk_{volvelds}$
2. Verschil berekend als: $kenmerk_{rij}$ - $kenmerk_{volvelds}$.
3. Verschil wijkt betrouwbaar af van 0 ($p < 5\%$).
4. Niet waargenomen.

volledig volvelds NBS, en vertoonde een dergelijke trend op RH1524. Dit zou kunnen duiden op een positief effect van NP-rijenbemesting op de gewasontwikkeling. De waarneming aan het percentage bolvorming kan een dergelijk effect niet onderstrepen. De proef RH1524 maakte duidelijk dat het toevoegen van een extra N-gift (NP2) het voordeel van de NP-rijenbemesting teniet kan doen. Overigens verminderde de NP-rijenbemesting net als de N-rijenbemesting het aantal geoogste planten.
De resultaten uit tabel 21 maken duidelijk dat de rijenbemesting een negatief effect had op het gewas. Hiervoor kunnen twee oorzaken aangewezen worden. Op de eerste plaats is het mogelijk dat de kouter van de vloeibare meststof de grond onder het zaad heeft verstoord en daarmee de capillaire opstijging van water heeft bemoeilijkt en de structuur verslechterd. Op de tweede plaats kan de plaatsing van een hoge concentratie van meststof vlak bij het zaad hebben geleid tot osmotische schade. Het positieve effect van een NP-rijenbemesting met ammonium polyfosfaat lijkt in staat dit negatieve effect te compenseren, dat getuige het effect op de plantdichtheid wel degelijk aanwezig was.

In tabel 22 is het effect van de N(P)-rijenbemesting op de bewaring samengevat. De NP-rijenbemesting leidde in één proef (RH1524) tot iets meer kale uien, en in twee proeven tot minder gewichtsverlies in vergelijking met het volvelds NBS-object. De N-rijenbemesting resulteerde in één proef in minder gewichtsverlies en in een ander in meer gewichtsverlies ($P<0,05$).
In 1994 zijn op beide proeven waarnemingen gedaan aan de bladlengte. De resultaten hiervan staan vermeld in tabel 23. Op RH1524 bleek op 21 juni de totale bladlengte per plant op de veldjes met NP-rijenbemesting en lage N-dosering (SR010N 177NP1) beduidend hoger dan dat van de andere veldjes. Op 1 juli werd alleen de bladlengte van het langste blad bepaald en kon genoemd verschil niet meer aangetoond worden. Op BEM940 werd op 28 juni waargenomen dat de uien die behandeld waren met NP-rijenbemesting in de lage N-dosering langer waren dan de uien van het vergelijkbare NBS-object met volledig breedwerpige toediening van stikstof (SV010N177).

In één proef (PAGV2953) is in de veldjes met N-rijenbemesting een indicatie verkegen van de variatie in de monstername. Hiertoe zijn per veldje met rijenbemesting 3

monsters tussen de rij gestoken in de laag 0-30 cm. Uit een variantie-analyse is gebleken dat de standaardafwijking van een grondmonster op deze veldjes 23,4 kg N $ha^{-1}$ bedroeg bij een gemiddelde waarde van 111 kg N $ha^{-1}$.

Tabel 22. Effect van het toedienen van de eerste SBS-gift als rijenbemesting (eventueel in combinatie met een P-gift) uitgedrukt als verschil met het vergelijkbare SBS-object met alleen volveldsgiften, op het gewichtsverlies in de bewaring en het percentage kale uien na de huidvastheidstest.

| proef | object | gewichtsverlies (%)[1] | kale uien (%)[1] |
|---|---|---|---|
| PAGV 2953 | SR 110 N | -0,1 | 3,9 |
| | SR 101 N | -0,1 | 2,9 |
| | SR 111 N | -0,1 | 0,6 |
| PAGV 3206 | SR 110 NP | 0,0 | -0,3 |
| | SR 111 NP | -1,1 | -0,2 |
| | SR 110 N | 0,4 | -0,3 |
| | SR 111 N | -1,2 | 0,2 |
| PAGV 3510 | SR 110 NP | -1,7 | 0 |
| | SR 110 N | -0,8 | 0 |
| BEM 915 | SR 110 NP | -1,0 | 0,1 |
| | SR 110 N | -0,8 | 0,2 |
| RH 1524 | SR 010 N177 N1 | 0,1 | 0,1 |
| | SR 010 N177 N2 | 0,5 | 0,2 |
| | SR 010 N177 NP1 | 0,1 | 0,9 |
| | SR 010 N177 NP2 | 0,0 | 0,5 |
| BEM 940 | SR 010 N177 N1 | -0,4 | 0,1 |
| | SR 010 N177 N2 | -0,1 | 0,1 |
| | SR 010 N177 NP1 | -0,1 | 0,2 |
| | SR 010 N177 NP2 | 0,0 | 0,2 |

1) Verschil berekend als 100%* (resultaat rij - resultaat volvelds)/(resultaat volvelds).

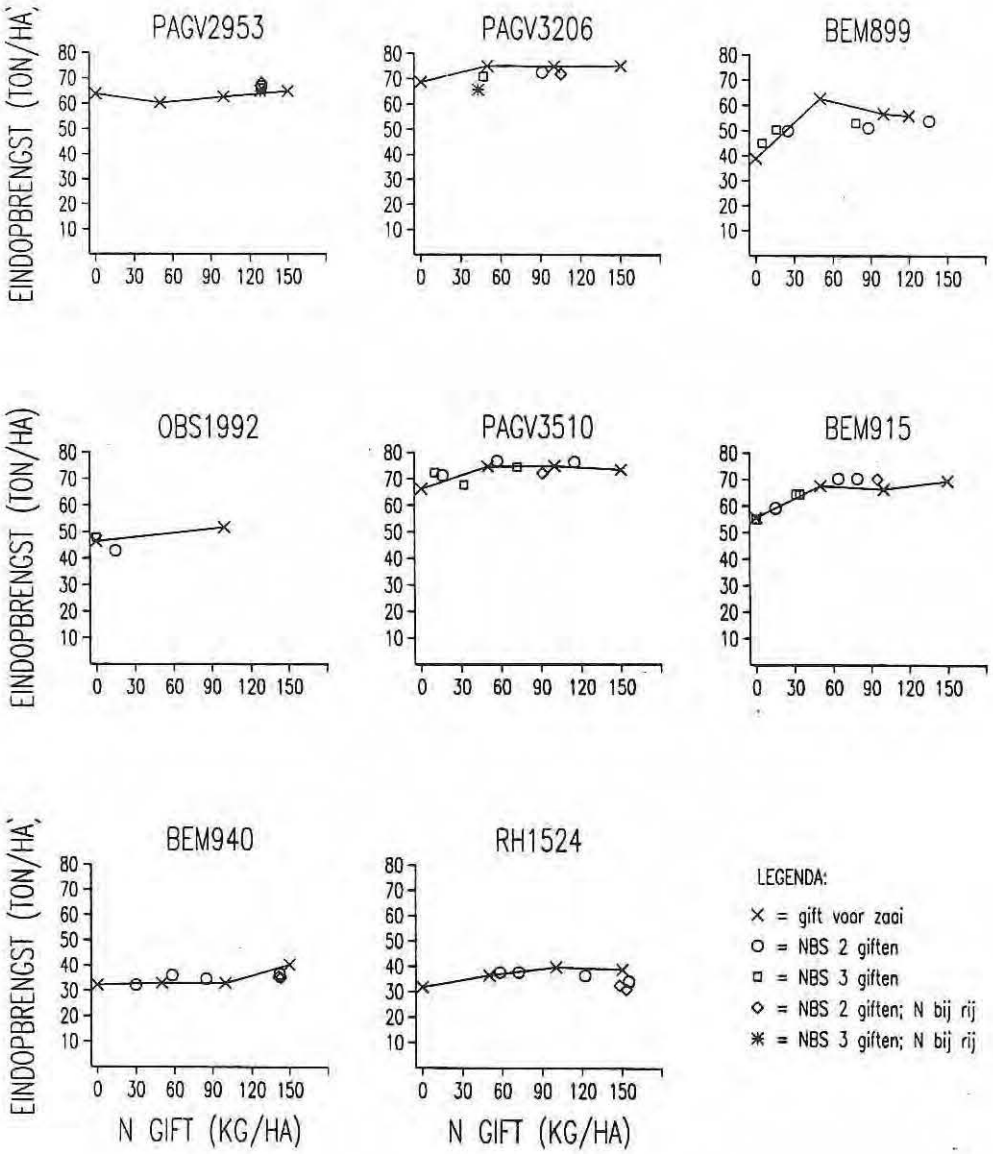
Tabel 23. Invloed van behandelingen op totale gemiddelde lengte van de bladeren per plant (cm) op 21/6 op RH1524 en op de gemiddelde lengte van het langste blad (cm) op 1/7 op RH1524 en 28/6 op BEM940.

| behandeling | RH1524 | | BEM940 |
|---|---|---|---|
| | 21/6 | 1/7 | 28/6 |
| ONBEH | 33,1 | 25,0 | 15,5 |
| VZ50 | 32,6 | 28,0 | 14,8 |
| VZ100 | 28,8 | 30,2 | 14,6 |
| VZ150 | 30,5 | 28,0 | 14,5 |
| SV010N177 | 29,5 | 25,9 | 14,5 |
| SV010N134 | 29,1 | 26,5 | 15,7 |
| SV010B0N134 | 28,6 | 27,2 | 15,1 |
| SV010B0N107 | 33,2 | 26,3 | 14,7 |
| SR010N177N1 | 29,2 | 27,0 | 14,9 |
| SR010N177N2 | 31,8 | 28,2 | 14,8 |
| SR010N177NP1 | 40,3 | 29,8 | 16,6 |
| SR010N177NP2 | 31,8 | 29,0 | 15,7 |
| LSD (5%) | 6,0 | 3,0 | 1,8 |

## 3.5 Relatie tussen stikstofgift en opbrengst, stikstofbenutting, (berekend) stikstofverlies en $N_{min}$-rest na de oogst

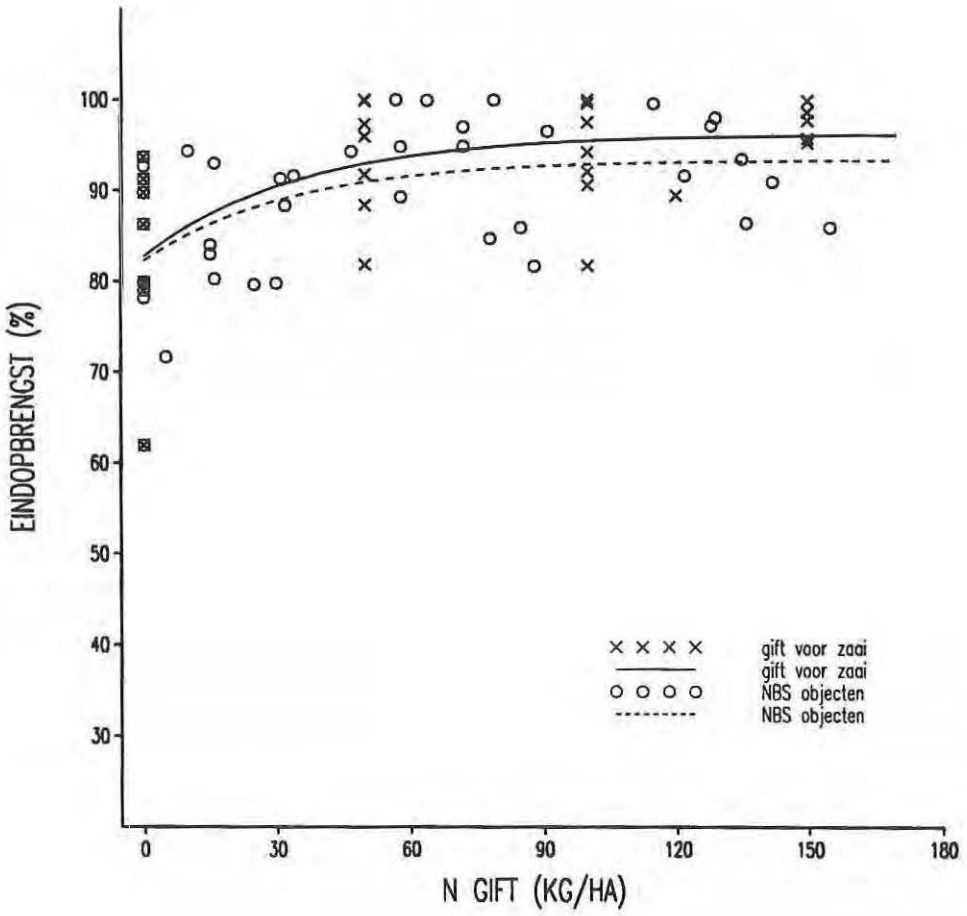
### *3.5.1 Opbrengst*

In figuur 11 is per proef de eindopbrengst (ton $ha^{-1}$) uitgezet tegen de stikstofgift. De waarnemingen gedaan aan de objecten met een vaste gift vóór de zaai (VZ50, VZ100, VZ150) alsmede het onbehandelde object zijn in de figuur verbonden door een lijn. De waarnemingen verricht aan de NBS-objecten met twee giften ( zaai en rond het 4- vóór bladstadium) en met drie giften (vóór zaai, rond het 4- vóór bladstadium en rond de bolvorming) zijn in de figuren weergegeven evenals de waarnemingen aan de objecten met N-rijenbemesting. De gegevens van de objecten met NP-rijenbemesting zijn niet opgenomen. Zoals verwacht mag worden op basis van de gegevens in tabel 8, blijken de NBS-objecten over het algemeen niet sterk af te wijken van de lijn uitgezet door de objecten met een vaste gift vóór zaai. Alleen op RH1524 leken de NBS-objecten met een hoge N-gift te hebben geresulteerd in een lagere opbrengst dan verwacht zou mogen worden op basis van de vaste giften vóór




Figuur 11. Eindopbrengst aan gedroogde uien in relatie tot de stikstofgift in 8 proeven. In elk van de figuren zijn de waarnemingen aan de objecten met een eenmalige vaste gift vóór zaai samen met het onbehandelde object verbonden door een lijn. De waarnemingen op de NBS objecten (ongeacht de gehanteerde streefwaarden) zijn in de figuren met symbolen aangeduid.

zaai. Van de drie objecten die bij een totaalgift van rond de 150 kg N $ha^{-1}$ onder de getrokken lijn liggen week slechts één object significant af van het object VZ150.
In figuur 12 is de stikstofgift van de objecten met een eenmalige vaste gift vóór de zaai (VZ50, VZ100 en VZ150) samen met de onbehandelde objecten uitgezet tegen

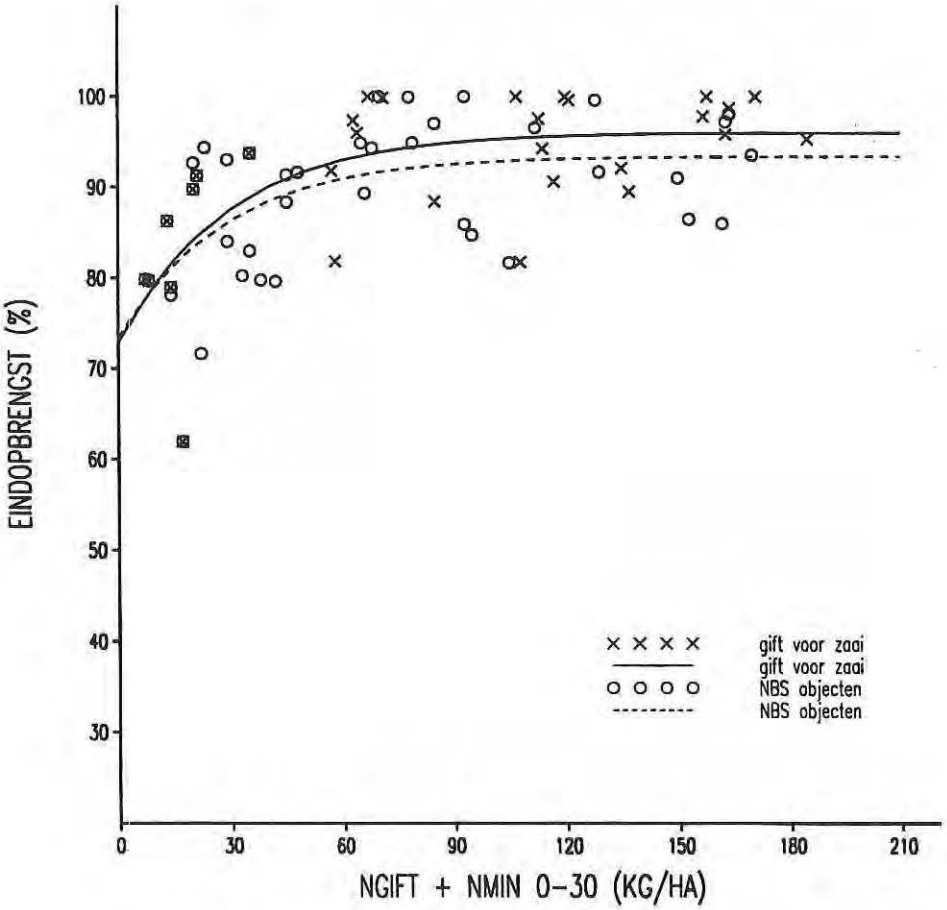



Figuur 12. Invloed van de stikstofgift op de eindopbrengst aan gedroogde uien die per proef gerelateerd is aan de maximale opbrengst. De waarnemingen aan de objecten met een eenmalige vaste gift vóór zaai zijn samen met de onbehandelde objecten gefit met een exponentiele curve. De waarnemingen aan de NBS-objecten met uitsluitend breedwerpige giften zijn samen met de onbehandelde objecten eveneens gefit met een exponentiële curve.

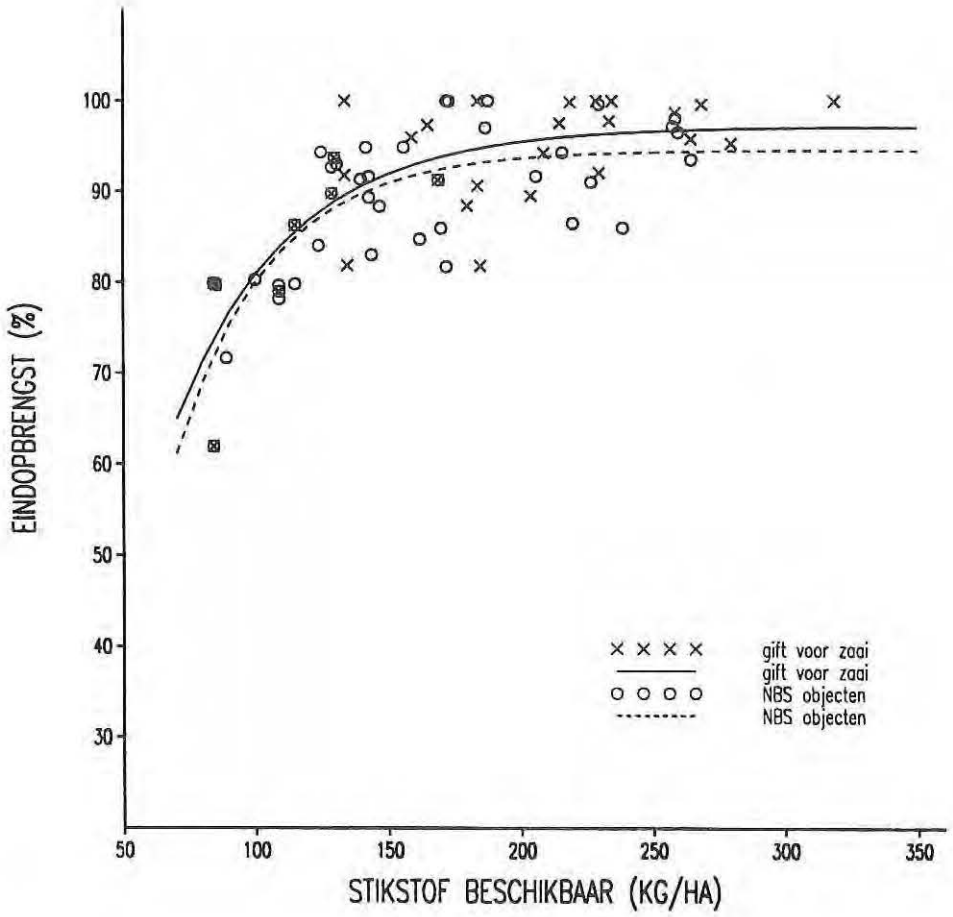
de opbrengst uitgedrukt als percentage van de maximale opbrengst per proef. Tevens zijn in die figuur de waarnemingen van alle NBS-objecten (excl. de objecten met rijenbemesting) samen met de onbehandelde objecten opgenomen. De waarnemingen zijn voor zowel de eenmalige giften vóór zaai als de NBS-objecten (inclusief onbehandeld) gefit met een exponentiële curve (vergelijking (4)) die 36 respectievelijk 24% van de variantie in de relatieve opbrengst verklaarde. De curve van de eenmalige giften (inclusief onbehandeld) lag iets boven de curve van de NBS-objecten (inclusief onbehandeld). In figuur 13 is de relatieve opbrengst uitgezet tegen de som van de stikstofgift en de voorraad minerale stikstof vóór de zaai in de laag 0-30 cm. De gefitte curven verklaarden 43 respectievelijk 29% van de variatie in de relatieve opbrengst. Blijkbaar verhoogde de $N_{min}$ vóór de zaai de verklarende waarde van de relatie nauwelijks, hetgeen overeenkomt met de conclusie van De Visser et al. (1995). Door in plaats van de $N_{min}$ vóór de zaai de $N_{min}$ ten tijde van de eerste bijbemesting te nemen kon de variantie in de relatieve opbrengst slechts voor 30 respectievelijk 17% verklaard worden. De $N_{min}$ eind mei/ begin juni bleek dus ten opzichte van de $N_{min}$ vóór de zaai de spreiding in de relatieve opbrengst niet in hogere mate te verklaren. In figuur 14 is de relatieve opbrengst vervolgens uitgezet tegen de som van de stikstofgift, de voorraad minerale stikstof vóór zaai in de laag 0-30 cm en de netto-mineralisatie waargenomen op onbehandeld. Deze netto-mineralisatie is berekend als de som van de stikstofopname op onbehandeld en de $N_{min}$-rest na de oogst van het onbehandelde gewas waarop de voorraad minerale stikstof in de laag 0-30 cm in mindering is gebracht. Op deze manier wordt een schatting gemaakt van de totale beschikbare hoeveelheid stikstof. De curven in figuur 14 verklaarden 60 respectievelijk 58% van de variatie in de relatieve opbrengst. Dit geeft aan dat de geschatte netto-mineralisatie een belangrijke rol speelde in het stikstofaanbod voor het gewas gedurende het seizoen.

In figuur 15 is de streefwaarde (som van Ngift en $N_{min}$) ten tijde van de eerste bijbemesting op de NBS-objecten met uitsluitend twee (breedwerpig) toegediende giften uitgezet tegen de opbrengst, uitgedrukt als percentage van de maximale opbrengst per proef. Tussen beide variabelen bleek geen verband te bestaan. Een exponentiele curve kon slechts 4% van de variatie in de relatieve opbrengst verklaren. Met figuur 15 kan derhalve niet aangetoond worden dat de $N_{min}$ in de laag 0-60 cm in de

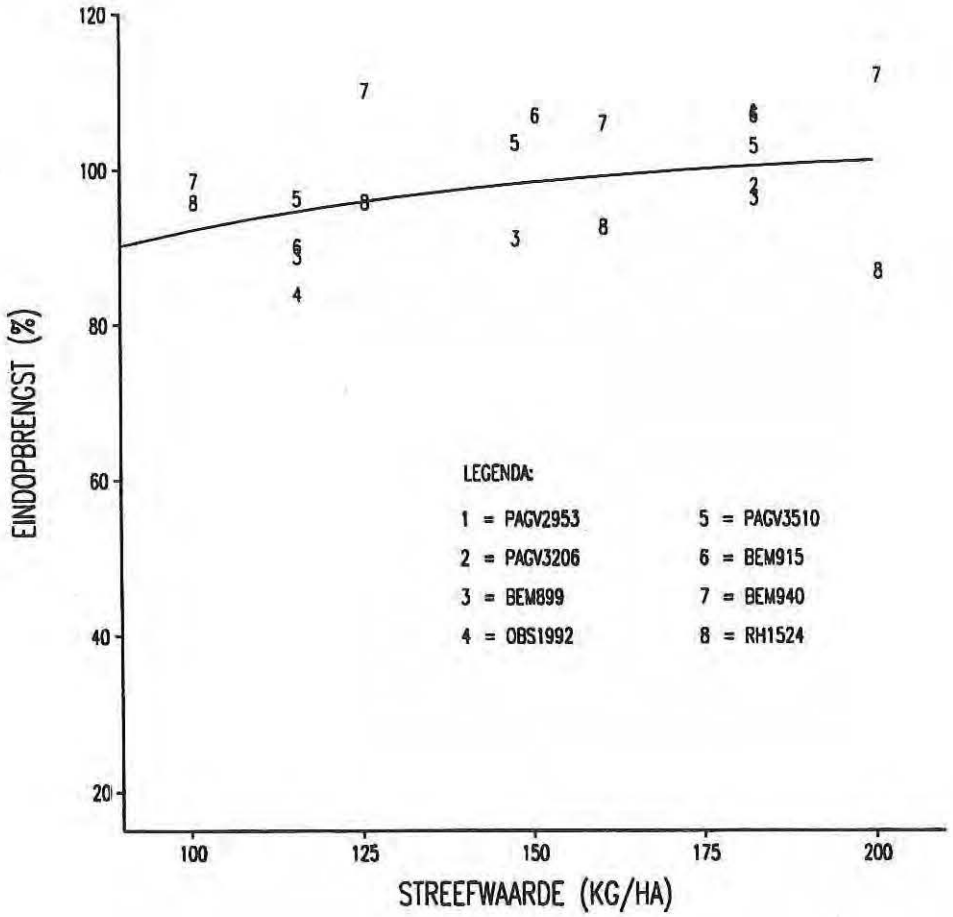
periode van het 1-4-bladstadium bij kan dragen aan de bepaling van de optimale stikstofgift in die periode.




Figuur 13. Invloed van de som van de stikstofgift en de $N_{min}$ in de laag 0-30 cm vóór zaai op de eindopbrengst aan gedroogde uien die per proef gerelateerd is aan de maximale opbrengst. De waarnemingen aan de objecten met een eenmalige vaste gift vóór zaai zijn samen met de onbehandelde objecten gefit met een exponentiële curve. De waarnemingen aan de NBS-objecten met uitsluitend breedwerpige giften zijn samen met de onbehandelde objecten eveneens gefit met een exponentiële curve.




Figuur 14. Invloed van de som van de stikstofgift, de $N_{min}$ in de laag 0-30 cm vóór zaai en de berekende netto mineralisatie op het onbehandelde object (beschikbare hoeveelheid stikstof) op de eindopbrengst aan gedroogde uien die per proef gerelateerd is aan de maximale opbrengst. De waarnemingen aan de objecten met een eenmalige vaste gift vóór zaai zijn samen met de onbehandelde objecten gefit met een exponentiële curve. De waarnemingen aan de NBS-objecten met uitsluitend breedwerpige giften zijn samen met de onbehandelde objecten eveneens gefit met een exponentiële curve.




Figuur 15. Relatie tussen de streefwaarde in het jonge uiengewas (1-4 bladstadium) bij een NBS met twee breedwerpige giften op de eindopbrengst in procenten van de maximale opbrengst per proef.

### *3.5.2 Stikstofbenutting, stikstofverlies en $N_{min}$-rest*

De relaties tussen enerzijds de stikstofbenutting, $N_{min}$-rest na de oogst in de laag 0-60 cm, het berekend stikstofverlies volgens (5) en de som van stikstofopname en $N_{min}$-rest na de oogst in de laag 0-60 cm en anderzijds de stikstofgift zijn allereerst onderzocht voor de objecten waarin de stikstof volledig vóór zaai is gegeven (VZ50, VZ100, VZ150) aangevuld met onbehandeld, omdat alleen voor deze wijze van be-

mesting per proef een voldoende bereik in totale stikstofgift is verkregen om hierop een regressie te baseren. Vervolgens is nagegaan in welke mate de waarnemingen aan de NBS-objecten (uitgezonderd de objecten met NP-rijenbemesting) binnen de 95%-betrouwbaarheidintervallen van de gefitte regressies vallen. De genoemde relaties zijn geanalyseerd met enkelvoudige en tweede machts polynome lineaire regressie-analyse waarbij de invloed van de proef op de regressieconstanten is onderzocht. Het meest volledige model ziet er dan als volgt uit:

$$Y_{ij} = a_i + b_i * GIFT_j + c_i * GIFT_j^2 + \varepsilon_{ij} \quad (8),$$

waarin Y de waarde van de afhankelijke variabele is voor elke combinatie van object j in proef i, GIFT de stikstofgift j per proef van de objecten ONBEH, VZ50, VZ100 en VZ150 en de constanten a, b en c per proef i verschillen. Bij de analyse is uitgegaan van gemiddelde gegevens per proef. In totaal betreft het 30 getallenparen (van OBS1992 slechts twee getallenparen), behalve in geval van de stikstofbenutting waar de objecten onbehandeld per definitie geen waarde opleveren (zie (7)) en derhalve van 22 getallenparen is uitgegaan. Bij geen enkele van de afhankelijke variabelen kon worden geconstateerd dat de constante voor een kwadratische term significant afweek van 0. Een significante invloed van de proef op de constante b kon alleen geconstateerd worden bij de $N_{min}$-rest na de oogst. Hierbij werd een verschil geconstateerd tussen enerzijds de waarde van regressieconstante b van PAGV3510 en van OBS1992 en anderzijds die van de overige proeven. De b-waarde voor PAGV3510 bleek relatief laag als gevolg van de geringe hoeveelheid stikstof die na de oogst in de grond werd aangetroffen. De b-waarde voor OBS1992 was relatief hoog, maar slechts gebaseerd op twee objecten (ONBEH, VZ100). Tussen de andere 6 proeven kon onderling geen verschil in b-waarde worden geconstateerd. Daarom is besloten de relatie tussen de $N_{min}$-rest na de oogst en de stikstofgift met (8) te analyseren. De resultaten staan vermeld in tabel 24.

Uit tabel 24 blijkt dat de stikstofbenutting op het snijpunt van de Y-as ($REC_0$) varieerde van 0,26 tot 0,88. Greenwood et al. (1989) vonden voor uien een waarde voor $REC_0$ van 0,31, terwijl het onderzoek van Greenwood et al. (1992) voor tweedejaars

Tabel 24. Waarden en standaardafwijkingen (s) van de constanten van vergelijking (8) bij verschillende afhankelijke variabelen. De gefitte lijnen verklaarden 60, 75 respectievelijk 83% van de variatie in de achtereenvolgende onafhankelijke variabelen.

| constante | stikstof-benutting | | $N_{min}$-rest | | N-verlies | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | waarde | s | waarde | s | waarde | s |
| hellingshoek | -0,0024 | 0,0008 | 0,277 | 0,041 | 0,473 | 0,042 |
| *snijpunt met Y-as:* | | | | | | |
| -PAGV2953 | 0,72 | 0,12 | 11,5 | 6,9 | -27,0 | 7,0 |
| -PAGV3206 | 0,42 | 0,12 | 28,7 | 6,9 | 1,9 | 7,0 |
| -BEM899 | 0,60 | 0,11 | 7,3 | 6,7 | 0,2 | 6,9 |
| -OBS1992 | 0,26 | 0,17 | 72,6 | 8,9 | -11,0 | 9,1 |
| -PAGV3510 | 0,88 | 0,12 | 17,2 | 6,9 | -5,8 | 7,0 |
| -BEM915 | 0,71 | 0,12 | 23,2 | 6,9 | -2,3 | 7,0 |
| -BEM940 | 0,45 | 0,12 | 42,0 | 6,9 | -0,7 | 7,0 |
| -RH1524 | 0,48 | 0,12 | 13,0 | 6,9 | 10,3 | 7,0 |

plantuien resulteerde in een waarde van 0,50 voor $REC_0$ en een waarde van -0,00086 voor de hellingshoek. Deze hellingshoek geeft aan dat per 100 kg gegeven stikstof 8,6 kg minder benut wordt. Tabel 24 geeft aan dat in onze proeven de hellingshoek van de stikstofbenutting -0,0024 is hetgeen betekent dat per 100 kg gegeven stikstof 24 kg minder benut wordt. In geval van de stikstofbenutting kan vergelijking (8) ($Y_{ij}$ wordt dan $RECOV_{ij}$) gecombineerd worden met vergelijking (7) tot:

$$NOPNAME_{ij} = NOPNAME_{0,j} + a_i * GIFT_j + b * GIFT_j^2 \quad (9)$$

Deze functie geeft de relatie weer tussen de stikstofopname en de stikstofgift en heeft een maximum bij $a_i$/-2*b. Greenwood et al. (1992) vonden een optimum bij een stikstofgift van 291 kg N $ha^{-1}$ (0,50/0,00172) terwijl de waarden van de constanten in tabel 24 resulteren in optima variërend van 54 tot 183 kg N $ha^{-1}$.

Greenwood et al. (1992) vonden dat de relatie tussen de $N_{min}$-rest in de laag 0-90 cm en de stikstofgift het best beschreven kon worden met een tweedemachts polynome regressie, waarvan het snijpunt met de Y-as per proef apart werd bepaald. Neeteson en Wadman (1991) vonden op basis van 5 proeven dat de $N_{min}$-rest in de laag 0-90 cm na teelt van uien toenam van 50 tot 80 kg N $ha^{-1}$ bij N-giften variërend van 0-150

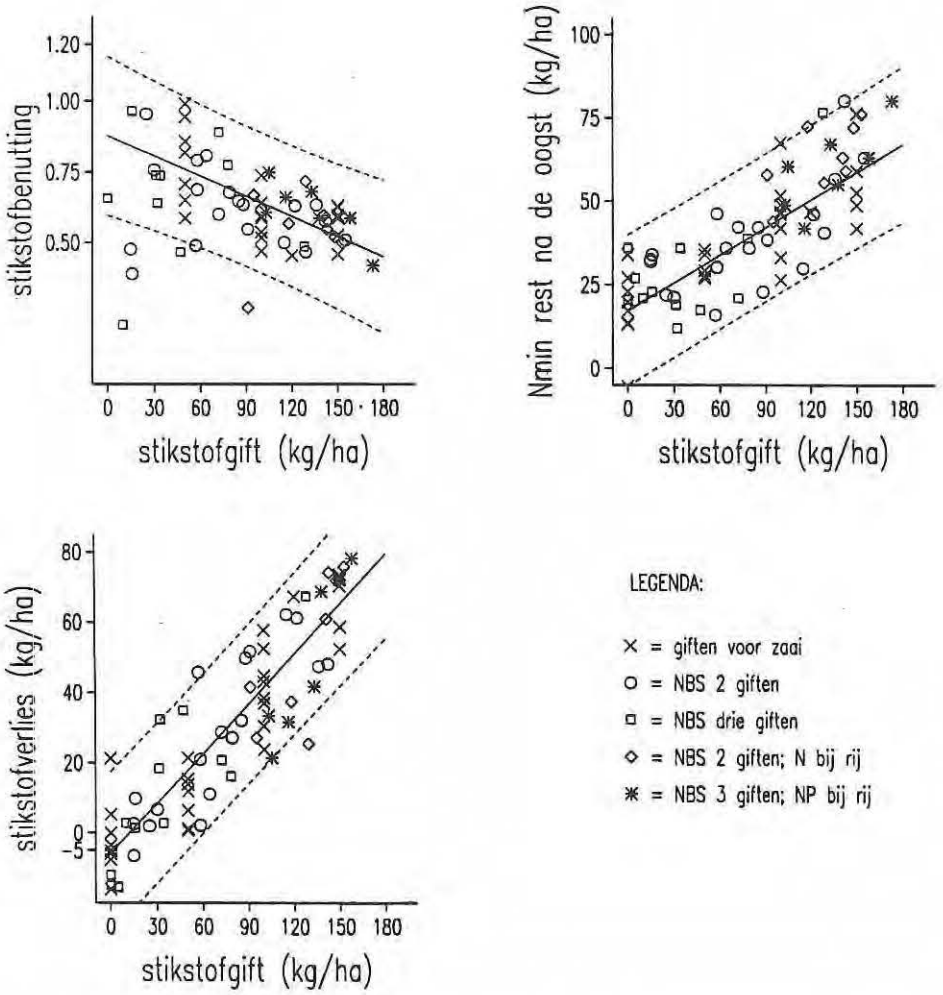
kg N hetgeen gemiddeld neerkomt op 0,2 kg $kg^{-1}$. Gegevens van Wadman et al. (1993) en Schröder en Ten Holte (1993) lieten zien dat de relatie tussen de $N_{min}$-rest en de hoeveelheid gegeven stikstof bij fabrieksaardappelen respectievelijk snijmaïs beschreven kan worden met een tweede machts polynome regressie. In ons onderzoek was waarschijnlijk het bereikt in stikstofgiften (0-150 kg N $^{ha-1}$) onvoldoende om een dergelijke verband te kunnen aantonen. De toename in de $N_{min}$-rest per kg gegeven stikstof nam op basis van de door Greenwood et al. (1992) gevonden fit toe met de stikstofgift. Bij 50, 100 en 150 kg N $ha^{-1}$ bedroeg deze toename 0,17, 0,29 respectievelijk 0,40 kg stikstof per kg gegeven stikstof. De lineaire regressie die gebruikt is om onze resultaten te fitten, resulteerde in een constante waarde van de toename in de $N_{min}$-rest per kg gegeven stikstof: 0,28 kg $kg^{-1}$.

Het stikstofverlies zoals berekend met (5) gaf aan dat per kg gegeven stikstof 0,47 kg niet meer teruggevonden kon worden. Greenwood et al. (1992) schatten het verlies door de som van stikstofopname en $N_{min}$-rest na de oogst uit te zetten tegen de stikstofgift. De hellingshoek van de bijbehorende lineaire regressie geeft dan aan welke deel per kg gegeven stikstof teruggevonden wordt in gewas plus grond en dus ook welk deel 'verdwenen' is. Deze wijze van berekenen van het stikstofverlies komt overeen met vergelijking (5). Greenwood et al. (1992) schatten het stikstofverlies op 0,36 kg $kg^{-1}$. Het snijpunt op de Y-as bij de relatie tussen het berekende stikstofverlies en de stikstofgift moet per definitie de oorsprong zijn (het stikstofverlies van onbehandeld was per definitie 0). Uit tabel 24 blijkt niettemin dat voor de proef PAGV2953 het snijpunt met de Y-as significant afweek van 0. De reden hiervoor is dat in deze proef het berekende stikstofverlies van VZ50 gebaseerd is op slechts 1 veldje. Reeds eerder is aangegeven dat in deze proef als gevolg van waterschade de waarnemingen aan twee onbehandelde veldjes onbruikbaar waren, zodat voor de objecten op de desbetreffende herhalingen geen stikstofverlies berekend kon worden. Op één van de twee overgebleven herhalingen waren als gevolg van waterschade de waarnemingen van het object VZ50 eveneens onbruikbaar. Dit betekende dat voor het object VZ50 het gemiddelde berekende stikstofverlies gebaseerd was op slechts één veldje (-20 kg N $ha^{-1}$).

De invloed van de wijze van bemesting op de constanten in tabel 24 is nagegaan met regressie-analyse. Daarbij is een factor geïntroduceerd die de wijze van bemesting als volgt aangaf:

1. gift totaal voor of bij zaai (incl.onbehandeld);
2. gift volgens NBS met bemestingstijdstippen vóór de zaai en rond het 4-bladstadium, ongeacht de streefwaarden (incl de SV010-objecten in 1994);
3. gift volgens NBS met drie bemestingstijdstippen;
4. gift volgens NBS met N-rijenbemesting bij de zaai en bijbemesting rond het 4-bladstadium;
5. gift volgens NBS met NP-rijenbemesting bij de zaai en bijbemesting rond het 4-bladstadium.

In totaal waren daarmee 77 getallenparen beschikbaar wat betreft het berekend N-verlies en de $N_{min}$-rest na de oogst en 68 getallenparen wat betreft de stikstofbenutting (geen onbehandelde objecten). Bij geen van drie uitgevoerde lineaire regressies kon een invloed van de wijze van bemesting worden aangetoond (F-waarde>0,10). In figuur 16 is dit aanschouwelijk gemaakt. In deze figuur zijn zowel de stikstofbenutting, de $N_{min}$-rest na de oogst als het berekend stikstofverlies van de objecten ONBEH, VZ50, VZ100 en VZ150 per proef gerelateerd aan het niveau van de proef PAGV3510 door het verschil in regressieconstante a tussen elke proef en PAGV3510 (tabel 24) af te trekken van de oorspronkelijke waarden per proef. Met deze genormaliseerde waarden is een enkelvoudige lineaire regressie berekend. Rond deze lineaire regressie zijn 95%-betrouwbaarheidsintervallen berekend. Vervolgens zijn de waarnemingen van de NBS-objecten op dezelfde wijze gerelateerd aan het niveau van proef PAGV3510 en uitgezet in figuur 16. De figuur laat zien dat slechts enkele waarnemingen buiten het betrouwbaarheidinterval vielen van de relaties op basis van de giften vóór zaai. Dit betreft 5 waarden voor de stikstofbenutting behorend bij NBS-objecten met uitsluitend volvelds giften. Verder blijkt uit figuur 16 dat de waarden voor de NBS-objecten een aselecte spreiding rond de regressielijn vertoonden.




Figuur 16. Relatie tussen de stikstofgift en de stikstofbenutting, de $N_{min}$-rest na de oogst en het berekende stikstofverlies. De ononderbroken lijnen zijn gebaseerd op de eenmalige vaste giften vóór de zaai met onbehandeld en gerelateerd aan het niveau van de proef PAGV3510, terwijl de stippellijnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval vormen. De waarnemingen aan de NBS-objecten zijn eveneens gerelateerd aan het niveau van de proef PAGV3510 en zijn met symbolen in de figuren aangeduid.

# 4. DISCUSSIE

## 4.1 Vergelijking adviesgift met NBS op basis van een stikstofbehoefte van 160 kg $ha^{-1}$ en een buffer van 35 kg N $ha^{-1}$

Smit (1994) deelde akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen in in vier categorieën op basis van hun benutting van stikstof en de hoeveelheid stikstof die zij als oogstresten op het land achterlaten. Voor elk van de gewassen in een categorie stelde de auteur bemestingsstrategieën voor om de stikstofemissie te beperken. Uien behoorden in deze visie tot een categorie gewassen met een lage stikstofbenutting en een geringe hoeveelheid stikstof in de gewasresten. Om stikstofemissie bij de teelt van dit gewas te minimaliseren, is het nodig te stikstofbenutting te verhogen. Maatregelen om dat te bereiken waren volgens Smit (1994) rijenbemesting, gedeelde bemesting en fertigatie. Van deze drie potentiële maatregelen zijn in ons onderzoek rijenbemesting en gedeelde bemesting vergeleken met eenmalige vaste giften vóór de zaai.

Eerder onderzoek had aangetoond dat advisering van de stikstofgift vóór de zaai op basis van de bodemvoorraad stikstof vóór de zaai in vergelijking met een vaste gift vóór de zaai niet tot een verbetering leidde in gemiddelde stikstofgift, noch tot verbetering van de opbrengst en zodoende niet tot een verbetering van de stikstofbenutting en daarmee niet tot een vermindering van de stikstofemissie (De Visser et al., 1995). Wel werd in dat onderzoek duidelijk dat de optimale gift een sterke variatie vertoonde, zodat het hanteren van een vaste adviesgift ofwel zou leiden tot een te geringe gift met als gevolg daarvan een geringere opbrengst ofwel tot een overbemesting met als gevolg meer stikstofemissie. De verwachting was dat stikstofdeling op basis van een stikstofbijmestsysteem (NBS) deze spreiding zou kunnen verminderen. Immers, bij sterke netto-mineralisatie in het voorjaar zou het NBS moeten leiden tot een lagere stikstofgift bij gelijkblijvende opbrengst en dus tot een hogere stikstofbenutting, een lagere $N_{min}$-rest en daarmee een geringere stikstofemissie in vergelijking met de adviesgift (100 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai. Het NBS zou daarentegen kunnen resulteren in een gelijke of hogere stikstofgift en een hogere opbrengst,

wanneer de stikstof die gegeven werd vóór de zaai gedurende het voorjaar inspoelt (veel neerslag) voordat de uien de stikstof nodig hebben. De stikstofbenutting zou in deze situatie waarschijnlijk ook hoger uitvallen, het stikstofverlies zou minder zijn terwijl de $N_{min}$-rest wellicht gelijk zou blijven. In totaal zou het NBS dus gemiddeld kunnen resulteren in een hogere stikstofbenutting, een vergelijkbare stikstofgift (gemiddeld was de adviesgift immers optimaal), minder $N_{min}$ na de oogst en een hogere opbrengst.

Stikstofdeling in twee giften op basis van een stikstofbijmestsysteem bleek ten opzichte van de adviesgift van 100 kg N $ha^{-1}$ niet tot een verlaging van de stikstofgift te leiden, noch tot een verlaging van de $N_{min}$-rest of een verhoging van de opbrengst of de stikstofbenutting, indien uitgegaan wordt van een totale stikstofbehoefte van het gewas van 160 kg $ha^{-1}$ en een vereiste buffervoorraad van 35 kg N $ha^{-1}$ in de laag 0-60 cm (tabel 8). Het gehanteerde NBS voldeed daarmee niet aan de hiervoor geformuleerde verwachtingen. Hiervoor kunnen verschillende oorzaken aangewezen worden:

- De stikstofopnamecurve gaat weliswaar uit van een maximale opname van 160 kg N $ha^{-1}$ maar figuur 6 gaf aan dat deze curve eerder een bovengrens aan de stikstofopname voorstelde dan een gemiddeld beeld hiervan gaf. Dit geeft aan dat de streefwaarden verlaagd moeten worden. Dit wordt onderstreept door de hogere stikstofbenutting (bij eenzelfde opbrengst) die werd bereikt met een verlaging van de vaste gift vóór zaai tot 50 kg N $ha^{-1}$: met de adviesgift werd blijkbaar teveel stikstof gegeven. Ook de toepassing van het NBS met drie giften leek tot een iets hogere benutting te leidden (46%) zonder dat de opbrengst daalde ten opzichte van het NBS met drie giften. Gezien de lage derde gift, komt deze NBS toepassing in feite overeen met een NBS in twee giften met verlaagde streefwaarde bij de tweede gift (begin juni).
- Het is de vraag of de buffer 35 kg N $ha^{-1}$ moet bedragen. Onderzoek van Abbès et al. (1995) toonde aan dat uien in vergelijking tot andere gewassen bij lage stikstofconcentraties in het bodemvocht meer stikstof op kunnen nemen. Modelberekeningen door De Willigen (1994) toonden aan dat een maximale stikstofopname door prei, een gewas met een wortelstelsel dat vergelijkbaar is met dat van ui,

mogelijk is bij een stikstofvoorraad in de grond die maar weinig groter hoeft te zijn dan de totale behoefte.

- In de meeste jaren heeft inspoeling van stikstof die vóór de zaai is gegeven, tot voor uien onbereikbare lagen niet plaats gevonden. Van vijf proeven kan worden nagegaan welk deel van de stikstof die vóór de zaai in de objecten VZ50, VZ100 en VZ150 bij de eerste grondbemonstering na de opkomst nog in de bodemvoorraad werd teruggevonden (tabel 25). In PAGV2953 (1991) kon de stikstof die vóór de zaai was gegeven nog volledig worden teruggevonden. Tot het moment van eerste grondbemonstering was 17 mm regen gevallen (zie bijlage D: ontbrekende cijfers aangevuld met metingen van De Bilt). Op OBS1992 (1992) kon de gift vóór zaai van 100 kg N $ha^{-1}$ eveneens volledig teruggevonden worden na 154 mm neerslag (metingen verricht te Lelystad). Ook op PAGV3510 (1993) kon de stikstof gegeven vóór de zaai met object VZ100 volledig teruggevonden worden; de hoeveelheid neerslag gevallen vanaf bemesting tot aan grondbemonstering was 83 mm. Alleen in 1994 kon op beide proeven worden geconstateerd dat een gedeelte van de gegeven stikstof ten tijde van de eerste bijbemesting niet meer aangetoond kon worden: op RH1524 kon gemiddeld 33% en op BEM940 48& worden teruggevonden. De hoeveelheid neerslag tussen het moment van de gift en de eerste grondbemonstering na opkomst bedroeg 233 mm op RH1524 (weersgegevens aangevuld met gegevens van Wilhelminadorp) en 102 mm op BEM940. Behalve inspoeling kan ook tijdelijke immobilisatie van stikstof er voor zorgen dat de vóór zaai gegeven stikstof begin juni gedeeltelijk niet meer aangetoond kan worden. Dit proces is waargenomen door Neeteson et al. (1986) en Scharpf & Weier (1994). Een opbrengstverhoging als gevolg van het NBS zou daarmee alleen in 1994 hebben kunnen optreden.
- De spreiding in de hoeveelheid stikstof op de onbehandelde objecten ten tijde van de eerste bijbemesting (begin juni) was niet groot, hetgeen het aantonen van een verbetering van het NBS ten opzichte van een eenmalige gift vóór de zaai in termen van opbrengst, stikstofbenutting en/of $N_{min}$-rest bemoeilijkt. Gemiddeld werd 87 kg N $ha^{-1}$ gevonden in de laag 0-60 cm met een standaardafwijking van 20 kg N $ha^{-1}$. De stikstofvoorraad was minimaal 56 en maximaal 109 kg $ha^{-1}$. In de jaren 1991, 1992 en 1993 waarin de objecten SV110 en SV111 werden getest varieerde de bodemvoorraad begin juni van 80 tot 109 in de laag 0-60 cm.

Tabel 25. Verschil in bodemvoorraad stikstof ten tijde van de eerste bijbemesting tussen enerzijds de objecten VZ50, VZ100 en VZ150 en anderzijds het onbehandelde object op PAGV2953, OBS1992, PAGV3510, BEM940 en RH1524.

| proef | behandeling | stikstofgift | verschil in bodemvoorraad | |
|---|---|---|---|---|
| | | kg $^{ha-1}$ | 0-30 cm | 30-60 cm |
| PAGV2953 | VZ50 | 50 | 65 | 2 |
| | VZ100 | 100 | 88 | 19 |
| | VZ150 | 100 | 96 | 13 |
| OBS1992 | VZ100 | 100 | 88 | 17 |
| PAGV3510 | VZ100 | 100 | 109 | 15 |
| RH1524 | VZ50 | 50 | 5 | 9 |
| | VZ100 | 100 | 20 | 12 |
| | VZ150 | 150 | 29 | 31 |
| BEM940 | VZ50 | 50 | 21 | 5 |
| | VZ100 | 100 | 42 | 9 |
| | VZ150 | 150 | 55 | 5 |

- Een mogelijke oorzaak zou kunnen zijn dat begin juni met slechts een gedeelte van de stikstof die uit mineralisatie vrij komt rekening gehouden kan worden. Uit tabel 9 kan afgeleid worden dat begin juni gemiddeld 59% van de (berekende) netto-mineralisatie (gemeten over de laag 0-60) had plaatsgevonden en dat de standaard afwijking hiervan 23% bedroeg. Het grootste deel van de te mineraliseren stikstof lijkt daarmee al ten tijde van het eerste tijdstip van bijbemesting aanwezig geweest te zijn.
- Het is mogelijk dat de stikstof gegeven als bijbemesting door te weinig neerslag te laat beschikbaar is gekomen voor de planten. Blijkens bijlage D (neerslagverdeling) kan dit zijn opgetreden op BEM899, BEM940 en RH1524. Op geen van de proeven kon echter worden geconstateerd dat bij een vergelijkbare stikstofgift de bemesting volgens NBS uiteindelijk tot meer $N_{min}$-rest of een lagere opbrengst leidde dan de bemesting met een eenmalige gift vóór de zaai (bijlagen B en F).

Gezien bovenstaande lijkt in eerste instantie een verbetering van het NBS gevonden te moeten worden in verlaging van de streefwaarden. De gevonden spreiding in de totale stikstofbehoefte en de gerede twijfels rond de zin van een buffer van 35 kg N

$ha^{-1}$, zetten vraagtekens bij streefwaarden die beredeneerd (opname, buffer) een waarde krijgen. Veeleer lijkt het nodig empirische streefwaarden vast te stellen. Met het onderzoek uitgevoerd in 1994 is getracht de optimale streefwaarde van een systeem met slechts één bijbemesting (4-bladstadium) empirisch vast te stellen. Een systeem met drie tijdstippen van bemesting lijkt niet zinvol, gezien de geringe giften die gerealiseerd werden rond de bolvorming, waardoor een systeem met drie giften neerkomt op een systeem met twee giften waarbij de laatste grondbemonstering voor onnodige extra kosten voor de teler zorgt.

### 4.2 Verlaging streefwaarden NBS

De proeven in 1994 duidden op een streefwaarde die moet liggen tussen de 125 en 160 kg N $ha^{-1}$ zonder dat in vergelijking tot de adviesgift een geringere $N_{min}$-rest of een betere stikstofbenutting geconstateerd kon worden. Uit tabel 17 kwam naar voren dat een streefwaarde van 149 kg N $ha^{-1}$ (geen buffer: object SV110B0) ten opzichte van de adviesgift tot een geringere N-gift leidde (van 100 naar 73 kg $ha^{-1}$) met als gevolg een lagere $N_{min}$-rest. Vóór de zaai was op dit object op geen van beide proeven stikstof gegeven. Op het object SV111, dat voor het eerste tijdstip van bijbemesting een streefwaarde van 128 kg N $ha^{-1}$ kent, werd op drie proeven (PAGV 3206, BEM899 en BEM915) geen of slechts een geringe gift (9 kg N $ha^{-1}$) gegeven. Op die proeven kwam deze behandeling in de uitvoering neer op een NBS met twee giften en een verlaagde streefwaarde voor de bijbemesting (128 kg N $ha^{-1}$). De gift vóór de zaai bedroeg op het betreffende object op de drie achtereenvolgende proeven 27, 30 en 34 kg N $ha^{-1}$, hetgeen overeenkomt met de 30 kg $ha^{-1}$ die in de proeven in 1994 is toegepast vóór de zaai. Op geen van de drie genoemde proeven kon een opbrengstverschil ten opzichte van de adviesgift (100 kg N $ha^{-1}$) waargenomen worden, terwijl in totaal gemiddeld 53 kg N $ha^{-1}$ werd gegeven. Bovenstaande resultaten geven aan dat een bemestingswijze waarbij tijdens de jeugdgroei (maximaal het 4-bladstadium) een gift wordt gegeven die gebaseerd is op ongeveer 140-$N_{min}$ in de laag 0-60 cm, kan leiden tot een geringere stikstofgift zonder opbrengstverlies. Een besparing treedt op indien op het tijdstip van bijbemesting minimaal 70 kg N $ha^{-1}$ in de laag 0-60 cm wordt aangetroffen. Gemiddeld werd in de onbehandelde veldjes ten tijde van de eerste bijbemesting 87 kg N $ha^{-1}$ (s.e. = 20 kg N $ha^{-1}$) gevonden. Bij

gebruik van een streefwaarde van 140 kg N $ha^{-1}$ wordt uitgegaan van de stikstofvoorraad in de laag 0-60 cm en daarmee van de aanname dat uien in staat zijn uit deze laag stikstof op te nemen. Greenwood et al. (1982) vonden dat de meeste uienwortels zich in de laag 0-18 cm bevonden, terwijl Smit et al. (1995) constateerden dat de wortels van prei (familie van de ui) een maximale bewortelingsdiepte van 15-20 cm bereikten. Bemonstering in de laag 0-30 cm lijkt daarmee voor de hand te liggen. De streefwaarden van 125 en 160 kg N $ha^{-1}$ zoals gehanteerd in de twee proeven in 1994, zouden bij streefwaarden van 93 respectievelijk 135 kg N $ha^{-1}$ gebaseerd op de bodemvoorraad in de laag 0-30 cm, tot eenzelfde gift hebben geleid. Indien de bodemvoorraad in de laag 0-30 wordt bemonsterd, moet dus een gift worden gegeven volgens (circa) 110 - $N_{min}$. In de laag 0-30 cm werd op de onbehandelde veldjes gemiddeld 37 kg N $ha^{-1}$ (s.e. = 12 kg N $ha^{-1}$) gevonden. Afhankelijk van welk deel van de startgift in de laag 0-30 cm wordt teruggevonden, kan deze streefwaarde tot een besparing leiden. Of de grond inderdaad bemonsterd moet worden in de laag 0-30 cm of toch in de laag 0-60 cm is niet zonder meer duidelijk: verbeterde inzichten van de wortelgroei van uien in samenhang met de stikstofopname is daarvoor nodig. Het hanteren van een streefwaarde van 140 (laag 0-60 cm) of 110 (laag 0-30 cm) kg N $ha^{-1}$ zal leiden tot meer besparingen op de stikstofgift indien de netto-mineralisatie in het voorjaar hoger is en een groter deel van de startgift in de bodemvooraad wordt aangetroffen. Van een opbrengstverlies zal naar verwachting geen sprake zijn. Gezien de problematiek van tijdelijke immobilisatie van stikstof (Neeteson et al., 1986 en Scharpf & Weier, 1994) lijkt het bovendien zinvol de stikstofgift niet pas in het 4-bladstadium toe te passen maar al eerder (eind mei/begin juni).

### 4.3 Advisering volgens $N_{min}$-systeem met $N_{min}$-bepaling na opkomst

Omdat in de proeven nooit geconstateerd werd dat een lage startgift leidde tot een tragere begingroei, lijkt het gerechtvaardigt de gift vóór de zaai niet te baseren op de bodemvoorraad stikstof, maar te kiezen voor een geringe vaste gift van 30 kg N $ha^{-1}$. Indien deze vaste gift wordt gecombineerd met een empirisch bepaalde streefwaarde voor bemesting kort vóór het 4-bladstadium, wordt in feite het NBS vervangen door een $N_{min}$-systeem met een $N_{min}$ bepaling na opkomst van het gewas. Indien eind mei/begin juni (maximaal 4-bladstadium) een streefwaarde van 140 kg N $ha^{-1}$ wordt

gehanteerd kan een vermindering van de stikstofgift het resultaat zijn, zoals hiervoor reeds is aangegeven. Een vermindering van de $N_{min}$-rest of het berekend stikstofverlies kon bij een dergelijke streefwaarde niet aangetoond worden. Echter, figuur 16 laat zien dat met afnemende stikstofgift gemiddeld een verhoging van de stikstofbenutting en een verlaging van de $N_{min}$-rest en het (berekende) stikstofverlies bereikt kan worden en dat deze relaties niet beïnvloed werden door de wijze van toediening (eenmalig vóór de zaai of stikstofdeling via NBS). Dat een verlaging van de $N_{min}$-rest of het berekend stikstofverlies bij een relatief geringe vermindering van de gift niet aangetoond kon worden, lijkt een gevolg van de grote spreiding (figuur 16). Gedeeltelijk wordt die spreiding veroorzaakt door de spreding van de grondmonstername en de $N_{min}$-bepaling. Schmidthalter et al. (1991) vonden bij 10 steken per monster in de laag 0-30 cm een 95%-betrouwbaarheidsinterval van 19% en in de laag 30-60 van 27%. Gemiddeld zal echter een verlaging van de stikstofgift door toepassing van de empirisch gevonden streefwaarde leiden tot een vermindering van de stikstofemissie. Een verhoging van de opbrengst na toepassing van deze streefwaarde ten opzichte van een vergelijkbare gift vóór zaai is mogelijk indien veel van de stikstof die vóór zaai is gegeven, in de periode tussen de gift en de dag van de eerste grondbemonstering na opkomst (4-bladstadium) verloren is gegaan (bijvoorbeeld door inspoeling van de stikstof naar voor uien onbereikbare bodemlagen). Zoals in het bovenstaande reeds is aangegeven bleek alleen in 1994 een deel van de stikstof die vóór zaai was gegeven verdwenen. Van een opbrengsteffect was evenwel geen sprake (tabel 19). Dit zou verklaard kunnen worden door de geringe hoeveelheid neerslag na de toepassing van de bijbemesting (zie Bijlage D). Op BEM940 viel de eerste neerslag van betekenis pas eind juli, terwijl op RH1524 pas op 7 juli 26 mm viel en het vervolgens 17 dagen droog bleef. Het is mogelijk dat de stikstof te laat beschikbaar is gekomen voor een optimale groei van de uien. Het lijkt dus raadzaam de meststof in te regenen indien gebruik gemaakt wordt van de empirisch gevonden streefwaarde na opkomst (maximaal het 4-bladstadium).

### 4.4 N-rijenbemesting

Uit de resultaten is gebleken dat het toepassen van de eerste stikstofgift in het kader van het NBS als rijenbemesting niet tot enige verbetering van het NBS leidde. Het

toepassen van een stikstofgift onder of bij de rij in de vorm van opgelost kalksalpeter (nitraat) leek zelfs in vergelijking met een NBS met volledig volvelds giften te hebben geleid tot een lagere opbrengst. De LAI ten tijde van de eerste bijbemesting leek geringer te zijn, terwijl minder planten leken te zijn opgekomen. Geconcludeerd kan derhalve worden dat de rijenbemesting met nitraatstikstof eerder een negatief dan een positief effect gehad heeft op groei en opbrengst van uien. Het is mogelijk dat ammonium stikstof een beter effect zou hebben gehad, omdat de wortels van uien in de begingroei een hogere maximale stikstofopname realiseren met ammonium dan met nitraat (Abbès et al., 1995). Henriksen (1987) vond echter dat een N-rijenbemesting met 20 kg N $ha^{-1}$ (in ammonium-vorm) aangevuld met een volveldsgift van 85 kg N $ha^{-1}$ tijdens het vlagbladstadium niet meer opbrengst leverde dan een volveldsgift van 105 kg N $ha^{-1}$ tijdens het vlagbladstadium. De schade aan uien als gevolg van rijenbemesting met stikstof kan twee oorzaken hebben gehad. Op de eerste plaats kan de meststof tot zoutschade hebben geleid. Hegarty (1976) toonde aan dat stikstofbemesting leidde tot verhoging van de (negatieve waarde van de) waterpotentiaal en dat een verhoogde waterpotentiaal invloed had op de opkomstsnelheid en bij hoge doseringen ook op de uiteindelijke plantdichtheid en dat deze effecten bij een lager vochtgehalte van de grond sterker zijn. Stikstofmeststoffen hadden in het onderzoek van Hegarty (1976) een groter effect op het opkomstverloop dan fosfaat- en kalimeststoffen. Op de tweede plaats kan de schade als gevolg van rijenbemesting een gevolg zijn van verstoring van de grond en dus van bemoeilijking van de capillaire opstijging van water. Schade als gevolg van rijenbemesting (minder planten, geringer groeisnelheid) werd eerder gerapporteerd door Henriksen (1987) wanneer vaste meststof op minder dan 3 cm van het zaad werd geplaatst. Daarentegen deden Brewster et al. (1991) onderzoek naar toepassing van vloeibare meststof onder de rij, waardoor verstoring van de grond onder het zaad tot een minimum werd beperkt. In ons onderzoek is toepassing van vloeibare meststof onder de rij niet vergeleken met plaatsing naast de rij.

### 4.5 NP-rijenbemesting

De toediening van stikstof onder of bij de rij in de vorm van ammonium-polyfosfaat resulteerde ten opzichte van een NBS met volledig volvelds stikstofgiften in twee van

de vier proeven in een significante meeropbrengst. De uien bemest met een NP-rijnbemesting brachten in alle proeven meer op dan de uien bemest met een N-rijenbemesting. Deze effecten traden op op percelen met een voldoende hoog Pw-getal (tabel 1). Op PAGV3510 waar 10% meer opbrengst werd gehaald met de NP-rijenbemesting in vergelijking met een NBS met volledig breedwerpige N-giften (tabel 21) was zelfs voorafgaand aan de teelt nog een fosfaatgift toegepast. Brewster et al. (1991) vonden een snellere begingroei en een snellere gewasontwikkeling na toepassing van een NP-rijenbemesting onder het zaad ten opzichte van het achterwege laten van deze toepassing ondanks een volvelds NP-gift aan de basis. De auteurs konden een meeropbrengst echter niet aantonen. Henriksen (1987) vergeleek bemesting met mono-ammoniumfosfaat als toediening naast de rij met breedwerpige toediening in twee doseringen: 46 en 92 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$. Bij beide doseringen resulteerde de rijenbemesting in een meeropbrengst en in een vroeger strijkend gewas. Cooke et al. (1956) werkte eveneens met toediening van vaste NPK-meststof naast de rij (5 cm naast het zaad en 5 cm diepte) en vergeleek deze toediening met breedwerpige bemesting. In één van twee uitgevoerde proeven konden Cooke et al. (1956) een positief effect van rijenbemesting boven breedwerpige bemesting aantonen. Mulkey et al. (1979) toonden aan dat het plaatsen van tripelsuperfosfaat dichter bij de rij (5 cm onder het zaad) resulteerde in een hogere opbrengst; bij plaatsing op 8 cm van het zaad was de drogestofproduktie 62-69% minder dan bij plaatsing onder het zaad. Een vergelijking met breedwerpige giften was niet in hun onderzoek opgenomen. Zowel Henriksen (1987), Mulkey et al. (1979) als Cooke et al. (1956) werkten met vaste meststof in tegenstelling tot een vloeibare meststof zoals gebruikt in het onderzoek van Brewster et al. (1991) en ons onderzoek. Verder onderzoek naar de toepassing van polyfosfaten in de rij lijkt daarom op basis van onze resultaten en de resultaten van Brewster et al. (1991) wenselijk. Dit onderzoek zal duidelijk moeten maken hoe de meststof het best toegediend kan worden (bij of onder de rij of volvelds) en in welke dosering dit dient te gebeuren. Ook een vergelijking tussen polyfosfaat en een fosfaatzout dient in dit onderzoek opgenomen te worden.

## 5. CONCLUSIES

Naar aanleiding van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het onderzoek heeft niet kunnen aantonen dat een NBS gebaseerd op een maximale stikstofbehoefte van 160 kg $ha^{-1}$ en een buffervoorraad in de laag 0-60 cm van 35 kg N $ha^{-1}$ ten opzichte van een eenmalige gift van 100 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai leidt tot een betere afstemming van vraag en aanbod en daarmee tot ofwel een geringere stikstofgift, een geringere $N_{min}$-rest en/of een betere stikstofbenutting ofwel tot een verhoogde opbrengst.
- De stikstofbehoefte van gewassen bleek sterk te variëren; een totale behoefte van 160 kg N $ha^{-1}$ bleek eerder een maximale dan een gemiddelde behoefte te zijn. Het lijkt derhalve niet juist streefwaarden van een NBS in uien met twee of drie giften te baseren op een verwachte stikstofbehoefte.
- Een NBS met drie giften heeft nooit geleid tot een verbetering ten opzichte van een NBS met twee tijdstippen van bemesting, terwijl de derde gift gering in omvang was. Mede gezien het late tijdstip voor de derde bemesting (bolvorming), het feit dat het merendeel van de mineralisatie reeds ten tijde van de tweede bemesting (4-bladstadium) is gerealiseerd en de kosten van een NBS met drie giften hoger zijn dan van een NBS met twee giften (grondmonster kosten), lijkt een NBS met drie giften weinig zinvol.
- De hoogte van de stikstofgift (0-150 kg N $ha^{-1}$) had geen invloed op de begingroei van de uien.
- Voorgesteld wordt een adviesgift van 100 kg N $ha^{-1}$ te vervangen door een startgift van 30 kg N $ha^{-1}$ vóór de zaai gevolgd door een bemesting op basis van 140-$N_{min}$ of 110 -$N_{min}$ eind mei/begin juni, waarbij de $N_{min}$ gebaseerd wordt op de laag 0-60 respectievelijk 0-30 cm. De bijbemesting mag niet te laat (ruim vóór het 4-bladstadium) plaatsvinden om de gevolgen van tijdelijke immobilisatie van de gegeven stikstof het hoofd te bieden. Een dergelijke bemestingswijze kan leiden tot een geringere stikstofgift. De verwachting is dat indien de tweede gift wordt ingeregend en in het voorjaar veel stikstof is ingespoeld, deze werkwijze kan leiden tot een hogere opbrengst.

- Onderzoek naar het bewortelingspatroon van uien en de hieraan gekoppelde stikstofopname wordt aanbevolen. Dergelijk onderzoek zou in samenwerking met het AB-DLO moeten worden uitgevoerd.
- Het toedienen van een startgift stikstof onder of bij de rij biedt geen voordelen ten opzichte van een breedwerpig uitgevoerde bemesting. Eerder is sprake van een opbrengstderving.
- Het toedienen van een een gift polyfosfaat in vloeibare vorm onder of bij de rij lijkt perspectieven te bieden in termen van een hogere opbrengst en/of een vroeger afrijpend gewas. De polyfosfaat in een dosering van circa 80 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ lijkt de begingroei van de uien sterk te stimuleren. Het toevoegen van polyfosfaat onder of bij de rij resulteerde in een aantal proeven in een forse opbrengstverhoging, zonder dat op de betreffende percelen sprake was van te lage fosfaattoestand van de grond. De duidelijk aanwezige perspectieven voor toepassing van polyfosfaten bij de rij zouden nader onderzocht moeten worden.

## 6. LITERATUUR

Abbès, C., L.E. Parent & D. Isfan, 1995. Effect of $NH_4^+$: $NO_3^-$ ratios on growth and nitrogen uptake by onions. Plant and Soil 171: 289-296.

Böttcher, H., G. Kolbe, 1975. Einfluss der Mineraldüngung auf Ertrag, Qualität und Lagereigenschaften von Dauerzwiebeln (Allium cepa L.). 1. Auswirkungen des Stickstoffes auf Ertrag und Qualität. Arch. Gartenbau, Berlin 23 (1975), 143-159.

Brewster, J.L., 1979. The response of growth rate to temperature in seedlings of several Allium crop species. Ann. appl. Biol., 1979, 93, 351-357

Brewster, J.L., H.R. Rowse & A.D. Bosch, 1991. The effects of sub-seed placement of liquid N and P fertilizer on the growth and development of bulb onions over a range of plant densities using primed and non-primed seed. Journal of Horticultural Science, 66(5), 551-557.

Butt, A.M., 1968. Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of the onion plant as a function of light and temperature under field- and controlled conditions. Med. Landbouwhogeschool Wageningen, 1968, nr. 68-10. 211 p.

Buwalda, J.G. & R.E. Freeman, 1987. Effects of nitrogen fertilisers on growth and yield of potato (Solanum Tuberosum L. 'Ilam Hardy'), onion (Allium cepa L. 'Pukekohe Longkeeper'), Garlic (allium sativum L. 'Y Strain') and hybrid squash (cucurbita maxima 'L. Delica'). Scientia Horticulturae, 1987, 32, 161-173.

Cooke, G.W., M.V. Jackson, F.V. Widdowson & J.C. Wilcox, 1956. Fertilizer placement for horticultural crops. Journal of Agricultural Science, 1956, 47, 249-256.

Demason, D.A., 1990. Morphology and anatomy of allium. In: Rabinowitch, H.D. & J.L. Brewster (Eds.). Onions and allied crops. Volume I. Botany, Physiology and Genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida 1990, p. 27-51.

Geissler, T., K. Henschel, & K. Rüdiger, 1982. Ein Beitrag zur Berücksichtigung des Nan-Gehaltes des Bodens bei der mineralischen Stickstoffdüngung von Freilandgemüse (2. Mitteilung). Arch. Gartenbau, Berlin 30 (1982), 4, 177-180

Greenwood, D.J., A. Gerwitz, D.A. Stone & A. Barnes, 1982. Root development of vegetable crops. Plant and Soil 68, 1982, 75-96

Greenwood, D.J., K. Kubo, I.G. Burns, & A. Draycott, 1989. Apparent recovery of fertilizer N by vegetable crops. Soil Science Plant Nutr., 35(3), 1989, 367-381

Greenwood, D.J., J.J. Neeteson, A. Draycott, G. Wijnen & D.A. Stone, 1992. Measurement and simulation of the effects of N-fertilizer on growth, plant composition and distribution of soil mineral-N in nationwide onion experiments. Fertlizer Research 31, 305-318.

Hak, P.S. & D. Hooghiemstra, 1983. Onderzoek naar kwaliteitsverschillen bij zaaiuien. SNUIF, publicatie nr. 151, 1983, 11 blz.

Hak, P.S. & J.W. Ludwig, 1988. Ontwikkeling van een hardheidsmeter voor uien. VMT, 21 april, nr.9, 1988, 81-83.

Hegarty, T.W., 1976. Effects of fertiliser on the seedling emergence of vegetable crops. J. Sci. Fd Agric., 1976(27), 962-968.

Henriksen, K., 1987. Effect of N- and P-fertilization on yield and harvest time in bulb onions (Allium cepa L.). In: Cantliffe, D.J. & H.H. Bryan (Eds.). Proc Symposium Timing of Field Production of Vegetables. Acta Horticulturae 198, Tampa, Florida, USA, 1987, 207-215.

Kato, T., 1963. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. I. The process of bulb formation and development. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 32, 1963, 229-237.

Lang, C., 1988. Kulturbegleitende Nmin-Sollwerte (KNS)-System. Gezielte N-Versorgung der Sommerzwiebel. Gemüse, 24 (3), 1988, 140-144.

Mary, B., S. Recous & J.M. Machet, 1988. A comprehensive approach to the fertilizer part of plant nitrogen uptake. In: D.S. Jenkinson & K.A. Smith (eds.). Nitrogen efficiency in agricultural soils. London/New York, Elsevier, 1988, p.:85-94.

Mulkey, J.R., Jr E.L. Albach & F.J. Dainello, 1979. Response of Onions to P Placement. Agronomy Journal 71: 1037-1040.

Neeteson, J.J., D.J. Greenwood & E.J.M.H. Habets, 1986. Dependance of soil mineral N on N-fertilizer application. Plant and Soil 91: 417-420.

Neeteson, J.J. & W.P. Wadman, 1991. Het verband tussen de hoogte van de stikstofbemesting, de opbrengst van akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten, en de hoeveelheid residuaire minerale bodemstikstof. IB-nota nr. 237. IB, Haren. 18 pp.

Payne, R.W., P.W. Lane, P.G.N. Digby, S.A. Harding, P.K.Leech, G.W. Morgan, A.D. Todd, R. Thompson, G. Tunnicliffe Wilson, S.J. Welham & R.P. White, 1993. Genstat™ 5 Release 3 Reference Manual. Clarendon Press, Oxford, 796 pp.

Pieters, J.H. & J.L. Koert, 1973. Stikstofbemesting bij zaaiuien. Publikatie van de Stichting Nederlandse Uienfederatie. 1973, 29 p.

Scharpf, H.C. & U Weier, 1994. Temporary fixation and immobilisation, respectively, of nitrogen as potential disturbance variable for an exact control of the nitrogen fertilisation invegetable growing. Abstracts of the XXIVth International Horticultural Congress, Kyoto, Japan, O-54-2: 97.

Schlaghecken, J., 1984. So funktioniert der Merkoquant-Nitratschnelltest. Deutscher Gartenbau, 40, 2052-2054.

Schmidthalter, U., T. Alfoeldi & J.J. Oertli, 1991. Repräsentativität von Nmin-Untersuchungen. Landwirtschaft Schweiz 4(8): 431-435.

Schröder, J. & L. Ten Holte, 1993. De invloed van nitrificatieremmers, toedieningstijdstip en dosering van organische en minerale stikstof op de opbrengst van snijmaïs en verliezen naar het milieu. CABO-verslag nr. 179. CABO-DLO, Wageningen. 52 pp.

Smit, A.L., 1994. Stikstofbenutting. In: Themadag Stikstofstromen in de Vollegrondsgroenteteelt. Haverkort, A.J. et al. (eds.). Lelystad, Themaboekje nr. 18, 9-22.

Smit, A.L., R. Booij, C.T. Enserink & A. van der Werf, 1995. Rooting characteristics and nitrogen utilisation of Brussels sprouts and leeks. Biological Agriculture and Horticulture 11: 247-256.

Visser, C.L.M. de, 1992. Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Lelystad, PAGV-verslag nr. 142, 264 p.

Visser, C.L.M. de, W. Van den Berg & H. Niers, 1995. Relation between soil mineral nitrogen before sowing and at the end of spring and optimum nitrogen fertilization in spring sown onions. Netherlands Journal of Agricultural Science (in press).

Wadman, W.P., J.J. Neeteson & G.J. Wijnen, 1993. Field experiments with slurry and dicyandiamide: response of potaties and effects on soil mineral nitrogen. Netherlands Journal of Agricultural Science 41: 95-109.

Willigen, P. de, 1994. Een model voor de opname en uitspoeling van stikstof in de teelt van spruitkool en prei. In: Themadag Stikstofstromen in de Vollegrondsgroenteteelt. Haverkort, A.J. et al. (eds.). Lelystad, Themaboekje nr. 18, 58-69.

Zink, F.W. , 1966. Studies on the growth rate and nutrient absorption of onion. MAP-18.2 Hilgardia, 37(8), 1966, 203-218

# BIJLAGEN

## Bijlage A. Overzicht teelmaatregelen per proef

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op PAGV2953*

| aard maatregel | datum | omschrijving van de maatregel |
|---|---|---|
| onkruidbestrijding | 8/4 | 1,5 l pendimethalin 330 g/l + 4 l/ha propachloor 500 g/l. Verspoten in 500 l water/ha |
| | 24/5 | 4 l/ha propachloor 500 g/l + 1 l/ha difenoxuron 50% + 0,5 l/ha Exell (uitvloeier) |
| | 31/5 | handmatige bestrijding |
| | 11/7 | handmatige bestrijding |
| | 13/8 | handmatige bestrijding |
| | 5/9 | handmatige bestrijding |
| ziektebestrijding | 8/7 | 2 kg/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 15/7 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| | 22/7 | 2 kg/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 31/7 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| | 6/8 | 2 kg/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 15/8 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| insektenbestrijding | 22/7 | 0,3 l/ha deltamethrin 25 g/l |
| groeiregulator | 13/8 | 12,5 l/ha maleïne-hydrazide 180 g/l + 0,125 l/ha Agral LN |
| beregening | 15/4 | 10 mm |
| | 30/5 | 10 mm |
| | 6/6 | 10 mm |
| | 2/8 | 7 mm |

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op PAGV3206*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| grondbewerking | 21/4 | met sneleg |
| onkruidbestrijding | 27/4 | 1,5 l/ha pendimethalin 330 g/l + 4 l/ha propachloor 500 g/l |
| | 12/5 | glyfosaat-stick tegen kweek |
| | 1/6 | handmatige bestrijding |
| | 6/6 | 4 l/ha propachloor 500 g/l +1 kg/ha difenoxuron |
| | 22/6 | handmatige bestrijding |
| | 16/7 | handmatige bestrijding |
| ziektebestrijding | 24/6 | 1,5 kg/ha chloorthalonil/prochloraz 50/15,4% |
| | 2/7 | 1,5 kg/ha chloorthalonil/prochloraz 50/15,4% |
| | 8/7 | 1,5 kg/ha chloorthalonil/prochloraz 50/15,4% |
| | 15/7 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| | 22/7 | 2 kg/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 30/7 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| insektenbestrijding | 7/7 | 2 l/ha deltamethrin |
| groeiregulator | 6/8 | 12,5 l/ha maleïnehydrazide 180 g/l |
| beregening | 23/6 | 15 mm |

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op BEM899*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| grondbewerking | 29/10/91 | ploegen |
| | 23/4 | eggen |
| onkruidbestrijding | 24/4 | 2 l/ha pendimethalin 330 g/l +4 l/ha propachloor 500 g/l |
| | 25/4 | 3l/ha diquat |
| | 8/5 | 3 l/ha glyfosaat + 1 l/ha olie, gespoten in 350 l water/ha |
| | 16/5 | 0,5 kg/ha difenoxuron + 2 l/ha propachloor 500 g/l |
| | 27/5 | 0,7 kg/ha difenoxuron + 4 l/ha propachloor 500 g/l |
| | 1/6 | 1,2 kg/ha difenoxuron + 4 l/ha propachloor 500 g/l |
| ziektebestrijding | 23/6 | 2 l/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 1/7 | 2 l/ha chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 10/7 | 1 l/ha chloorthalonil + 3 l/ha zineb 70% |
| | 22/7 | 2,5 kg/ha maneb/vinchlozolin 64/10% |
| | 7/8 | 2,5 l/ha zineb 70% |
| insektenbestrijding | - | |
| groeiregulator | 7/8 | 10 l/ha maleïnehydrazide 225 g/l +0,1 l/ha uitvloeier |
| beregening | 27/5 | 20-25 mm |
| | 8/7 | 20-25 mm |

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op OBS1992*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| grondbewerking | 10/3 | wiedeg plus schoffels |
| onkruidbestrijding | 29/4 | 2 l/ha glyfosaat (rijenbehandeling) |
| | 8/5 | 0,5 l/ha difenoxuron + 0,5 l/ha olie (rijenbehandeling) |
| | 13/5 | schoffelen |
| | 13/5 | 0,5 l/ha ioxynil + 1 l/ha chloorprofam (rijenbehandeling) |
| | 2/6 | 1 l/ha difenoxuron + 0,5 l/ha chloor profam (rijenbehandeling) |
| | 11/6 | schoffelen |
| | 11/6 | 0,5l/ha ioxynil + 0,5l/ha chloorprofam (rijenbehandeling) |
| ziektebestrijding | - | |
| insektenbestrijding | - | |
| groeiregulator | 6/8 | 6,25 l/ha maleïnehydrazide 225 g/l + 0,1 l/ha uitvloeier |
| beregening | - | - |

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op PAGV3510*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| onkruidbestrijding | 13/4 | 1 l $ha^{-1}$ pendimethalin 330 g $l^{-1}$ + 4 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | 27/4 | handmatige onkruidbestrijding. |
| | 28/4 | 0,5 kg $ha^{-1}$ difenoxuron 50% + 2 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$ in 500 l water. |
| | 11/5 | handmatige onkruidbestrijding. |
| | 14/5 | 1 kg $ha^{-1}$ dienoxuron 50% + 4 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | 7/6 | handmatige onkruidbestrijding. |
| | 15/6 | handmatige onkruidbestrijding. |
| | 8/7 | handmatige onkruidbestrijding. |
| ziektebestrijding | 14/6 | 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| | 22/6 | 2,5 kg $ha^{-1}$ maneb/vinchlozolin 64/10%. |
| | 29/6 | 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| | 6/7 | 2,5 kg $ha^{-1}$ maneb/vinchlozolin 64/10%. |
| | 13/7 | 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| | 20/7 | 2,5 kg $ha^{-1}$ maneb/vinchlozolin 64/10%. |
| | 28/7 | 3 kg $ha^{-1}$ maneb/zineb 36/41% + 1 kg $ha^{-1}$ + 1 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/vinchlozolin 50/16,7% |
| | 4/8 | 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| | 11/8 | 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| insektenbestrijding | - | |
| groeiregulator | 13/8 | 12,5 l $ha^{-1}$ maleïnehydrazide 180 g $l^{-1}$. |
| beregening | 11/6 | 15 mm |

*Overzicht teelmaatregelen uitgevoerd op BEM915*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| onkruidbestrijding | 17/4 | 2,7 l $ha^{-1}$ diquat 200 g $l^{-1}$ + 6,6 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | 23/4 | 3 l $ha^{-1}$ diquat 200 g $l^{-1}$. |
| | 4/5 | 0,5 kg $ha^{-1}$ difenoxuron 50% + 2 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | | 10/51 kg $ha^{-1}$ dienoxuron 50% + 4 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| ziektebestrijding | 19/6 | 1 l $ha^{-1}$ chloorthalonil 500 g $l^{-1}$ + 2 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| | 7/7 | 1 l $ha^{-1}$ chloorthalonil 500 g $l^{-1}$ + 2 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| | 17/7 | 1 l $ha^{-1}$ chloorthalonil 500 g $l^{-1}$ + 2 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| | 23/7 | 1 l $ha^{-1}$ chloorthalonil 500 g $l^{-1}$ + 2 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| | 31/7 | 1 l $ha^{-1}$ chloorthalonil 500 g $l^{-1}$ + 2 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| insektenbestrijding | | - |
| groeiregulator | 10/8 | 8 l $ha^{-1}$ maleïnehydrazide 225 g $l^{-1}$ + 20 ml $ha^{-1}$ uitvloeier (Agral LN). |
| beregening | | - |

*Overzicht teeltmaatregelen uitgevoerd op BEM940*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| onkruidbestrijding | 2/5 | 1 l $ha^{-1}$ pendimethalin 400 g $l^{-1}$ + 4 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | 11/5 | 3 l $ha^{-1}$ diquat 200 g $l^{-1}$. |
| | 8/7 | onkruidbestrijding met Roundup-stick. |
| ziektebestrijding | 27/6 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb/maneb 41/38%. |
| insektenbestrijding | | - |
| groeiregulator | 10/8 | 8 l $ha^{-1}$ maleïnehydrazide 225 g $l^{-1}$. |
| beregening | - | - |

*Overzicht van de teeltmaatregelen uitgevoerd op RH1524*

| aard maatregel | datum | omschrijving maatregel |
|---|---|---|
| onkruidbestrijding | 7/5 | 3 l $ha^{-1}$ diquat 200 g $l^{-1}$ + 0,75 l $ha^{-1}$ pendimethalin 400 g $l^{-1}$ + 4 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| | 26/5 | 1 l $ha^{-1}$ pendimethalin 400 g $l^{-1}$ + 3 l $ha^{-1}$ propachloor 500 g $l^{-1}$. |
| ziektebestrijding | 27/6 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb 70%. |
| | 1/7 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb 70%. |
| | 8/7 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb 70% + 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50% |
| | 19/7 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb 70%. |
| | 29/7 | 3 kg $ha^{-1}$ zineb 70% + 2 l $ha^{-1}$ carbendazim/iprodion 87,5/175 g $l^{-1}$. |
| | 8/8 | 2 kg $ha^{-1}$ zineb 70% + 2 kg $ha^{-1}$ chloorthalonil/maneb 25/50%. |
| insektenbestrijding | 8/7 | 1,5 l $ha^{-1}$ parathion 250 g $l^{-1}$. |
| | 29/7 | 1,5 l $ha^{-1}$ parathion 250 g $l^{-1}$. |
| groeiregulator | 10/8 | 10 l $ha^{-1}$ maleïne hydrazide 180 g $l^{-1}$. |
| beregening | - | |

## Bijlage B. Verdeling en hoogte van stikstofgiften en $N_{min}$-cijfers per proef

*proef: PAGV2953 (1991)*

| objectcode | bemesting | | | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26/3 | 28/3 | 30/5 | 6/6 | 31/7 | 12/3 | | 29/5 | | 22/7 | | 23/9 | |
| | | | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | - | - | 35 | 24 | 53 | 27 | 11 | 26 | 10 | 4 |
| VZ50 | 50 | - | - | - | - | 35 | 24 | 118 | 29 | 17 | 39 | 10 | 12 |
| VZ100 | 100 | - | - | - | - | 35 | 24 | 141 | 46 | 29 | 44 | 27 | 19 |
| VZ150 | 100 | - | 50 | - | - | 35 | 24 | 149 | 40 | 44 | 55 | 20 | 27 |
| SV110 | 13 | - | - | 116 | - | 35 | 24 | 59 | 23 | 25 | 48 | 13 | 22 |
| SV101 | 99 | - | - | - | 36 | 35 | 24 | 120 | 42 | 19 | 46 | 50 | 20 |
| SV111 | 13 | - | - | 54 | 61 | 35 | 24 | 55 | 23 | 6 | 34 | 51 | 20 |
| SR110N | - | 13 | - | 116 | - | 35 | 24 | 85 | 29 | 36 | 53 | 18 | 32 |
| SR101N | - | 99 | - | - | 36 | 35 | 24 | 166 | 57 | 32 | 42 | 51 | 26 |
| SR111N | - | 13 | - | 54 | 61 | 35 | 24 | 81 | 34 | 10 | 31 | 57 | 29 |

| objectcode | bemesting | | | | $N_{min}$ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ¾ | 21/4 | 19/6 | 23/7 | 16/3 | | 10/6 | | 14/7 | | 7/9 | | 30/10 | |
| | | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | - | 21 | 50 | 50 | 59 | 25 | 50 | 8 | 17 | 8 | 25 |
| VZ50 | 50 | - | - | - | 21 | 50 | - | - | - | - | 13 | 34 | 8 | 34 |
| VZ100 | 100 | - | - | - | 21 | 50 | - | - | - | - | 4 | 34 | 8 | 25 |
| VZ150 | 150 | - | - | - | 21 | 50 | - | - | - | - | 4 | 84 | 8 | 34 |
| SV110 | 27 | - | 64 | - | 21 | 50 | 63 | 59 | - | - | 4 | 46 | 4 | 25 |
| SV111 | 27 | - | 20 | 0 | 21 | 50 | 42 | 59 | 38 | 55 | 8 | 21 | 8 | 25 |
| SR110NP | - | 27 | 78 | - | 21 | 50 | 50 | 59 | - | - | 13 | 59 | 8 | 25 |
| SR111NP | - | 27 | 5 | 11 | 21 | 50 | 59 | 59 | 29 | 38 | 8 | 25 | 8 | 21 |
| SR110N | - | 27 | 91 | - | 21 | 50 | 46 | 50 | - | - | 8 | 76 | 8 | 25 |
| SR111N | - | 27 | 22 | 2 | 21 | 50 | 46 | 55 | 29 | 46 | 4 | 29 | 8 | 25 |

*proef: BEM899 (1992)*

| objectcode | bemesting | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25/3 | 23/6 | 3/8 | 24/2 | | 19/6 | | 23/7 | | 17/9 | |
| | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | 17 | 17 | 59 | 34 | 17 | 34 | 0 | 13 |
| VZ50 | 50 | - | - | 17 | 17 | - | - | - | - | 0 | 17 |
| VZ100 | 100 | - | - | 17 | 17 | - | - | - | - | 8 | 29 |
| VZ150 | 120 | - | - | 17 | 17 | - | - | - | - | 8 | 29 |
| SV110 | 30 | 106 | - | 17 | 17 | 55 | 29 | - | - | 13 | 34 |
| SV111 | 30 | 39 | 9 | 17 | 17 | 55 | 29 | 46 | 42 | 8 | 21 |
| SV110B0 | 0 | 88 | - | 17 | 17 | 42 | 25 | - | - | 0 | 13 |
| SR111B0 | 0 | 16 | 0 | 17 | 17 | 46 | 25 | 34 | 38 | 0 | 13 |
| SR110B0N125 | 0 | 25 | - | 17 | 17 | 46 | 46 | - | - | 4 | 8 |
| SR111B0N125 | 0 | 3 | 2 | 17 | 17 | 42 | 25 | 21 | 34 | 4 | 13 |

*proef: OBS1992 (1992)*

| objectcode | bemesting | | | $N_{min}$ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8/4 | 25/6 | 23/7 | 8/3 | | 15/6 | | 14/7 | | 15/9 | | 28/10 | |
| | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-60 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | 20 | 32 | 46 | 46 | 25 | 34 | 20 | 30 | 26 | 42 |
| VZ100 | 100 | - | - | 20 | 32 | 134 | 63 | 134 | 46 | 55 | 68 | 32 | 79 |
| SV110 | 0 | 15 | - | 20 | 32 | 80 | 55 | 76 | 38 | 35 | 53 | 27 | 57 |
| SV111 | 0 | 0 | 0 | 20 | 32 | 80 | 55 | 59 | 38 | 29 | 47 | 27 | 49 |

*proef: PAGV3510 (1993)*

| objectcode | bemesting | | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23/3 | 9/4 | 10/6 | 12/7 | 15/3 | | 1/6 | | 5/7 | | 20/9 | |
| | | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | - | 13 | 8 | 67[1] | 42[1] | 25[1] | 25[1] | 17 | 17 |
| VZ50 | 50 | - | - | - | 13 | 8 | - | - | - | - | 17 | 17 |
| VZ100 | 100 | - | - | - | 13 | 8 | 176[1] | 67[1] | 118[1] | 34[1] | 17 | 25 |
| VZ150 | 150 | - | - | - | 13 | 8 | - | - | - | - | 17 | 25 |
| SV110 | 35 | - | 80 | - | 13 | 8 | 67 | 42 | - | - | 13 | 17 |
| SV111 | 35 | - | 12 | 25 | 13 | 8 | 71 | 42 | 50 | 42 | 8 | 13 |
| SV110B0 | 0 | - | 57 | - | 13 | 8 | 55 | 42 | - | - | 8 | 8 |
| SV111B0 | 0 | - | 0 | 32 | 13 | 8 | 59 | 42 | 25 | 25 | 8 | 4 |
| SV110B0N125 | 0 | - | 16 | - | 13 | 8 | 59 | 42 | - | - | 17 | 17 |
| SV111B0N125 | 0 | - | 0 | 10 | 13 | 8 | 63 | 38 | 34 | 25 | 13 | 8 |
| SR110NP | - | 16[2] | 100 | - | 13 | 8 | 50 | 38 | - | - | 21 | 21 |
| SR111N | - | 7[3] | 84 | - | 13 | 8 | 63 | 42 | - | - | 29 | 29 |

[1] Cijfer gebaseerd op de waarneming van slechts één veldje.

[2] Minder gedoseerd dan nodig was (35 kg N $ha^{-1}$) omdat onvoldoende meststof beschikbaar was.

[3] Doseringsfout, waardoor minder gedoseerd is dan voor een goede vergelijking met het object SR110NP nodig was.

*proef: BEM915 (1993)*

| objectcode | bemesting | | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18/3 | 13/4 | 15/6 | juli | 11/2 | | 4/6 | | 1/7 | | 21/9 | |
| | | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | - | 14 | 14 | - | - | - | - | 8 | 25 |
| VZ50 | 50 | - | - | - | 14 | 14 | - | - | - | - | 8 | 25 |
| VZ100 | 100 | - | - | - | 14 | 14 | - | - | - | - | 17 | 38 |
| VZ150 | 150 | - | - | - | 14 | 14 | - | - | - | - | 17 | 38 |
| SV110 | 34 | - | 45 | - | 14 | 14 | 92 | 50 | - | - | 13 | 29 |
| SV111 | 34 | - | 0 | 0 | 14 | 14 | 97 | 42 | 88 | 50 | 8 | 34 |
| SV110N125 | 31 | - | 33 | - | 14 | 14 | 80 | 38 | - | - | 8 | 34 |
| SV111N125 | 31 | - | 0 | 0 | 14 | 14 | 84 | 46 | 67 | 55 | 8 | 17 |
| SV110B0N125 | 0 | - | 15 | - | 14 | 14 | 67 | 34 | - | - | 13 | 25 |
| SV111B0N125 | 0 | - | 0 | 0 | 14 | 14 | 67 | 38 | 63 | 42 | 13 | 29 |
| SR110NP | - | 16[1] | 87 | - | 14 | 14 | 63 | 38 | - | - | 17 | 38 |
| SR111N | - | 16[1] | 79 | - | 14 | 14 | 71 | 38 | - | - | 21 | 29 |

[1] Minder gedoseerd dan nodig was (34 kg N $ha^{-1}$) omdat onvoldoende meststof beschikbaar was.

*proef: RH1524 (1994)*

| objectcode | bemesting | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16/2 | 25/4 | 20/6 | 7/2 | | 6/6 | | 13/7 | | 23/9 | |
| | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | 7 | 6 | 32 | 24 | 34 | 38 | 13 | 13 |
| VZ50 | 50 | - | - | 7 | 6 | 37 | 33 | 50 | 50 | 8 | 17 |
| VZ100 | 100 | - | - | 7 | 6 | 52 | 46 | 55 | 67 | 8 | 34 |
| VZ150 | 150 | - | - | 7 | 6 | 61 | 55 | 84 | 80 | 17 | 38 |
| SV010N177 | 30 | - | 125 | 7 | 6 | 34 | 30 | 126 | 109 | 25 | 34 |
| SV010N134 | 30 | - | 92 | 7 | 6 | 32 | 26 | 109 | 109 | 17 | 25 |
| SV010B0N134 | 30 | - | 42 | 7 | 6 | 39 | 34 | 63 | 76 | 13 | 25 |
| SV010B0N107 | 30 | - | 28 | 7 | 6 | 36 | 26 | 71 | 67 | 17 | 25 |
| SR010N177N1 | - | 14[1] | 134 | 7 | 6 | 32 | 23 | 113 | 130 | 34 | 34 |
| SR010N177N2 | - | 33[2] | 120 | 7 | 6 | 41 | 28 | 122 | 84 | 38 | 34 |
| SR010N177NP1 | - | 14[1] | 119 | 7 | 6 | 31 | 40 | 122 | 118 | 29 | 34 |
| SR010N177NP2 | - | 42[2] | 131 | 7 | 6 | 36 | 23 | 118 | 118 | 42 | 34 |

[1] Beoogd was een gift van 15 kg N $ha^{-1}$ (zie ook 'materiaal en methoden').

[2] Beoogd was een gift van 30 kg N $ha^{-1}$ (zie ook 'materiaal en methoden').

*proef: BEM940 (1994)*

| objectcode | bemesting | | | | $N_{min}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18/4 | 29/4 | 31/5 | 21/6 | 7/2 | | 6/6 | | 13/7 | | 23/9 | |
| | | | | | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| ONBEH | 0 | - | - | - | 8 | 8 | 42 | 29 | 50 | 63 | 17 | 21 |
| VZ50 | 50 | - | - | - | 8 | 8 | 63 | 34 | 55 | 42 | 25 | 29 |
| VZ100 | 100 | - | - | - | 8 | 8 | 84 | 38 | 80 | 97 | 29 | 29 |
| VZ150 | 100 | - | 50 | - | 8 | 8 | 97 | 34 | 63 | 67 | 46 | 55 |
| SV010N177 | 30 | - | - | 112 | 8 | 8 | 59 | 25 | 80 | 97 | 55 | 50 |
| SV010N134 | 30 | - | - | 55 | 8 | 8 | 76 | 25 | 55 | 42 | 29 | 38 |
| SV010B0N134 | 30 | - | - | 28 | 8 | 8 | 63 | 29 | 55 | 80 | 21 | 34 |
| SV010B0N107 | 30 | - | - | 0 | 8 | 8 | 71 | 25 | 46 | 34 | 17 | 29 |
| SR010N177N1 | - | 14[1] | - | 129 | 8 | 8 | 46 | 21 | 63 | 84 | 42 | 42 |
| SR010N177N2 | - | 33[2] | - | 108 | 8 | 8 | 59 | 29 | 84 | 92 | 50 | 38 |
| SR010N177NP1 | - | 14[1] | - | 124 | 8 | 8 | 46 | 25 | 63 | 67 | 42 | 38 |
| SR010N177NP2 | - | 42[2] | - | 116 | 8 | 8 | 50 | 29 | 63 | 109 | 38 | 50 |

[1] Beoogd was een gift van 15 kg N $ha^{-1}$ (zie ook 'materiaal en methoden').

[2] Beoogd was een gift van 30 kg N $ha^{-1}$ (zie ook 'materiaal en methoden').

## Bijlage C. Stikstofgehalte en stikstofopname per proef en per behandeling bij drie gewasbemonsteringen

Voor de datums van de gewasbemonsteringen per proef: zie tabel 3. De eerste twee gewasbemonsteringen zijn uitgevoerd ten tijde van het eerste en het tweede tijdstip van bijbemesting, terwijl de laatste bemonstering is uitgevoerd vlak voor de eindoogst. Voor de betekenis van de gebruikte objectcodes: zie 'materiaal en methoden'.

| objectcode | N-gehalte (g kg$^{-1}$ drogestof) bemonstering | | | N-opname (kg ha$^{-1}$) bemonstering | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| *proef: PAGV2953* | | | | | | |
| ONBEH | 42,1 | 14,4 | 10,3[1] | 1,9 | 51 | 120[1] |
| VZ50 | 45,1 | 19,7 | 12,2[1] | 1,6 | 72 | 154[1] |
| VZ100 | 43,3 | 21,4 | 12,7[1] | 1,3 | 67 | 154[1] |
| VZ150 | 44,2 | 24,2 | 14,0[1] | 1,4 | 82 | 184[1] |
| SV110 | 43,0 | 18,8 | 12,4[1] | 1,9 | 79 | 158[1] |
| SV101 | 44,5 | 17,9 | 12,8[1] | 1,5 | 61 | 160[1] |
| SV111 | 42,0 | 18,0 | 12,4[1] | 1,8 | 73 | 160[1] |
| SR110 | 42,2 | 21,4 | 13,9[1] | 1,8 | 87 | 191[1] |
| SR101 | 42,9 | 22,5 | 14,6[1] | 1,5 | 71 | 178[1] |
| SR111 | 42,3 | 18,8 | 12,9[1] | 1,7 | 74 | 161[1] |
| *LSD (5%)* | *2,9* | *4,1* | *1,9* | *0,3* | *24* | *35* |
| *proef: PAGV3206* | | | | | | |
| ONBEH | 32,1 | 22,6 | 13,5 | 8,3 | 85 | 161 |
| VZ50 | 36,4 | 24,2 | 15,1 | 9,3 | 97 | 167 |
| VZ100 | 38,0 | 26,6 | 15,7 | 12,1 | 129 | 188 |
| VZ150 | 39,0 | 25,4 | 16,0 | 8,5 | 120 | 182 |
| SV110 | 33,9 | 24,6 | 15,4 | 7,9 | 111 | 168 |
| SV111 | 35,5 | 20,4 | 14,1 | 6,1 | 79 | 161 |
| SR110NP | 34,9 | 25,2 | 15,4 | 8,2 | 115 | 191 |
| SR111NP | 36,6 | 24,5 | 14,9 | 9,3 | 89 | 182 |
| SR110N | 36,5 | 27,2 | 15,8 | 5,4 | 70 | 175 |
| SR111N | 33,7 | 26,4 | 14,5 | 5,2 | 75 | 157 |
| *LSD (5%)* | *3,2* | *5,8* | *1,1* | *5,0* | *22* | *23* |

[1] In deze objecten is alleen het stikstofgehalte en stikstofopname waargenomen in bol+hals. Het stikstofgehalte en de stikstofopname in de totale drogestof is geschat door te corrigeren voor de hoeveelheid stikstof in dood en groen loof op basis van een stikstofgehalte van 1,46 resp 2,29%. Deze gehaltes werden waargenomen tijdens de afrijping van het gewas waarop de stikstofopnamecurve is gebaseerd.

| objectcode | N-gehalte (g kg$^{-1}$ drogestof) bemonstering | | | N-opname (kg ha$^{-1}$) bemonstering | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| *proef: BEM899* | | | | | | |
| ONBEH | 38,2 | 18,2 | 12,3 | 2,4 | 38 | 84 |
| VZ50 | 39,9 | 18,9 | 13,7 | 3,2 | 51 | 117 |
| VZ100 | 38,6 | 19,9 | 13,3 | 3,1 | 59 | 116 |
| VZ150 | 41,6 | 19,3 | 14,0 | 3,2 | 52 | 106 |
| SV110 | 40,3 | 24,5 | 15,1 | 2,8 | 66 | 133 |
| SV111 | 40,4 | 21,5 | 15,0 | 2,9 | 54 | 123 |
| SV110B0 | 35,2 | 25,9 | 14,3 | 2,1 | 48 | 116 |
| SV111B0 | 38,8 | 20,0 | 12,2 | 2,1 | 46 | 93 |
| SV110B0N125 | 37,8 | 20,2 | 12,4 | 2,3 | 44 | 101 |
| SV111B0N125 | 37,0 | 17,5 | 12,4 | 2,2 | 40 | 94 |
| *LSD (5%)* | *4,8* | *2,5* | *1,4* | *1,0* | *16* | *19* |
| *proef: OBS1992* | | | | | | |
| ONBEH | 35,4 | 23,6 | 15,2 | 10,0 | 53 | 109 |
| VZ100 | 41,8 | 24,0 | 16,7 | 8,4 | 61 | 111 |
| SV110B0N125 | 36,4 | 22,7 | 15,7 | 9,3 | 57 | 99 |
| SV111B0N125 | 37,2 | 22,4 | 15,3 | 8,4 | 58 | 104 |
| *LSD (5%)* | *2,7* | *2,5* | *3,3* | *4,9* | *14* | *21* |
| *proef: PAGV3510* | | | | | | |
| ONBEH | 35,0 | 20,0 | 9,9 | 2,5 | 45 | 98 |
| VZ50 | 41,2 | 26,6 | 11,7 | 2,6 | 72 | 147 |
| VZ100 | 42,1 | 30,0 | 12,6 | 2,0 | 64 | 145 |
| VZ150 | 42,8 | 30,8 | 13,9 | 2,3 | 72 | 166 |
| SV110 | 39,7 | 28,1 | 13,0 | 2,0 | 74 | 155 |
| SV111 | 38,8 | 25,5 | 14,4 | 2,8 | 66 | 162 |
| SV110B0 | 38,2 | 22,5 | 11,0 | 2,5 | 65 | 126 |
| SV111B0 | 38,1 | 20,4 | 11,1 | 2,1 | 48 | 119 |
| SV110B0N125 | 37,3 | 21,9 | 12,0 | 2,3 | 61 | 104 |
| SV111B0N125 | 35,6 | 21,9 | 10,5 | 2,7 | 61 | 118 |
| SR110NP | 36,4 | 23,7 | 12,7 | 4,1 | 83 | 174 |
| SR110N | 37,3 | 25,9 | 11,5 | 2,3 | 64 | 122 |
| *LSD (5%)* | *2,8* | *2,9* | *1,7* | *0,9* | *17* | *25* |

| objectcode | N-gehalte (g kg$^{-1}$ drogestof) bemonstering | | | N-opname (kg ha$^{-1}$) bemonstering | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| *proef: BEM915* | | | | | | |
| ONBEH | 35,0 | 17,2 | 11,8 | 3,6 | 31 | 101 |
| VZ50 | 38,6 | 19,0 | 13,0 | 4,6 | 41 | 135 |
| VZ100 | 41,3 | 22,6 | 13,4 | 4,1 | 46 | 138 |
| VZ150 | 42,2 | 24,6 | 13,5 | 4,1 | 44 | 154 |
| SV110 | 38,6 | 23,4 | 13,5 | 3,9 | 47 | 141 |
| SV111 | 38,5 | 20,6 | 12,4 | 4,2 | 41 | 120 |
| SV110N125 | 39,5 | 22,3 | 13,0 | 4,6 | 49 | 142 |
| SV111N125 | 38,2 | 18,9 | 12,3 | 4,5 | 40 | 118 |
| SV110B0N125 | 35,6 | 19,5 | 12,5 | 3,3 | 34 | 105 |
| SV111B0N125 | 36,5 | 17,3 | 12,3 | 3,4 | 28 | 101 |
| SR110NP | 36,5 | 22,5 | 14,6 | 5,4 | 57 | 146 |
| SR110N | 39,0 | 23,1 | 13,7 | 3,4 | 44 | 148 |
| *LSD (5%)* | *3,2* | *1,9* | *1,0* | *1,2* | *12* | *24* |
| *proef: RH1524* | | | | | | |
| ONBEH | 44,1 | 16,6 | 13,6 | 1,1 | 19 | 71 |
| VZ50 | 45,3 | 16,7 | 14,2 | 1,5 | 25 | 83 |
| VZ100 | 47,3 | 20,0 | 15,0 | 1,3 | 29 | 95 |
| VZ150 | 46,1 | 21,4 | 15,8 | 1,2 | 35 | 105 |
| SV010N177 | 44,9 | 22,3 | 16,6 | 1,2 | 26 | 88 |
| SV010N134 | 46,2 | 19,8 | 17,0 | 1,3 | 25 | 99 |
| SV010B0N134 | 46,1 | 18,2 | 14,8 | 1,3 | 26 | 86 |
| SV010B0N107 | 45,6 | 18,0 | 15,0 | 1,3 | 27 | 94 |
| SR010N177N1 | 46,2 | 21,3 | 16,9 | 1,0 | 22 | 89 |
| SR010N177N2 | 47,3 | 20,8 | 16,8 | 1,2 | 25 | 86 |
| SR010N177NP1 | 46,7 | 18,4 | 16,3 | 1,8 | 31 | 108 |
| SR010N177NP2 | 49,3 | 21,5 | 15,8 | 1,0 | 25 | 74 |
| *LSD (5%)* | *1,6* | *1,8* | *1,0* | *0,4* | *5* | *18* |
| *proef: BEM940* | | | | | | |
| ONBEH | 41,0 | 17,4 | 14,1 | 0,62 | 18 | 68 |
| VZ50 | 42,9 | 19,1 | 15,8 | 0,64 | 23 | 82 |
| VZ100 | 43,5 | 21,7 | 15,9 | 0,59 | 24 | 84 |
| VZ150 | 43,9 | 23,3 | 16,3 | 0,57 | 28 | 98 |
| SV010N177 | 42,6 | 20,7 | 16,7 | 0,60 | 26 | 90 |
| SV010N134 | 43,7 | 19,1 | 16,9 | 0,60 | 24 | 87 |
| SV010B0N134 | 42,3 | 18,1 | 16,1 | 0,59 | 21 | 83 |
| SV010B0N107 | 43,5 | 18,6 | 15,7 | 0,66 | 25 | 78 |
| SR010N177N1 | 42,6 | 20,2 | 17,0 | 0,50 | 24 | 85 |
| SR010N177N2 | 44,4 | 20,1 | 16,7 | 0,60 | 26 | 92 |
| SR010N177NP1 | 43,8 | 19,3 | 16,0 | 0,63 | 28 | 90 |
| SR010N177NP2 | 44,0 | 20,8 | 16,5 | 0,59 | 27 | 93 |
| *LSD (5%)* | *2,2* | *1,8* | *0,8* | *0,11* | *4* | *12* |

## Bijlage D. Neerslaghoeveelheid gedurende het seizoen

| dag | proef | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pagv2953 | pagv3206 | pagv3510 | BEM899 | BEM915 | BEM940 | RH1524 |
| 1-jan. | 4,5 | 0 | - | - | - | - | - |
| 2-jan. | 2,3 | 0 | - | - | - | - | - |
| 3-jan. | 0,1 | 0 | - | - | - | - | - |
| 4-jan. | 6,0 | 7 | - | - | - | - | - |
| 5-jan. | 1,4 | 22,1 | - | - | - | - | - |
| 6-jan. | 2,9 | 1,1 | - | - | - | - | - |
| 7-jan. | 4,1 | 0 | - | - | - | - | - |
| 8-jan. | 6 | 0 | - | - | - | - | - |
| 9-jan. | 3,4 | 17,1 | - | - | - | - | - |
| 10-jan. | 6,1 | 0 | - | - | - | - | - |
| 11-jan. | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| 12-jan. | 0,1 | 0,5 | - | - | - | - | - |
| 13-jan. | 0,1 | 0 | - | - | - | - | - |
| 14-jan. | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| 15-jan. | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| 16-jan. | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| 17-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 18-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 19-jan. | - | 3,1 | - | - | - | - | - |
| 20-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 21-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 22-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 23-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 24-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 25-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 26-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 27-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 28-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 29-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 30-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 31-jan. | - | 0 | - | - | - | - | - |
| 1-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 2-febr. | - | 0 | - | - | - | 2,6 | - |
| 3-febr. | - | 3,4 | - | - | - | 0 | - |
| 4-febr. | - | 1,1 | - | - | - | 4 | - |
| 5-febr. | - | 0,3 | - | - | - | 0,5 | - |
| 6-febr. | - | 0 | - | - | - | 1,5 | - |
| 7-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 8-febr. | - | 0 | - | - | - | 1,1 | - |
| 9-febr. | - | 0,8 | - | - | - | 0 | - |
| 10-febr. | - | 1,2 | - | - | - | 2 | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11-febr. | - | 2,8 | - | - | - | 0 | - |
| 12-febr. | - | 1 | - | - | - | 0 | - |
| 13-febr. | - | 0,7 | - | - | - | 0 | - |
| 14-febr. | - | 1,2 | - | - | - | 0 | - |
| 15-febr. | - | 2,5 | - | - | - | 0 | - |
| 16-febr. | - | 4,8 | - | - | - | 0 | - |
| 17-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 18-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 19-febr. | - | 0,3 | - | - | - | 0 | - |
| 20-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 21-febr. | - | 0 | - | - | - | 0 | - |
| 22-febr. | - | 0,1 | 2,7 | - | - | 0 | - |
| 23-febr. | - | 2,1 | 0,1 | - | - | 0,2 | - |
| 24-febr. | - | 0 | 0,6 | - | - | 1 | - |
| 25-febr. | - | 0 | 0,1 | - | - | 0 | - |
| 26-febr. | - | 0 | 3,6 | - | - | 0 | - |
| 27-febr. | - | 0 | 1,5 | - | - | 0 | - |
| 28-febr. | - | 0 | 3,1 | - | - | 10,5 | - |
| 29-febr. | | 0 | | - | | | - |
| 1-mrt. | - | 0 | 0,1 | 4 | - | 8,5 | - |
| 2-mrt. | - | 1,7 | 0 | 0 | - | 0,5 | - |
| 3-mrt. | - | 0 | 0 | 0 | - | 3,5 | - |
| 4-mrt. | - | 0 | 0 | 0 | - | 7 | - |
| 5-mrt. | - | 0,2 | 1 | 0 | - | 0 | - |
| 6-mrt. | - | 3,7 | 0 | 3,5 | - | 0 | - |
| 7-mrt. | - | 0 | 0,3 | 0 | - | 1,5 | - |
| 8-mrt. | - | 0 | 0,1 | 0 | - | 0 | - |
| 9-mrt. | - | 0 | 0 | 0 | - | 0,5 | - |
| 10-mrt. | - | 4,9 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 11-mrt. | - | 0,1 | 0,1 | 6,5 | - | 0 | - |
| 12-mrt. | - | 20,7 | 0,1 | 2,4 | - | 0,4 | - |
| 13-mrt. | - | 8,9 | 0 | 13 | - | 6,5 | - |
| 14-mrt. | - | 2,3 | 0 | 11,3 | - | 0,5 | - |
| 15-mrt. | - | 0,1 | 0 | 0,5 | - | 6,5 | - |
| 16-mrt. | - | 0 | 1,5 | 0 | - | 0,8 | - |
| 17-mrt. | - | 0 | 1,2 | 0 | - | 1,3 | - |
| 18-mrt. | - | 0,1 | 1,1 | 0 | - | 1 | - |
| 19-mrt. | - | 0,3 | 0 | 0,5 | - | 11,5 | - |
| 20-mrt. | - | 3,3 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 21-mrt. | - | 2 | 0 | 2 | - | 0 | - |
| 22-mrt. | - | 5,6 | 2,9 | 5 | - | 0 | - |
| 23-mrt. | - | 0 | 0,1 | 1 | - | 5 | - |
| 24-mrt. | - | 0 | 0,1 | 1,8 | - | 6 | - |
| 25-mrt. | - | 0,9 | 0,8 | 0,3 | - | 7,5 | - |
| 26-mrt. | - | 3,1 | 0 | 5,5 | - | 9 | - |
| 27-mrt. | - | 2 | 0 | 0,3 | - | 0,1 | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28-mrt. | - | 2,2 | 0,1 | 2,7 | - | 0 | - |
| 29-mrt. | - | 0 | 0 | 0,4 | - | 4,5 | - |
| 30-mrt. | - | 0,8 | 0 | 2,5 | - | 0 | - |
| 31-mrt. | - | 0 | 1,8 | 0 | - | 4 | - |
| 1-april | - | 11,2 | 0,1 | 11,5 | 0 | 6,5 | - |
| 2-april | - | 0 | 0 | 0,9 | 5 | 5 | - |
| 3-april | - | 2,3 | 0,1 | 0 | 0 | 2 | - |
| 4-april | - | 0,2 | 0,5 | 0 | 0 | 9 | - |
| 5-april | - | 0 | 5,2 | 0 | 0,3 | 10 | - |
| 6-april | - | 0 | 2,4 | 0 | 6 | 13 | - |
| 7-april | - | 0 | 0,4 | 0 | 5 | 0,2 | - |
| 8-april | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | - |
| 9-april | - | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 9 | - |
| 10-april | - | 0 | 0,1 | 0 | 0,8 | 6,5 | - |
| 11-april | - | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | - |
| 12-april | - | 0 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | - |
| 13-april | - | 3,8 | 0 | 3,2 | 0 | 0 | - |
| 14-april | - | 3,5 | 0 | 4,3 | 0 | 0 | - |
| 15-april | 10,0 | 7,7 | 0,5 | 5 | 0 | 9,5 | - |
| 16-april | 0,1 | 3 | 0,3 | 4 | 0 | 1,5 | - |
| 17-april | 0,1 | 7,7 | 1,4 | 0,4 | 0 | 0 | - |
| 18-april | 0 | 1,3 | 14,1 | 4,8 | 2,5 | 0 | - |
| 19-april | 0 | 0 | 8,1 | 0 | 11 | 0 | - |
| 20-april | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | - |
| 21-april | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | - |
| 22-april | 0 | 0,2 | 2,2 | 0 | 0 | 1 | - |
| 23-april | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | - |
| 24-april | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 25-april | 0 | 1,5 | 0 | 3 | 0 | 4,5 | - |
| 26-april | 0 | 7,3 | 0 | 0,4 | 0 | 0,3 | - |
| 27-april | 0 | 0 | 0 | 7,5 | 0 | 0,6 | - |
| 28-april | 0 | 2,5 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | - |
| 29-april | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | - |
| 30-april | 0 | 0,5 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | - |
| 1-mei | 0 | 10 | 0 | 6,5 | 0 | 0 | 0 |
| 2-mei | 0 | 0,3 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 3-mei | 0 | 0,5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4-mei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 6-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 5,5 | 6 |
| 7-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 5,5 | 0 |
| 8-mei | 0 | 3,1 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 7 |
| 9-mei | 0 | 13,7 | 0,4 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0 |
| 10-mei | 0 | 2,7 | 15,8 | 31 | 10,5 | 0 | 1 |
| 11-mei | 0 | 3,2 | 0 | 1 | 1,2 | 0 | 0 |
| 12-mei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13-mei | 0 | 0,1 | 0,1 | 1,1 | 0 | 0 | 0 |
| 14-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-mei | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 5,5 | 0 |
| 16-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 4 |
| 17-mei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 | 10 |
| 18-mei | 0 | 0 | 8,6 | 0 | 0 | 6,5 | 4 |
| 19-mei | 0 | 0 | 2,5 | 0 | 4,8 | 0 | 0 |
| 20-mei | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 5 |
| 21-mei | 0,8 | 0 | 0,2 | 0 | 1,2 | 3 | 7 |
| 22-mei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,5 | 9 |
| 23-mei | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 |
| 24-mei | 0,7 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25-mei | 0 | 0,1 | 0 | 0 | - | 0,1 | 3 |
| 26-mei | 1,1 | 0 | 1,9 | 0 | - | 1 | 0 |
| 27-mei | 0 | 0 | 8,3 | 20,0 | - | 0,1 | 0 |
| 28-mei | 0 | 0,1 | 2,9 | 0 | - | 0 | 0 |
| 29-mei | 0 | 1,5 | 1,4 | 0 | - | 0 | 0 |
| 30-mei | 10,0 | 8,2 | 0 | 11,7 | - | 0 | 0 |
| 31-mei | 0 | 6 | 1,7 | 0 | - | 0 | 0 |
| 1-juni | 0 | 3 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 |
| 2-juni | 7,4 | 27,1 | 0 | 9,3 | 5,5 | 0 | 0 |
| 3-juni | 5,4 | 2,6 | 6,3 | 8,5 | 2,4 | 1,5 | 0 |
| 4-juni | 0 | 18 | 0 | 0 | 0,1 | 7,5 | 0 |
| 5-juni | 0,1 | 0 | 0 | 12,3 | 0 | 4,5 | 0 |
| 6-juni | 17,8 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 7-juni | 0 | 9,1 | 0 | 0 | 0,1 | 1,5 | 0 |
| 8-juni | 0,5 | 0,6 | 0 | 9,5 | 0,1 | 0,3 | 9 |
| 9-juni | 5,7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 |
| 10-juni | 0,4 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 5,5 | 0 |
| 11-juni | 4,5 | 0 | 15,0 | 0 | 4,8 | 1,4 | 3 |
| 12-juni | 9,8 | 1,3 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| 13-juni | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 14-juni | 16,6 | 0 | 1,9 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 15-juni | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| 16-juni | 0 | 0 | 17,9 | 0 | 10,4 | 0 | 0 |
| 17-juni | 1,8 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1,3 | 0 |
| 18-juni | 5,7 | 2,8 | 4,6 | 0,6 | 5,6 | 0 | 0 |
| 19-juni | 0 | 0,2 | 0,7 | 12,5 | 0 | 0 | 0 |
| 20-juni | 5 | 0 | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0 |
| 21-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 22-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 1,8 | 0 |
| 23-juni | 0 | 15,0 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24-juni | 6,6 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26-juni | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,3 | 2 | 0 |
| 27-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28-juni | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 30-juni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,6 | 0 |
| 1-juli | 0 | 0,1 | 0 | 0,2 | 0,3 | 0 | 0 |
| 2-juli | 0 | 0,8 | 0 | 1,3 | 0 | 0 | 0 |
| 3-juli | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 |
| 4-juli | 0 | 17,2 | 0 | 6 | 0,1 | 0 | 3 |
| 5-juli | 0 | 0,1 | 24,6 | 2 | 1,4 | 14 | 0 |
| 6-juli | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 7-juli | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 26 |
| 8-juli | 0,1 | 0 | 0 | 20,0 | 0 | 0,8 | 0 |
| 9-juli | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| 10-juli | 26,6 | 4,5 | 1,9 | 0 | 2,5 | 0 | 0 |
| 11-juli | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-juli | 1,1 | 12,2 | 6,2 | 16 | 2,3 | 0 | 0 |
| 13-juli | 0 | 6,6 | 1,3 | 13,2 | 0,3 | 0,3 | 0 |
| 14-juli | 0,3 | 10,6 | 22,7 | 29,9 | 19,2 | 0 | 0 |
| 15-juli | 0 | 0 | 6,6 | 0 | 5 | 2 | 0 |
| 16-juli | 0 | 10,5 | 10,2 | 0 | 14,6 | 0 | 0 |
| 17-juli | 2,1 | 7,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-juli | 0,2 | 0 | 0 | 1,6 | 0,3 | 0 | 0 |
| 19-juli | 0,2 | 0 | 1,5 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 20-juli | 0,2 | 0 | 3 | 0 | 16,7 | 0 | 0 |
| 21-juli | 0 | 3,5 | 7,9 | 0 | 2,3 | 0 | 0 |
| 22-juli | 0 | 0 | 0 | 3 | 0,3 | 0 | 0 |
| 23-juli | 6,5 | 0 | 0,4 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 24-juli | 0,2 | 18,5 | 8,5 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 25-juli | 0 | 0 | 17,3 | 0,3 | 11,3 | 0 | 5 |
| 26-juli | 0 | 0 | 4,7 | 0 | 1,6 | 0 | 0 |
| 27-juli | 0 | 0,8 | 14,3 | 0,1 | 7,5 | 0 | 0 |
| 28-juli | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 5,5 | 4 |
| 29-juli | 0,4 | 0 | 2,6 | 0 | 3,6 | 3,7 | 0 |
| 30-juli | 1,2 | 0 | 18,7 | 0 | 4,1 | 0 | 0 |
| 31-juli | 0,1 | 0 | 12,2 | 0 | 5,8 | 0 | 2 |
| 1-aug. | 0 | 2,6 | 0 | 0 | 0,1 | 4,8 | 15 |
| 2-aug. | 7,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,2 | 0 |
| 3-aug. | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 4-aug. | 0 | 5,5 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-aug. | 11 | 0 | 0,9 | 0 | 4,3 | 3 | 8 |
| 6-aug. | 0 | 0 | 3,4 | 0 | 10,8 | 0,5 | 0 |
| 7-aug. | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8-aug. | 0 | 0,1 | 1,6 | 0,5 | 1,4 | 0 | 0 |
| 9-aug. | 0 | 0 | 7,5 | 0 | 6,5 | 0 | 0 |
| 10-aug. | 0 | 28,1 | 6,6 | 2 | 3,1 | 0 | 0 |
| 11-aug. | 0 | 1,2 | 2,8 | 0,5 | 4,6 | 13,5 | 4 |
| 12-aug. | 0 | 7,4 | 9,6 | 4,2 | 25,8 | 4 | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13-aug. | 0 | 10,2 | 0,1 | | 0,5 | 22 | 0 |
| 14-aug. | 0 | 20,1 | 0,2 | 24,5 | 2,9 | 0,5 | 4 |
| 15-aug. | 0 | 0 | 5,2 | | 1,5 | 0 | 0 |
| 16-aug. | 0 | 2,9 | 0 | 11,5 | 0,3 | 0 | 0 |
| 17-aug. | 0 | 0,5 | 0 | | 0,1 | 1,3 | 7 |
| 18-aug. | 0,7 | 2,1 | 0 | 0,6 | 0 | 13,5 | 1 |
| 19-aug. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 3,5 | 1 |
| 20-aug. | 0 | 12,6 | 1 | 1,7 | 2,9 | 0 | 0 |
| 21-aug. | 1,5 | 0 | 0,2 | 1 | 0,1 | 0 | 0 |
| 22-aug. | 0,4 | 3,1 | 18 | 0,3 | 16,2 | 0 | 0 |
| 23-aug. | 0 | 1,1 | 0,2 | 0 | 4,7 | 0 | 0 |
| 24-aug. | 0 | 1,4 | 1,1 | 2,6 | 2,2 | 0,5 | 0 |
| 25-aug. | 0 | 8,8 | 8,4 | 0 | 4,1 | 0 | 0 |
| 26-aug. | 0 | 1,1 | 0,7 | 9 | 3,1 | 7,5 | 0 |
| 27-aug. | 3,5 | 0 | 0,5 | 1 | 0,4 | 1,5 | 5 |
| 28-aug. | 0 | 2,6 | 0 | 7,5 | 0,1 | 3,7 | 1 |
| 29-aug. | 0 | 4,5 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| 30-aug. | 0 | 2,7 | 1,1 | 1,7 | 1,5 | 0 | 0 |
| 31-aug. | 0 | 11,5 | 0,8 | 1,2 | 0 | 0,7 | 2 |
| 1-sept. | 0 | 2,5 | 3,4 | 3,3 | 0,4 | 3 | 2 |
| 2-sept. | 0 | 7,3 | 2,1 | 2,1 | 1 | 2 | - |
| 3-sept. | 0 | 15,8 | 15,8 | 12,7 | 7,4 | 8,5 | - |
| 4-sept. | 0 | 13,5 | 0,7 | 2,8 | 0,5 | 1,7 | - |
| 5-sept. | 0 | 12,8 | 0,3 | 5 | 0,4 | 2,5 | - |
| 6-sept. | 0 | 0 | 0 | 4,5 | 0,3 | 2,8 | - |
| 7-sept. | 0 | 0,9 | 0 | 2 | 0 | 0 | - |
| 8-sept. | 0 | 1,1 | 19,2 | 13 | 2,7 | 1 | - |
| 9-sept. | 0 | 0 | 13,1 | 5,5 | 2,5 | 9 | - |
| 10-sept. | 0 | 0 | 4,3 | 0 | 0,8 | 23,5 | - |
| 11-sept. | 0 | 20,8 | 6,2 | 0,8 | 4,3 | 3,5 | - |
| 12-sept. | 0 | - | 1,4 | 0,1 | 0,3 | 1 | - |
| 13-sept. | - | - | 21,4 | 0 | 24,9 | 2 | - |
| 14-sept. | - | - | 9,4 | 0 | 4 | 0 | - |
| 15-sept. | | | 2,6 | 0,2 | 0,9 | 31 | - |
| 16-sept. | | | 17,9 | 0 | 11,5 | 40 | - |
| 17-sept. | | | | 7,2 | 0,5 | 16,5 | - |
| 18-sept. | | | | 0,2 | 0 | 6,6 | - |
| 19-sept. | | | | 0 | 0 | 0 | - |
| 20-sept. | | | | 0 | 16,5 | 1 | - |
| 21-sept. | | | | 0 | 0 | 5 | - |
| 22-sept. | | | | 0,2 | 0,7 | 0 | - |
| 23-sept. | | | | 0,1 | 0 | 0 | - |
| 24-sept. | | | | - | 0 | 0 | - |
| 25-sept. | | | | - | 32 | 2,5 | - |
| 26-sept. | | | | - | 23 | 0 | - |
| 27-sept. | | | | - | 0,2 | 0 | - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28-sept. | - | 0,2 | 0,3 | - |
| 29-sept. | - | 0 | | - |
| 30-sept. | - | 0 | | - |

Opmerking:-getallen zijn inclusief beregeningen uitgevoerd op datums zoals vermeld in Bijlage A

- van OBS1992 waren geen neerslaggegevens beschikbaar.

## Bijlage E. $N_{min}$ in de lagen 0-30 en 30-60 cm in afhankelijkheid van de plaats van monstername

| object[1] | datum | laag (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-30 | | 30-60 | |
| | | tussen de rij | bij de rij | tussen de rij | bij de rij |
| *PAGV2953* | | | | | |
| ONBEH | 29 mei | 46 | 55 | -[2] | -[2] |
| | 22 juli | 8 | 8 | 21 | 25 |
| VZ100 | 29 mei | 139 | 143 | -[2] | -[2] |
| | 22 juli | 38 | 13 | 50 | 38 |
| *PAGV3206* | | | | | |
| ONBEH | 10 juni | 50 | 67 | 59 | 67 |
| | 14 juli | 25 | 25 | 50 | 34 |
| VZ100 | 10 juni | 109 | 109 | 84 | 92 |
| | 14 juli | 67 | 42 | 59 | 59 |
| *BEM899* | | | | | |
| ONBEH | 19 juni | 59 | 59 | 34 | 34 |
| | 23 juli | 17 | 17 | 34 | 34 |
| VZ100 | 19 juni | 92 | 67 | 34 | 34 |
| | 23 juli | 34 | 25 | 34 | 34 |
| *PAGV3510* | | | | | |
| ONBEH | 2 juni | 67 | 76 | 42 | 59 |
| | 5 juli | 25 | 25 | 17 | 25 |
| VZ100 | 2 juni | 176 | 168 | 67 | 67 |
| | 5 juli | 118 | 59 | 34 | 42 |

[1] Voor betekenis objectcodering: zie 'materiaal en methoden'.

## Bijlage F. Opbrengsten (vers) in ton ha$^{-1}$ per proef en per behandeling

| objectcode[1] | proef | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PAGV2 | PAGV3 | BEM899 | OBS199 | PAGV3 | BEM915 | BEM940 | RH1524 |
| ONBEH | 63,8 | 68,7 | 38,9 | 46,4 | 66,2 | 55,6 | 32,2 | 31,8 |
| VZ50 | 60,2 | 75,2 | 62,8 | - | 74,7 | 67,6 | 33,1 | 36,5 |
| VZ100 | 62,7 | 75,0 | 56,9 | 51,7 | 74,9 | 66,4 | 33,1 | 39,8 |
| VZ150 | 64,9 | 75,3 | 56,2 | - | 73,5 | 69,6 | 40,5 | 38,9 |
| SV110 | 66,8 | 72,7 | 54,3 | 42,9 | 76,4 | 70,5 | - | - |
| SV111 | 66,2 | 71,0 | 53,2 | 47,9 | 74,5 | 64,6 | - | - |
| SV101 | 63,7 | - | - | - | - | - | - | - |
| SV110B0 | - | - | 51,3 | - | 76,7 | - | - | - |
| SV111B0 | - | - | 50,4 | - | 67,8 | - | - | - |
| SV110N125 | - | - | - | - | - | 70,4 | - | - |
| SV111N125 | - | - | - | - | - | 64,4 | - | - |
| SV110B0N125 | - | - | 50,0 | - | 71,4 | 59,2 | - | - |
| SV110B0N125 | - | - | 45,0 | - | 72,4 | 55,1 | - | - |
| SV010N177 | - | - | - | - | - | - | 36,8 | 34,2 |
| SV010N134 | - | - | - | - | - | - | 34,8 | 36,5 |
| SV010B0N134 | - | - | - | - | - | - | 36,1 | 37,8 |
| SV010B0N107 | - | - | - | - | - | - | 32,3 | 37,8 |
| SR110N | 68,1 | 68,2 | - | - | 72,2 | 70,3 | - | - |
| SR111N | 65,0 | 65,3 | - | - | - | - | - | - |
| SR101N | 64,8 | - | - | - | - | - | - | - |
| SR010N177N1 | - | - | - | - | - | - | 35,2 | 32,7 |
| SR010N177N2 | - | - | - | - | - | - | 35,6 | 31,1 |
| SR110NP | - | 72,0 | - | - | 84,0 | 74,2 | - | - |
| SR111NP | - | 65,8 | - | - | - | - | - | - |
| SR010N177NP1 | - | - | - | - | - | - | 37,6 | 42,6 |
| SR010N177NP2 | - | - | - | - | - | - | 36,7 | 31,8 |
| *LSD (5%)* | *6,2* | *7,0* | *13,2* | *8,5* | *7,2* | *5,6* | *4,1* | *6,7* |

[1] Voor betekenis objectcode zie: 'materiaal en methoden'.