

Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool

Nitrogen fertilization and nutrient uptake of cauliflower

dr. ir. A.P. Everaarts
C.P. de Moel

verslag nr. 198
maart 1995



PROEFSTATION



LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 03200-91111, fax 03200-30479

JSN 557208
JSN serie 57053

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0968 6052

INHOUD

SAMENVATTING	5
SUMMARY	7
1. INLEIDING	9
2. MATERIAAL EN METHODEN	10
2.1 Algemeen	10
2.2 Proefopzet en statistische verwerking van resultaten	10
2.3 Opbrengst	12
2.4 Teeltmethoden en teeltomstandigheden	12
2.5 Bepalingen aan het gewas bij de oogst	13
2.6 Bepalingen aan de bodem bij de oogst	14
3. RESULTATEN	16
3.1 Opbrengst	16
3.1.1 Aantal geoogste planten	16
3.1.2 Kwaliteit	16
3.1.3 Aantal bloemkolen maat 'zes'	16
3.1.4 Bepaling van de optimale stikstofgift	20
3.2 Gewasreactie op stikstof	26
3.2.1 Benutting van de stikstofgift	27
3.2.2 Benutting en opname van stikstof	30
3.2.3 Balans van de stikstof in het gewas/bodem systeem	36
3.2.4 Stikstof in het produkt	39
3.2.5 Stikstof in gewasresten	40
3.3 Stikstof in de bodem bij de oogst	41
3.3.1 Hoeveelheid	41
3.3.2 Verdeling	42
3.4 Fosfor	45

3.4.1	Gehalte aan fosfor in het gewas	45
3.4.2	Opname en afvoer van fosfor	45
3.5	Kalium	48
3.5.1	Gehalte aan kalium in het gewas	48
3.5.2	Opname en afvoer van kalium	50
4.	DISCUSSIE	53
5.	CONCLUSIES	57
6.	LITERATUUR	58

SAMENVATTING

Gedurende drie seizoenen zijn de effecten van stikstof op opbrengst, kwaliteit, stikstofbenutting en nutriëntenopname van bloemkool bestudeerd. Proeven werden uitgevoerd op het ROC Zwaagdijk, op praktijklocaties bij bloemkooltelers in Noord-Holland en op het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad. De stikstof werd breedwerpig of als rijenbemesting bij het planten toegediend en er was een toediening als gedeelde gift.

Het aantal geoogste planten werd niet consequent door de toediening van stikstof beïnvloed. Stikstof had geen effect op de kwaliteit van de bloemkool. Het percentage geoogste bloemkolen kwaliteit I maat 'zes' nam over het algemeen door toedienen van stikstof toe. Bij een voldoende hoge opbrengst bood rijenbemesting geen perspectief voor verhoging van de opbrengst of verlaging van de stikstofgift. Deling van de gift had geen positief effect op de opbrengst. Het gewas kon de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt goed benutten. De optimale stikstofgift bedroeg 224 - N_{min} (0-60 cm) kg per hectare.

Bij optimale bemesting nam het gewas 200 tot 240 kg stikstof per hectare op. De opname van stikstof werd niet door de toedieningswijze of deling van de gift beïnvloed. De benutting van de kunstmeststikstof liep terug bij toename van de gift en was hoger naarmate er minder mineralisatie was. Per kg opgenomen stikstof werd 12-23 kg produkt drogestof geproduceerd. De efficiëntie van het gebruik van stikstof bij de produktie van drogestof daalde bij toename van de stikstofgift. Er werden aanwijzingen gevonden dat andere factoren dan het stikstofaanbod de stikstofopname belemmerden en ook dat het gebruik van stikstof bij de produktie van drogestof beperkt werd door andere factoren dan de hoeveelheid opgenomen stikstof.

Het 'verlies' van stikstof uit het systeem gewas/bodem nam toe naarmate meer stikstof beschikbaar was. In één proef werd een lager 'verlies' bij rijenbemesting dan bij breedwerpige bemesting gevonden.

Ongeveer 50 % van de opgenomen stikstof werd met het produkt van het veld afgevoerd. Dit percentage werd niet door de stikstofbemesting beïnvloed. Bij de optimale bemesting bleef 100-120 kg per hectare stikstof in de gewasresten op het

veld achter. De hoeveelheid stikstof per ton vers produkt kon door de stikstofbemesting worden beïnvloed en was hoger naarmate het minerale stikstofgehalte van de bodem bij aanvang van de teelt hoger was.

De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij het einde van de teelt steeg naarmate er meer stikstof was gegeven. De toedieningswijze had geen effect op de hoeveelheid stikstof per bodemlaag 0-30 of 30-60 cm bij de oogst. Bij breedwerpige bemesting werd bij de oogst soms meer stikstof tussen de rijen gevonden dan in de rij. Maar ook een meer gelijke horizontale verdeling van stikstof tussen de rijen en in de rij werd bij deze wijze van bemesten gevonden. Bij rijenbemesting werd bij de oogst meer stikstof op de plaats van toediening gevonden dan elders.

Het fosforgehalte van het gewas werd niet door de stikstofbemesting beïnvloed en was hoger naarmate het Pw getal van de bodem hoger was. In totaal werd 25-40 kg fosfor (P) per hectare (55-90 kg P_2O_5) opgenomen. De hoeveelheid fosfor per ton vers produkt lag tussen 0,24 en 0,58 kg. Met het produkt werd ongeveer 15 tot 18 kg fosfor per hectare van het veld afgevoerd.

Stikstofbemesting kan het kaliumgehalte van het gewas beïnvloeden. De opname van kalium (K) door het gewas lag tussen 200 en 300 kg per hectare (240-360 kg K_2O). De hoeveelheid kalium per ton vers produkt varieerde van 2,0 tot 3,9 kg. Deze hoeveelheid kan dalen bij toenemende stikstofgift en lag hoger naarmate het kaliumgehalte van de bodem hoger was. Bij een normale opbrengst werd 120 tot 130 kg kalium per hectare met het produkt van het veld afgevoerd.

SUMMARY

The effects of nitrogen on yield, quality, nitrogen utilization and nutrient uptake of cauliflower were studied over a period of three seasons. Nitrogen fertilizer was applied at planting broadcast or as a row application. One treatment consisted of a split application.

The number of plants harvested was not consistently influenced by application of nitrogen. Nitrogen did not have an effect on the quality of the product. In general the percentage of cauliflowers quality I size 'six' increased with application of nitrogen. At a sufficiently high yield level row application had no advantage with regard to increasing the yield or reducing the amount of fertilizer applied. Split application had no positive effects. The crop was able to utilize the soil mineral nitrogen available in the soil layer 0-60 cm at planting. The optimum fertilizer application was 224 - Nmin (0-60 cm) kg per hectare.

At optimum fertilization the crop took up 200-240 kg nitrogen per hectare. Uptake of nitrogen was not influenced by row or split application of the fertilizer. Fertilizer nitrogen recovery decreased with an increase in application and was higher when there was less mineralisation. For each kg of nitrogen taken up, 12 - 23 kg product dry matter was produced. The efficiency of the use of nitrogen in the production of dry matter decreased with increasing fertilizer applications. Indications were found that in some fields, factors other than nitrogen supply limited nitrogen uptake. Also the use of nitrogen taken up in the production of dry matter, might have been limited by factors other than the amount of nitrogen taken up.

The 'loss' of nitrogen from the crop/soil system increased with increased availability of nitrogen. In one experiment a smaller 'loss' was found with row application as compared to broadcast application.

About 50 % of the nitrogen taken up was removed from the field with the product. This percentage was not influenced by the treatments. With optimum fertilization, 100-120 kg of nitrogen remained in the crop residues in the field. The amount of nitrogen per ton product fresh could be influenced by nitrogen application and was higher when soil mineral nitrogen was higher at planting.

The amount of soil mineral nitrogen at harvest increased with an increase in nitrogen supply. The method of application had no effect on the amount of nitrogen in the soil layers 0-30 or 30-60 cm. With broadcast application more nitrogen was sometimes found between the rows as compared to in the row. Also a more equal distribution of soil nitrogen between and in the rows at harvest was observed with this method of application. With row application more nitrogen was found where the fertilizer had been placed.

The phosphorus content of the crop was not influenced by nitrogen application. The content was higher when the phosphorus content of the soil was higher. The crop took up 25-40 kg per hectare phosphorus (P). The amount of phosphorus per ton product fresh varied between 0,24 and 0,58 kg. About 15 to 18 kg phosphorus per hectare is removed from the field with the product.

The potassium content of the crop could be influenced by nitrogen application. The uptake of potassium (K) by the crop was 200-300 kg per hectare. The amount of potassium per ton product fresh varied between 2,0 to 3,9 kg. This amount could decrease with an increase in nitrogen supply and was higher when the potassium content of the soil was higher. With a normal yield, 120-130 kg potassium per hectare was removed from the field.

1. INLEIDING

Jaarlijks wordt er in Nederland rond de 2700 hectare bloemkool geteeld. De huidige geadviseerde stikstofgift voor bloemkool is 300 kg stikstof per hectare, gecorrigeerd voor de bij het planten beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm (Sieling, 1992). De geschatte jaarlijks gebruikte hoeveelheid kunstmeststikstof in de bloemkoolteelt ligt rond de 700 ton (Everaarts, 1993a).

Uit gegevens in de literatuur blijkt dat een bloemkoolgewas bij de oogst ongeveer 200 kg stikstof per hectare heeft opgenomen. Schattingen van het percentage stikstof dat uit de kunstmeststikstof wordt benut, variëren van 30 tot 80 procent. Van de opgenomen stikstof blijft 55 tot 65 procent in de gewasresten bij de oogst op het veld achter (Everaarts, 1993a). Bij bemesting rond de adviesgift zijn bij de oogst in de bodemlaag 0-60 cm hoeveelheden van 50-90 kg stikstof per hectare gevonden (Anon., 1988; 1989).

Het is dus aannemelijk dat bij toepassing van het bemestingsadvies een gedeelte van de toegediende stikstof niet zal worden benut. Daarom is gedurende enkele seizoenen, en op diverse locaties, onderzocht of met behoud van opbrengst en kwaliteit, de stikstofgift in de bloemkoolteelt zou kunnen worden verlaagd, teneinde de benutting van de gegeven stikstof te verbeteren en daarmee verliezen naar het milieu tegen te gaan. In de literatuur is vermeld dat rijenbemesting bij koolgewassen een positief effect kan hebben op de opbrengst (Everaarts, 1993b). Wanneer plaatsing nabij de rij bijdraagt aan een verbeterde beschikbaarheid van de gegeven stikstof, zou met een lagere gift kunnen worden volstaan. Daarom is in het onderzoek breedwerpige bemesting en rijenbemesting met elkaar vergeleken.

Het voorliggend verslag behandelt de resultaten van dit onderzoek.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Algemeen

De proeven werden uitgevoerd in de jaren 1990-1992 als late zomer- of vroege herfstteelten op het ROC Zwaagdijk te Zwaagdijk, op praktijklocaties bij bloemkoolteelers in Noord-Holland ('De Streek') en op het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond te Lelystad (tabel 1). De gebruikte rassen waren Fremont en Plana. Deze rassen zijn geschikt voor de zomer- en/of vroege herfstteelt en vormen veel tot zeer veel blad (Aalbersberg en Stolk, 1993).

Tabel 1. Locatie, ras, teeltperiode en teeltduur van de proeven.

proef	locatie	ras	plantdatum	dagen na planten	
				eerste oogst	laatste oogst
1	ROC Zwaagdijk	Fremont	06-06-90	65	75
2	Bovenkarspel	Fremont	12-06-90	64	73
3	Bovenkarspel	Fremont	12-07-90	74	88
4	Bovenkarspel	Fremont	17-06-91	74	100
5	PAGV Lelystad	Plana	18-06-92	70	88
6	Lutjebroek	Plana	17-06-92	76	97
7	Lutjebroek	Plana	17-07-92	83	103

2.2 Proefopzet en statistische verwerking van resultaten

De proeven waren opgezet als volledig gewarde blokkenproeven met 12 (proef 1-4) of 11 (proef 5-7) behandelingen in drie (proef 1) of vier (proef 2-7) herhalingen. Voor het planten werd het proefveld per herhaling bemonsterd op de hoeveelheid minerale stikstof (N_{min}) in de bodemlaag 0-60 cm (tabel 2). De stikstof werd gegeven in

vier oplopende hoeveelheden (tabel 3). De hoogste stikstofgift per proef was 250 (proef 1-4) of 400 kg per hectare (proef 5-7) minus de laagste hoeveelheid minerale stikstof van de herhalingen per proef. In proef 1 werd gecorrigeerd met de uitkomst van een eerdere globale bemonstering van het proefveld. In proef 3 werd gecorrigeerd met de op één na laagst gemeten hoeveelheid minerale stikstof. In elke proef was een behandeling waarin de stikstof in een gedeelde gift werd gegeven.

Tabel 2. De hoeveelheid minerale stikstof (kg per ha N) in de bodem van de proefvelden voor het planten.

proef	datum bemonstering	bodemlaag (cm)		
		0-30	30-60	0-60
1	06-06-90	68	72	140
2	22-05-90	50	32	82
3	02-07-90	66	51	117
4	06-06-91	40	30	70
5	04-06-92	31	23	54
6	04-06-92	80	53	133
7	06-07-92	32	80	112

Tabel 3. De kunstmestgift (kg per ha N) in de proeven.

proef	kunstmestgift					
	0	N	2N	3N	4N	2N+N ¹
1	0	40	80	120	160	80+40
2	0	44	88	132	176	88+44
3	0	32	64	96	128	64+32
4	0	46	92	138	184	92+46
5	0	88	176	264	352	176+88
6	0	72	144	216	288	144+72
7	0	74	148	222	296	148+74

¹⁾ gedeelde gift; tweede gift rond vijf weken na planten

De stikstof werd bij het planten op twee manieren toegediend: breedwerpig en als rijenbemesting. Op de breedwerpig bemeste veldjes werd de kunstmest licht ingeharkt. Bij rijenbemesting werd de kunstmest in een handmatig getrokken geultje, circa 5 cm van de rij en circa 5 cm diep, gestrooid, waarna het geultje weer werd gesloten. Bij de behandelingen zonder stikstof werd in proef 1-4 licht geharkt of werden geultjes getrokken en gesloten. In proef 5-7 werd op de veldjes zonder stikstofbemesting niet geharkt en werd de geultjes behandeling weggelaten. De tweede gift bij de gedeelte gift werd steeds breedwerpig toegediend.

Voor de statistische verwerking van resultaten is variantie- en regressieanalyse toegepast met behulp van het programma Genstat 5 Release 3 (Payne e.a., 1993). Voor de proeven 5-7 geldt dat de weergegeven significantie van de effecten alleen betrekking heeft op de behandelingen waarbij stikstof werd toegediend.

2.3 Opbrengst

Bij de oogst werd er naar gestreefd bloemkool kwaliteit I van de maat 'zes' te oogsten. In proef 7 werd in verband met de stand van het gewas en de late oogstperiode (tabel 1) kwaliteit I maat 'acht' geoogst.

2.4 Teeltmethoden en teeltomstandigheden

De bodemeigenschappen van de proefvelden staan vermeld in tabel 4. De classificering van de grondsoorten is naar het lutum (klei) gehalte (Steur en Heijink, 1991). De groundbewerking ter voorbereiding van het planten is steeds kort voor het planten uitgevoerd. Het planten werd met de hand gedaan. Het plantmateriaal werd als kluitplant (Speedzel) opgekweekt. De gewasverzorging op de praktijklocaties werd door de telers uitgevoerd. Proef 3 had kort na planten te lijden van hevige regenval. Ook trad er in deze proef schade op door vraat van duiven en wild.

Een nettoveldje bestond uit 48 (proef 1), 42 (proef 5) of 40 (overige proeven) planten, bij een plantverband van 0,75 x 0,50 m. De stikstof werd toegediend als kalkam-

monsalpeter (KAS, 27% N). Tijdens de oogstperiode (tabel 1) werd vijf tot acht maal geoogst.

Tabel 4. Bodemeigenschappen van de proefvelden (laag 0-30 cm).

proef	pH-KCl	humus (%)	klei (<2 µm) (%)	Pw (mg P ₂ O ₅ per l)	K-ox (mg K ₂ O per 100 g)	grondsoort
1	7,3	3,2	17,5	76	28	lichte zavel
2	7,2	4,1	24,2	39	19	zware zavel
3	7,5	2,8	14,1	63	48	lichte zavel
4	7,4	2,4	12,1	54	43	lichte zavel
5	7,5	1,8	12,2	44	28	lichte zavel
6	7,1	6,5	24,4	56	41	zware zavel
7	7,3	4,2	20,0	83	42	zware zavel

2.5 Bepalingen aan het gewas bij de oogst

In vier proeven (2, 3, 5 en 7) werd het vers- en het drooggewicht van het gewas en de opname van stikstof, fosfor en kalium bepaald. Op het moment dat ongeveer 50% van de planten was geoogst werd per veldje, in proef 2 en 3 in drie herhalingen en in proef 5 en 7 in vier herhalingen, van vier willekeurig gekozen, maar optimaal marktbaar planten, het vers- en drooggewicht (na drogen gedurende 48 uur bij 70°C) van de kool, het omblad, het blad en de stronk bepaald. In proef 2 werd de stronk enige dagen later dan de andere delen in het veld verzameld.

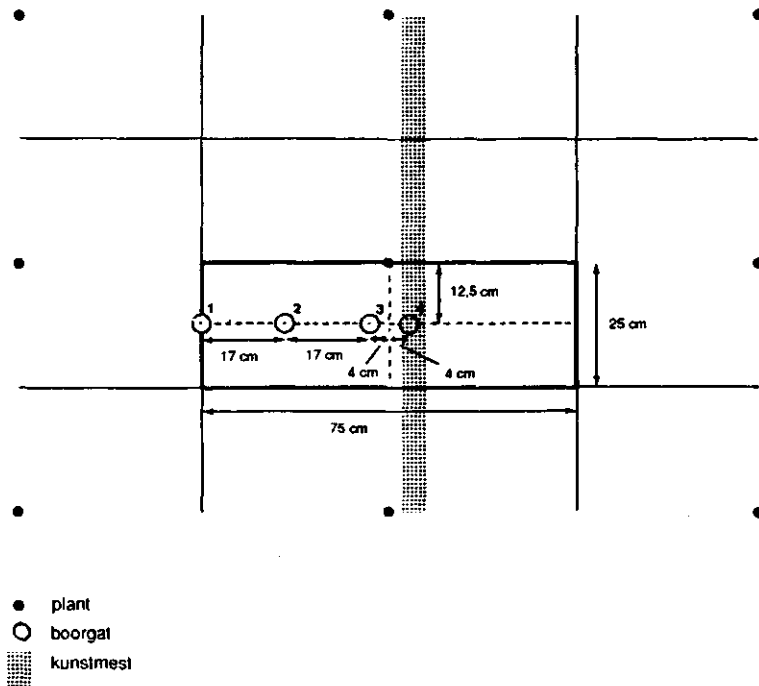
Van het materiaal van proef 2 werd het stikstofgehalte bepaald volgens de Kjeldahlmethode, gebaseerd op drogen bij 105°C. Voor het verschil in uitkomst met drogen bij 70°C werd niet gecorrigeerd.

Van het materiaal van proef 3, 5 en 7 (proef 5 en 7, drie herhalingen) werd het stikstof-, fosfor- en kaliumgehalte bepaald volgens respectievelijk de indophenolblauw, de molybdeenblauw en de vlam-emissie methode.

De analyse van de nutriënten in de gewasmonsters werd voor proef 2 gedaan door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek en voor proef 3, 5 en 7 door het laboratorium van de Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding van de Landbouwuniversiteit te Wageningen.

2.6 Bepalingen aan de bodem bij de oogst

Bij de oogst werden op elk veldje op de plaats van de vier willekeurig gekozen planten monsters genomen van de bodemlagen 0-30 cm en 30-60 cm volgens het schema uit figuur 1, ter bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof. Bemonstering volgens het schema in figuur 1 geeft naar verwachting een representatief beeld van de ruimtelijke verdeling van de stikstof in de bodem (van Noordwijk, Floris en de Jager, 1985).



Figuur 1. De plaats van de bodemonstername.

Bij de behandelingen 0, 2N en 4N (tabel 3) werd het gemiddelde berekend uit de gegevens van de boorgaten (bg) 1, 2, 3 en 4, volgens:

$$\frac{bg1 + bg2 + \frac{(bg3 + bg4)}{2}}{3} \quad (1)$$

Bij de behandelingen N, 3N en 2N+N werd op het veld een mengmonster gemaakt van de grond uit de boorgaten 1, 2, 3 en 4. Gezien de gelijke positie ten opzichte van de plant van de boorgaten 3 en 4 wordt de gemiddelde waarde bij een mengmonster niet helemaal correct benaderd. Met behulp van lineaire regressieanalyse van het gemiddelde berekend volgens (1) tegen het met dezelfde gegevens berekende gemiddelde volgens:

$$\frac{bg1 + bg2 + bg3 + bg4}{4} \quad (2)$$

werd daarom per proef en per bodemlaag een correctiefactor voor de mengmonsters berekend. Voor de bodemlaag 0-30 cm varieerde de verklaarde variantie van de regressie analyses van 95 tot 98% en de correctiefactor van 0,81 tot 1,00. Voor de bodemlaag 30-60 cm waren deze cijfers respectievelijk 92-98% en 0,84-1,07.

Voor de omrekening van minerale stikstof in mg per kg naar kg per hectare werd voor proef 5 een dichtheid van 1,3 kg per dm³ en voor de overige proeven een dichtheid van 1,2 kg per dm³ gehanteerd.

De analyse van de bodemmonsters geschiedde door het DLO Instituut voor Agrobiologisch- en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) te Haren, welke ook een gedeelte van de kosten betaalde.

3. RESULTATEN

3.1 Opbrengst

3.1.1 *Aantal geoogste planten*

Het totaal aantal geoogste planten werd niet consequent door toediening van stikstof beïnvloed (tabel 5). De methode van toediening of deling van de gift had geen effect op het totaal aantal geoogste planten.

Gevonden werd dat toediening van stikstof en breedwerpige bemesting de oogst iets kan vervroegen. Vanwege de geringe grootte van de effecten en gezien het feit dat op vrijwel alle oogstdata van alle behandelingen werd geoogst, zijn deze effecten voor de verdere uitwerking van geen belang. Cutcliffe en Munro (1976) en Nilsson (1980) vonden geen effecten van stikstof op de vroegheid of op de lengte van de oogstperiode (Nilsson, 1980).

3.1.2 *Kwaliteit*

Het totaal aantal geoogste planten werd niet of niet in belangrijke mate beïnvloed door de behandelingen. Daarom werden de effecten op de kwaliteit en de maat van de geoogste bloemkolen beoordeeld als percentage van het aantal geoogste planten.

De kwaliteit van de bloemkolen lag in alle proeven op een hoog niveau en werd niet door de behandelingen beïnvloed (tabel 6). Kennelijk wordt de kwaliteit als zodanig niet of nauwelijks door het stikstofaanbod bepaald. Ook Nilsson (1980) vond geen effect op de kwaliteit bij een verdubbeling van de stikstofgift 150 naar 300 kg per ha.

3.1.3 *Aantal bloemkolen maat 'zes'*

Toedienen van stikstof verhoogde het aantal bloemkolen maat 'zes' (tabel 7). In proef 6 lag het percentage bloemkolen maat 'zes' bij de nul behandeling lager dan bij de behandelingen waarbij wel stikstof werd toegediend ($p=0,003$). In proef 1 en 7

Tabel 5. Het aantal geoogste planten (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
1	breedw.	90	92	92	97	94	97	-
	rijenb.	90	94	93	94	90	88	
2	breedw.	93	86	91	85	94	92	8
	rijenb.	82	87	89	93	84	87	
3	breedw.	97	91	91	91	93	93	-
	rijenb.	92	91	91	94	92	93	
4	breedw.	84	91	92	93	89	93	9
	rijenb.	83	94	91	93	92	93	
5	breedw.	90	93	92	96	94	90	-
	rijenb.		94	92	96	90	91	
6	breedw.	89	91	91	86	93	88	6
	rijenb.		94	91	84	87	89	
7	breedw.	88	82	84	90	83	89	-
	rijenb.		85	85	88	86	82	
Significantie	proef	1	2	3	4	5	6	7
stikstof		ns	ns	ns	p=0,040	ns	p=0,014	ns
toediening		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
stik. x toed.		ns	p=0,022	ns	ns	ns	ns	ns

Tabel 6. Het aantal geoogste bloemkolen kwaliteit I (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
1	breedw.	96	96	97	94	94	96	-
	rijenb.	99	92	97	96	97	97	
2	breedw.	86	93	97	91	95	96	-
	rijenb.	92	94	96	97	95	94	
3	breedw.	96	99	99	97	99	99	-
	rijenb.	95	97	98	97	98	97	
4	breedw.	100	100	98	99	97	99	-
	rijenb.	100	98	99	99	99	100	
5	breedw.	86	86	92	90	88	92	-
	rijenb.		92	93	92	91	95	
6	breedw.	93	96	96	96	95	94	-
	rijenb.		95	93	95	94	93	
7	breedw.	94	97	98	98	93	98	-
	rijenb.		95	98	98	98	99	
Significantie	proef	1	2	3	4	5	6	7
stikstof		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
toediening		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tabel 7. Het aantal geoogste bloemkolen maat 'zes' (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
1	breedw.	85	94	96	93	95	97	-
	rijenb.	88	88	96	95	92	91	
2	breedw.	22	58	72	65	74	67	15
	rijenb.	37	71	77	77	75	66	
3	breedw.	45	63	63	77	71	63	14
	rijenb.	47	64	64	71	76	57	
4	breedw.	0	25	43	61	66	50	9
	rijenb.	0	25	49	67	69	54	
5	breedw.	1	25	82	83	81	88	12
	rijenb.		49	81	91	92	90	
6	breedw.	61	73	90	88	88	92	-
	rijenb.		91	90	91	91	89	
7 ¹⁾	breedw.	72	76	83	82	77	74	-
	rijenb.		79	82	80	84	77	
significantie	proef	1	2	3	4	5	6	7
stikstof		ns	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	ns	ns
toediening		ns	p=0,016	ns	ns	p=0,002	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns	ns	p=0,046	ns	ns

¹⁾ maat 'acht'.

was de hoeveelheid minerale stikstof kennelijk zo hoog dat toedienen van kunstmest stikstof geen effect meer had op de maat van de geoogste kolen.

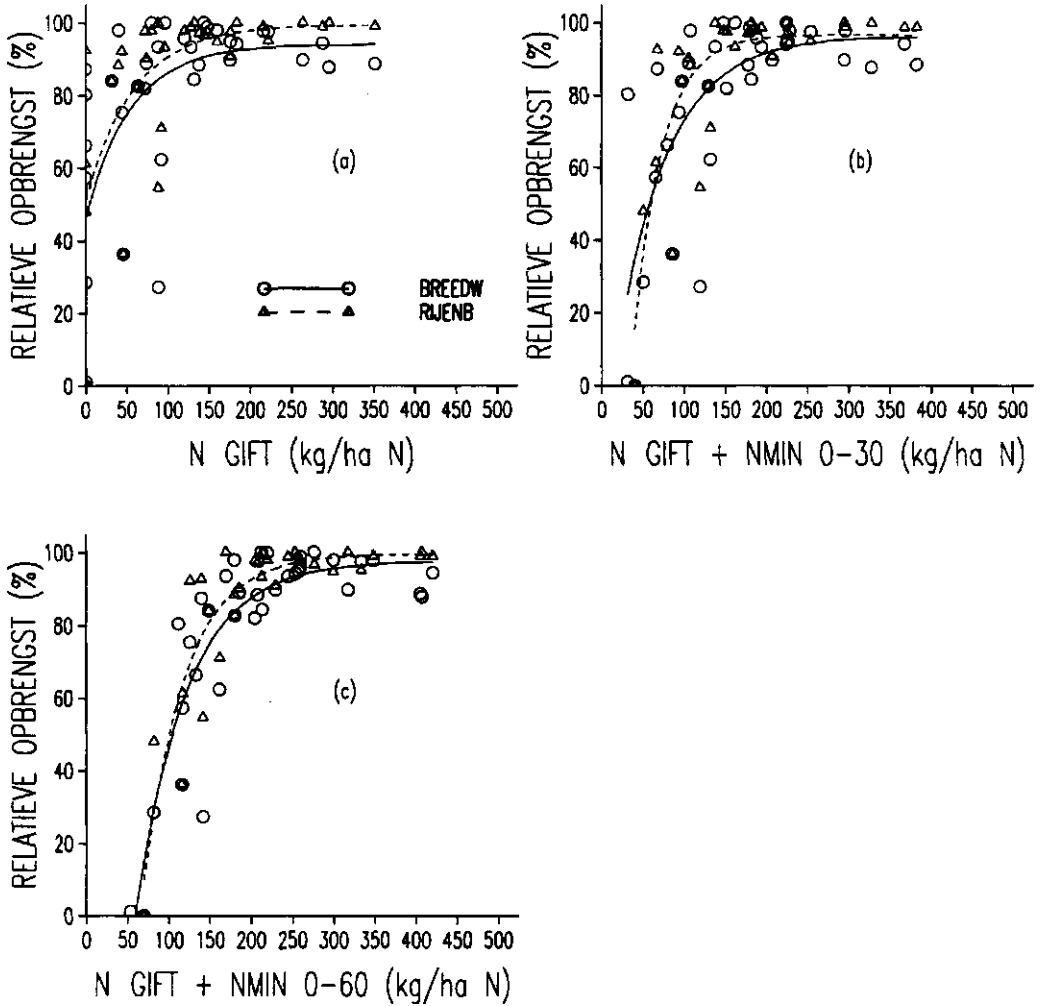
In proef 5, bij een lage hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij aanvang van de proef (tabel 2), was er bij de laagste toegediende hoeveelheid stikstof een significant

positief effect van rijenbemesting. Hier werd de beschikbaarheid van de toegediende stikstof kennelijk bevorderd door rijenbemesting. In proef 2 lag de opbrengst gemiddeld over alle rijenbemestingsbehandelingen hoger dan de gemiddelde opbrengst bij breedwerpig bemesten. Per stikstoftrap is er echter geen betrouwbaar effect. Voor het overige werd geen effect van rijenbemesting gevonden. Een gedeelde gift had geen positief en soms zelfs een negatief effect op de maat van de bloemkolen. De standaard grootheid voor evaluatie van de opbrengst van bloemkool is het aantal bloemkolen kwaliteit I maat 'zes'. Doordat de kwaliteit niet door stikstof toediening werd beïnvloed (tabel 6) laat evaluatie van deze grootheid een zelfde beeld zien als in tabel 7 (tabel 8).

Op grond van de gegevens in tabel 8 wordt geconcludeerd dat rijenbemesting bij een voldoende hoog opbrengstniveau geen perspectief biedt voor een verhoging van de opbrengst of verlaging van de stikstofgift. Deling van de gift levert geen positief effect op, en soms zelfs een betrouwbaar negatief effect, en wordt derhalve ontraden.

3.1.4 *Bepaling van de optimale stikstofgift*

Bij het bepalen van de optimale stikstofgift is uitgegaan van de gegevens in tabel 8, met uitzondering van de gegevens van de gedeelde gift. Om andere factoren dan stikstof die van invloed zijn op de opbrengst uit te sluiten, werd per proef de opbrengst uitgedrukt als relatieve opbrengst door de hoogste opbrengst per proef op 100% te stellen. Vervolgens werd voor de proeven gezamenlijk de reactie op stikstof beoordeeld door analyse van de reactie van de opbrengst op aanbod en toedieningswijze (figuur 2). Aangezien de opbrengst bij toediening van hoge stikstofgiftten niet afneemt, werd de respons op de toegediende stikstof beschreven met een exponentiële functie. De rest kwadraten som nam af en het percentage verklaarde variantie steeg van circa 40% naar circa 80% wanneer rekening werd gehouden met de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt (tabel 9). Hieruit kan worden geconcludeerd dat het gewas de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt voor een belangrijk deel benut. Hiermede moet dus bij de bemesting rekening gehouden worden.



Figuur 2. De relatieve opbrengst in de proeven in relatie tot de stikstofgift (a), de stikstofgift plus de minerale stikstof in de bodemlaag 0-30 cm (b) of 0-60 cm (c) voor het planten, en de toedieningswijze.

Tabel 8. Het aantal geoogste bloemkolen kwaliteit I maat 'zes' (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
1	breedw.	83	93	95	91	93	94	-
	rijenb.	88	84	93	93	90	90	
2	breedw.	22	58	72	65	73	67	15
	rijenb.	37	71	77	77	75	66	
3	breedw.	43	63	62	75	70	63	14
	rijenb.	46	63	62	70	74	55	
4	breedw.	0	25	43	61	65	50	9
	rijenb.	0	25	49	67	69	54	
5	breedw.	1	24	79	79	78	85	13
	rijenb.		48	80	88	87	88	
6	breedw.	59	73	89	87	84	88	-
	rijenb.		87	86	88	88	87	
7 ¹⁾	breedw.	66	73	81	80	72	72	-
	rijenb.		74	80	78	82	76	
Significantie	proef	1	2	3	4	5	6	7
stikstof		ns	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	ns	ns
toediening		ns	p=0,015	ns	ns	p<0,003	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) maat 'acht'.

Tabel 9. Uitkomsten van de regressie analyses van de reactie op stikstofgift en de bodembeschikbare minerale stikstof in de bodemlaag 0-30 (Nmin 0-30) of 0-60 cm (Nmin 0-60) voor het planten (figuur 2).

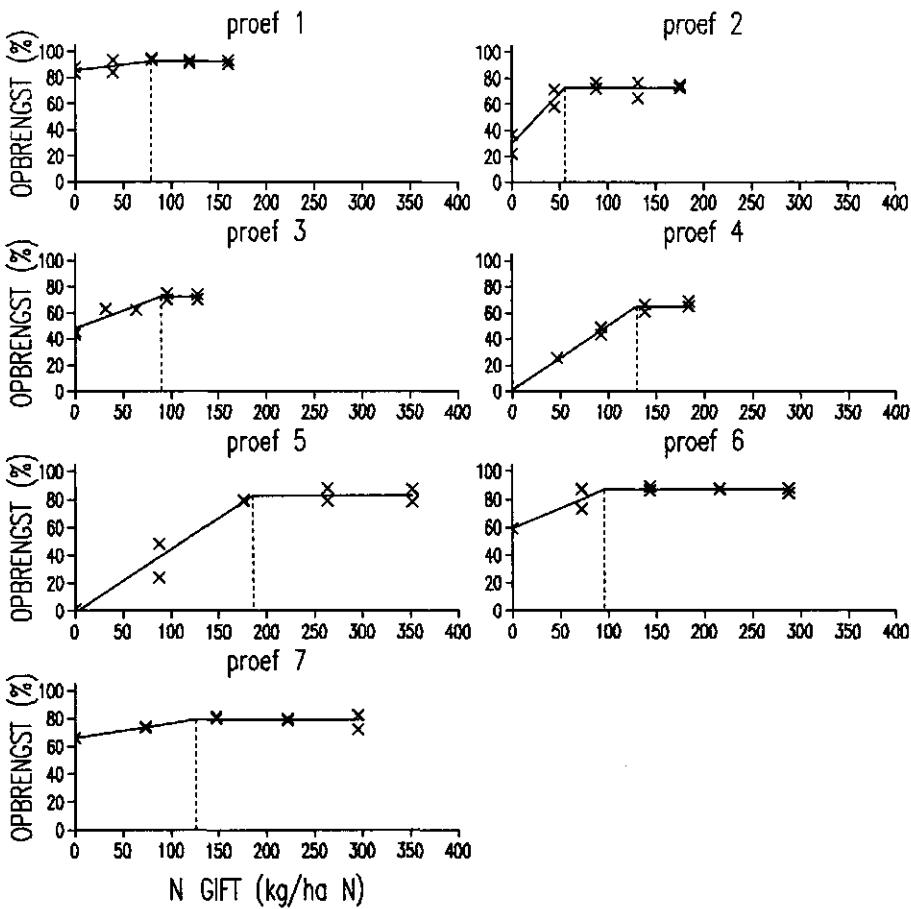
	rest kwadraten som	verklaarde variantie (%)	significantie		
			stikstof	toediening	stik. x toed.
N-gift	23924	39	p<0,001	ns	ns
N-gift + Nmin 0-30	16621	58	p<0,001	ns	ns
N-gift + Nmin 0-60	8176	79	p<0,001	ns	ns

Ook in de analyse van de proeven gezamenlijk bleek rijenbemesting geen betrouwbaar effect te hebben op de opbrengst (tabel 9).

Vervolgens is per proef met behulp van een 'broken stick' benadering de optimale stikstofgift bepaald. Hierbij neemt de opbrengst lineair toe bij stijgende stikstofgift, tot de laagste gift waarbij de maximale opbrengst wordt bereikt (figuur 3, tabel 10). In de proeven 1, 3, 4, 6 en 7 werd geen effect gevonden van de wijze van toedienen van de stikstof op de opbrengst. In de proeven 2 en 5 waar dit wel het geval was, maakte een bepaling van de optimale stikstofgift op de uitkomsten van breedwerpig bemesten alleen, of op de uitkomsten van breedwerpig bemesten en rijenbemesting samen, vrijwel geen verschil voor de hoogte van de optimale stikstofgift. Daarom is, in verband met het verkrijgen van een hogere betrouwbaarheid bij een groter aantal waarnemingen, in alle proeven de optimale stikstofgift per proef bepaald op de uitkomsten bij breedwerpig bemesten en rijenbemesting tezamen.

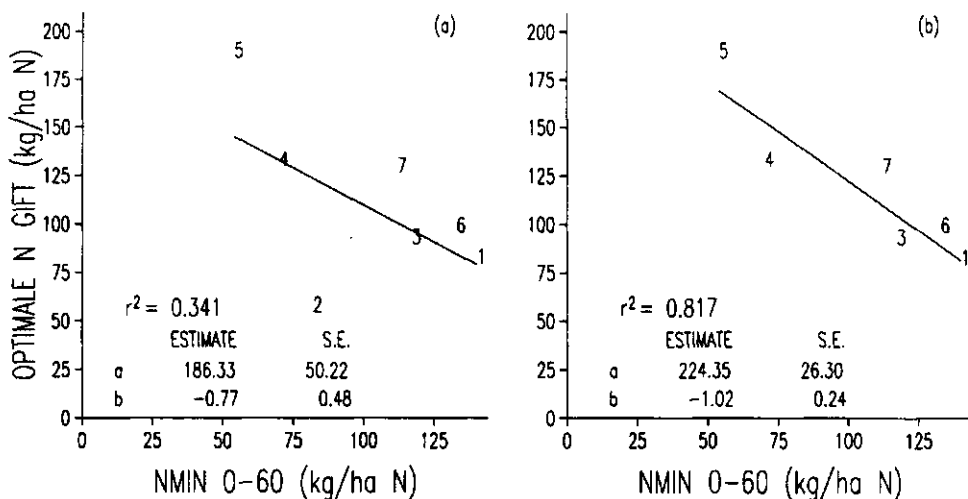
Voor proef 1 en 7 is de verklaarde variantie laag. In deze proeven werd echter ook geen reactie op stikstof gevonden (tabel 8). Vervolgens werd de relatie tussen de optimale stikstofgift per proef en de hoeveelheid minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt bekeken.

De optimale stikstofgift per proef bleek niet betrouwbaar lineair gecorreleerd aan de hoeveelheid minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt, wanneer proef 2 in de analyse was betrokken (figuur 4a). De correlatie verbeterde sterk



Figuur 3. De optimale stikstofgift per proef.

en werd betrouwbaar ($p=0,013$) wanneer proef 2 uit de analyse werd verwijderd (figuur 4b). De lage optimale gift in proef 2 (tabel 10) in combinatie met de vergelijkenderwijs lage hoeveelheid minerale stikstof bij aanvang van de proef (tabel 2), suggereert dat er tijdens deze proef veel stikstof door mineralisatie is vrijgekomen. Daarom past deze proef minder goed in de relatie tussen optimale stikstofgift en minerale stikstof bij aanvang van de teelt.



Figuur 4. De relatie tussen de optimale stikstofgift per proef en de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm voor het planten, (a) inclusief proef 2, (b) exclusief proef 2 (cijfers in grafiek zijn proefnummers).

De optimale stikstofgift voor de proeven (exclusief proef 2) wordt nu beschreven door de vergelijking (figuur 4b):

$$\text{Nopt} = 224.35 - 1.02 \times \text{Nmin 0-60} \quad (3)$$

of,
$$\text{Nopt} = 224 - \text{Nmin} \quad (4)$$

Wanneer de optimale stikstofgift per proef (tabel 10) wordt vergeleken met de volgens vergelijking (4) berekende gift (tabel 11), dan blijkt met uitzondering van proef 2, deze gift redelijk overeen te komen met de optimale gift.

Tabel 10. Berekende optimale stikstofgift per proef, de daarbij behorende opbrengst en de verklaarde variantie (figuur 3).

proef	1	2	3	4	5	6	7
optimale stikstofgift (kg per ha N)	79	55	90	130	186	96	127
opbrengst (aantal 'zessen'							
kwaliteit I, %)	92	73	72	66	83	87	79 ¹⁾
verklaarde variantie (%)	41	88	82	99	93	81	61

¹⁾ maat 'acht'

Vanwege de grote variatie in prijs van het produkt tussen seizoenen en binnen één seizoen (Anon., 1994), en het geringe aandeel van de kosten van kunstmest in de totale kosten per teelt (Roeterdink en Haaksma, 1993) is het niet zinvol een financiële analyse van de reactie op stikstof te maken.

Tabel 11. Berekende optimale stikstofgift per proef en de berekende adviesgift.

proef	1	2	3	4	5	6	7
optimale stikstofgift (kg per ha N)	79	55	90	130	186	96	127
berekende adviesgift (kg per ha N)	84	142	107	154	170	91	112

3.2 Gewasreactie op stikstof

De benutting van de gegeven stikstof kan op verschillende manieren worden beoordeeld. Bekeken kan worden hoeveel van de gegeven stikstof door het gewas wordt benut. Ook kan beoordeeld worden hoe efficiënt stikstof wordt opgenomen en hoe

efficiënt de opgenomen stikstof wordt gebruikt bij de productie van drogestof. Verder kan worden beoordeeld wat het 'verlies' is van stikstof uit het systeem gewas/bodem tijdens de teelt. Deze benaderingen zullen achtereenvolgens worden behandeld.

3.2.1 *Benutting van de stikstofgift*

De benutting van kunstmeststikstof, hier afgekort tot KSB, wordt als volgt berekend:

$$KSB = \frac{\text{opname van stikstof bij bemesting} - \text{opname van stikstof zonder bemesting}}{\text{stikstofgift}} \quad (5)$$

De KSB geeft de fractie aan van de toegediende stikstof die wordt benut. Dit is een ogenschijnlijke benutting, aangezien met bemesting, vanwege de dan forsere gewasgroei, de opname van stikstof uit de bodem zelf waarschijnlijk groter is dan zonder bemesting. Verder is de hoeveelheid stikstof in afgevallen blad en in de wortels niet bekend.

De totale bovengrondse opname van stikstof bij de oogst werd niet door de toedieningswijze of deling van de gift beïnvloed (tabel 12).

Tabel 12. De opname van stikstof door het gewas (kg per ha N).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha = 0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
2	breedw.	160	181	186	197	198	189	-
	rijenb.	171	178	195	200	195	195	
3	breedw.	150	198	194	220	223	214	37
	rijenb.	176	181	181	182	208	208	
5	breedw.	113	172	221	272	312	291	42
	rijenb.		200	231	282	314	305	
7	breedw.	211	240	238	236	255	241	-
	rijenb.		228	235	247	251	244	
Significantie	proef							
		2	3	5	7			
stikstof		ns	p=0,005	p<0,001	ns			
toediening		ns	ns	ns	ns			
stik. x. toed.		ns	ns	ns	ns			

In het algemeen loopt de KSB terug bij toename van de stikstofgift (tabel 13).

Met name in proef 2 en 3 lijkt bij breedwerpige bemesting een groter deel van de toegediende stikstof te worden benut dan bij rijenbemesting. De opname van stikstof door het onbemeste gewas was groter bij geultjes trekken (tabel 12). Hierdoor valt de KSB bij rijenbemesting lager uit. Een dergelijk effect van alleen geulen trekken is echter moeilijk te verklaren.

Tabel 13. De kunstmeststikstof benutting (KSB).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)				
		N	2N	3N	4N	2N+N
2	breedw.	0,48	0,30	0,28	0,22	0,22
	rijenb.	0,18	0,27	0,22	0,14	0,18
3	breedw.	(1,50)	0,69	0,73	0,57	0,67
	rijenb.	0,15	0,07	0,07	0,25	0,33
5	breedw.	0,67	0,62	0,60	0,57	0,67
	rijenb.	0,99	0,67	0,64	0,57	0,73
7	breedw.	0,38	0,18	0,11	0,15	0,14
	rijenb.	0,22	0,16	0,16	0,13	0,15

De hoge KSB in proef 3 bij breedwerpige bemesting is terug te voeren op de waarschijnlijk incidenteel lage opname van het gewas zonder bemesting en geeft daarom geen representatief beeld. Gedeelde giften leidden niet tot een duidelijke verbetering van de KSB.

In proef 5 werden hoge KSB's bereikt. De hoeveelheid minerale stikstof aan het begin van proef 5 bedroeg 54 kg per hectare (tabel 2). De som van de opname van stikstof door het gewas zonder bemesting en de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst van dat gewas bedroeg 122 kg per hectare. Gezien het beperkte verschil tussen deze hoeveelheid en de hoeveelheid minerale stikstof aan het begin van de teelt, is er in deze proef ook tijdens de teelt slechts een beperkte mineralisatie geweest.

De KSB's in proef 2 en 7 zijn waarschijnlijk laag omdat de hoeveelheid minerale stikstof bij aanvang van de proef reeds vrij hoog was en er tijdens de teelt in deze proeven meer mineralisatie is geweest. Een aanwijzing hiervoor vormen de hoeveelheden stikstof die zonder bemesting door het gewas konden worden opgenomen en het feit dat de opname niet betrouwbaar reageerde op toediening van stikstof in deze proeven (tabel 12).

De benutting van de kunstmeststikstof neemt dus af met toename van de gift en is hoger op gronden met een beperkte mineralisatie.

3.2.2 *Benutting en opname van stikstof*

In figuur 5 wordt voor de proeven 2, 3, 5 en 7 aangegeven de relatie tussen stikstofgift en stikstofopname, tussen stikstofopname en drooggewicht van het produkt, tussen drooggewicht van het produkt en stikstofgift en tussen stikstofgift en minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst.

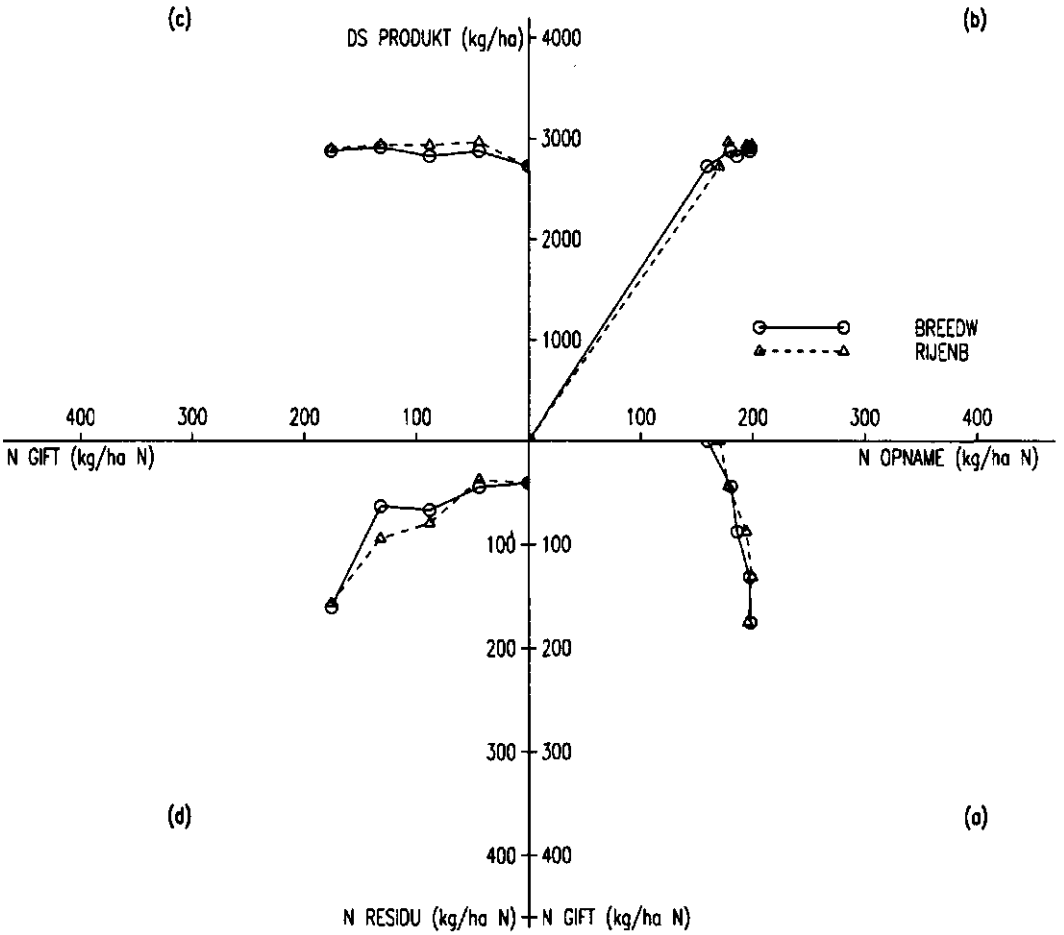
In de proeven 2, 3 en 7 nemen de gewassen zonder bemesting 150 tot 210 kg stikstof op. Bij bemesting stijgt de opname aanvankelijk nog iets, maar de maximale opname ligt rond de 200 tot 250 kg stikstof. In proef 5 ligt de opname van stikstof zonder bemesting lager dan in de andere proeven, maar bij bemesting blijft de opname stijgen tot ruim 300 kg. Blijkbaar belemmerden in proef 2, 3 en 7 andere factoren dan het stikstofaanbod de stikstofopname.

Behalve in proef 5 bij toediening van ongeveer 100 kg stikstof per hectare, zijn er geen duidelijke aanwijzingen dat rijenbemesting de opname van stikstof bevordert. In proef 3 zijn er aanwijzingen dat rijenbemesting zelfs negatief op de opname heeft gewerkt.

In proef 5 ligt de hoeveelheid drogestof produkt (kool plus omblad) geproduceerd per kilogram opgenomen stikstof bij de laagste gemeten opname op 23 kg en deze verhouding daalt tot 12 kg per kg N bij de hoogste opname bij breedwerpige bemesting. Bij toename van de opname wordt het gebruik van stikstof bij de produktie van drogestof minder efficiënt, er treedt luxe consumptie op en het gehalte aan stikstof in het gewas stijgt (tabel 14). De drogestof produktie in proef 5 blijft echter stijgen bij toename van de opname.

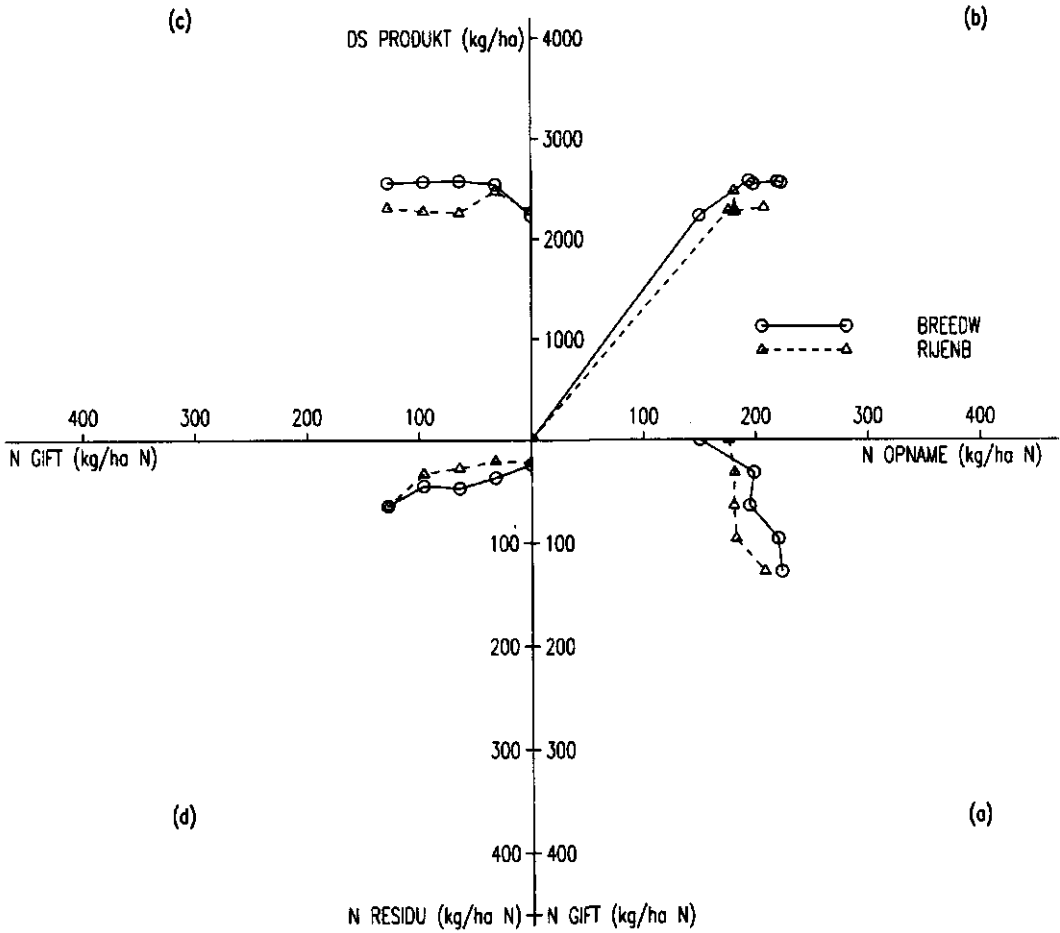
Bij de laagst gemeten opname van stikstof in de proeven 2, 3 en 7 ligt de hoeveelheid drogestof produkt per kilogram opgenomen stikstof op respectievelijk 17, 15 en 13 kg en deze verhouding daalt slechts beperkt tot respectievelijk 15, 12, 12 bij de hoogste breedwerpige bemesting. De laagst gemeten opname ligt in deze proeven echter al op een hoog niveau. De opname neemt slechts beperkt toe en het stikstofgehalte in het gewas neemt eveneens beperkt toe.

proef 2

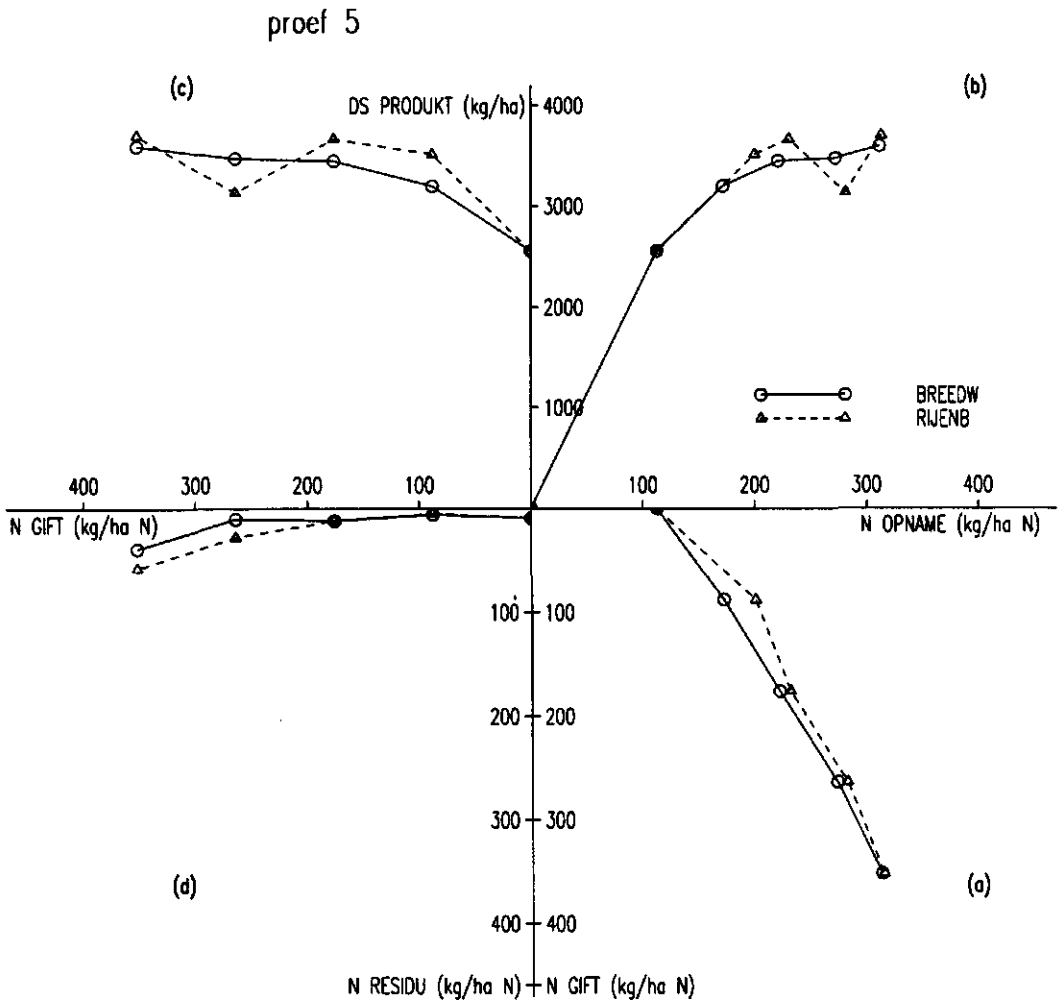


Figuur 5. De relatie tussen stikstofgift en stikstofopname (a), tussen stikstofopname en drooggewicht van het produkt (b), tussen drooggewicht van het produkt en stikstofgift (c) en tussen stikstofgift en minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst (d).

proef 3

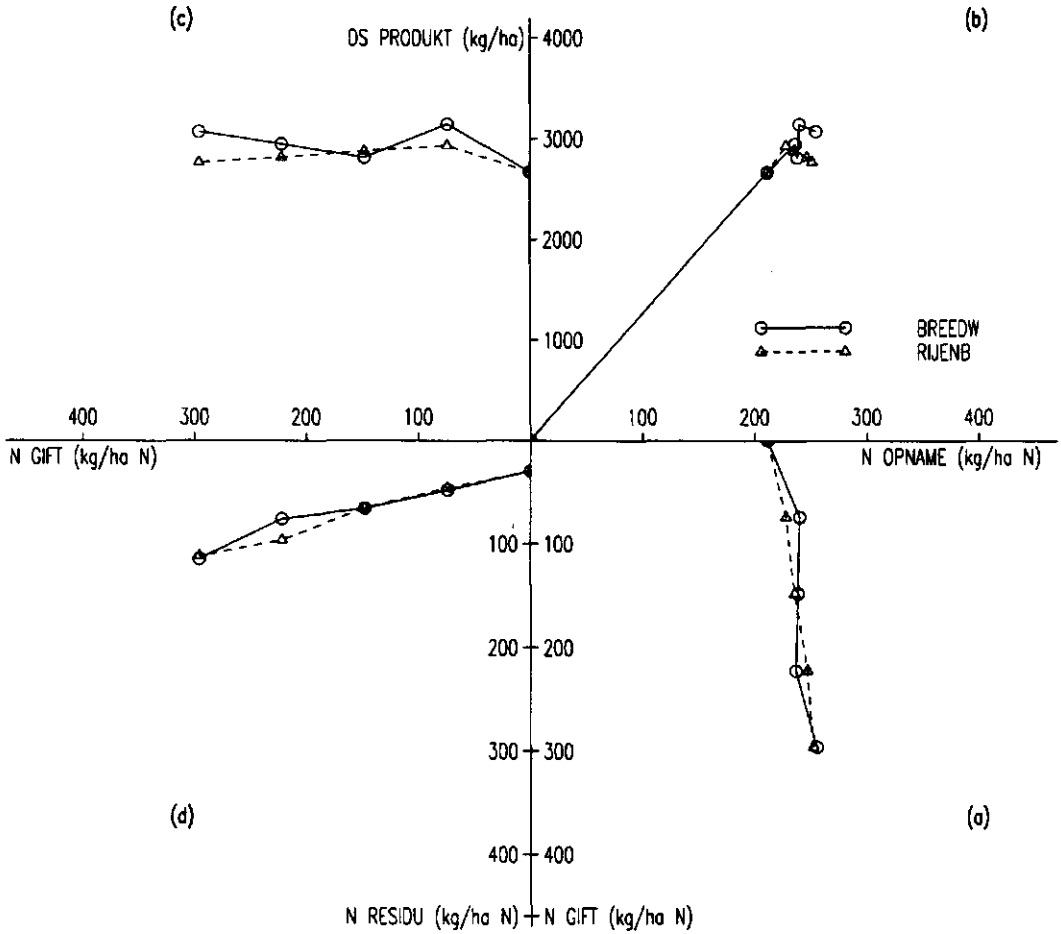


Figuur 5.² De relatie tussen stikstofgift en stikstofopname (a), tussen stikstofopname en drooggewicht van het produkt (b), tussen drooggewicht van het produkt en stikstofgift (c) en tussen stikstofgift en minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst (d).



Figuur 5.³ De relatie tussen stikstofgift en stikstofopname (a), tussen stikstofopname en drooggewicht van het produkt (b), tussen drooggewicht van het produkt en stikstofgift (c) en tussen stikstofgift en minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst (d).

proef 7



Figuur 5.⁴ De relatie tussen stikstofgift en stikstofopname (a), tussen stikstofopname en drooggewicht van het produkt (b), tussen drooggewicht van het produkt en stikstofgift (c) en tussen stikstofgift en minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst (d).

Tabel 14. Het gehalte aan stikstof (g per kg) in de plant.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha = 0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
2	breedw.	29	32	34	34	34	34	2
	rijenb.	30	31	33	34	35	35	
3	breedw.	33	35	35	37	39	37	4
	rijenb.	35	34	36	38	40	40	
5	breedw.	17	22	27	34	36	34	3
	rijenb.		24	28	35	36	35	
7	breedw.	38	36	40	39	39	40	2
	rijenb.		36	40	41	41	40	
Significantie	proef		2	3	5	7		
stikstof			p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001		
toediening			ns	ns	ns	ns		
stik. x toed.			ns	ns	ns	ns		

Duidelijk is, dat bij een opname van ongeveer 200 kg stikstof de produktie van drogestof in proef 5 hoger is dan die in de andere proeven. Blijkbaar wordt de produktie van drogestof in de proeven 2, 3 en 7 door andere factoren dan de hoeveelheid opgenomen stikstof beperkt. Gezien het feit dat het in proef 5 en 7 om het zelfde ras gaat (tabel 1), spelen rasverschillen hier geen rol.

De opbrengststijging in proef 5 bij een lage stikstofgift bij rijenbemesting (tabel 8), is niet alleen gebaseerd op een verhoogde opname van stikstof, maar ook op een verbeterd gebruik van stikstof bij de produktie van drogestof.

Het patroon van drogestof produktie in de proeven komt redelijk overeen met de opbrengstgegevens in tabel 8, met uitzondering van de daling in drooggewicht van het produkt bij rijenbemesting in proef 3. Een daling van het drooggewicht van het produkt hoeft echter niet per se gepaard te gaan met een daling in maat van het produkt. De relatie tussen drooggewicht en maat van het produkt is niet bekend.

Aangezien stikstof niet alleen de drogestof productie, maar ook het drogestofgehalte van het produkt kan beïnvloeden, geeft de relatie tussen bemesting en vers gewicht een betere indruk van de mogelijke correlatie tussen bemesting en maat. Figuur 6 laat zien dat voor de proeven 2, 3 en 7 de relatie tussen bemesting en drooggewicht (figuur 5 c) redelijk overeenkomt met die tussen bemesting en versgewicht van het produkt. In proef 5 reageert het versgewicht bij de hoge mestgiften sterker dan het drooggewicht.

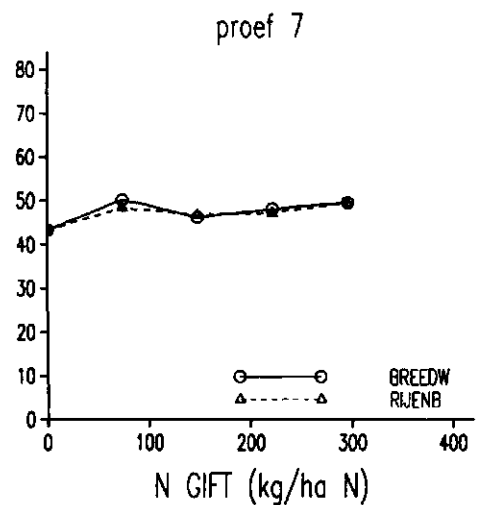
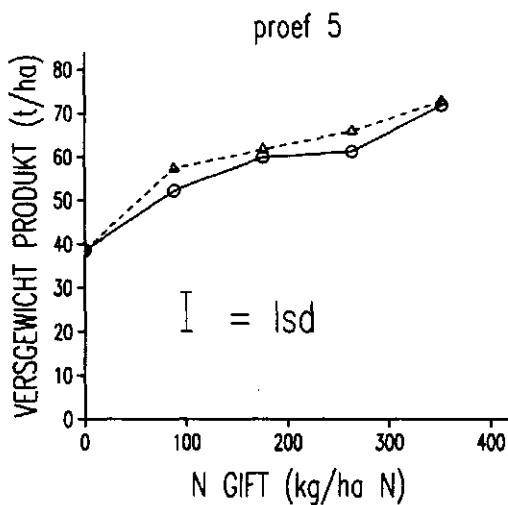
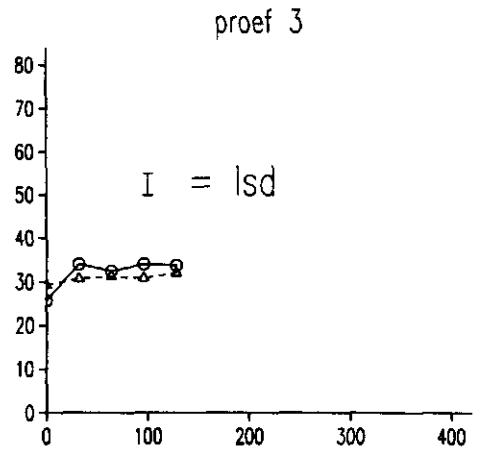
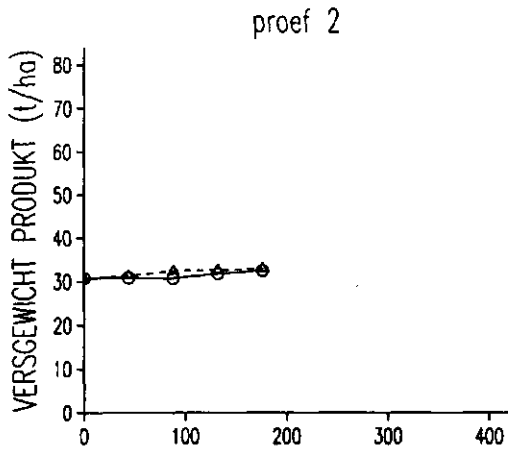
In figuur 5 (d) is verder duidelijk dat naarmate de stikstofgift toeneemt de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij de oogst toeneemt. Hierop wordt later teruggekomen.

3.2.3 *Balans van de stikstof in het gewas/bodem systeem*

In tabel 15 wordt voor de respectievelijke stikstofgiften het verschil aangegeven tussen de hoeveelheid beschikbare stikstof en de stikstof in het gewas/bodem systeem bij het einde van de teelt. Hierbij is evenwel geen rekening gehouden met de stikstof in afgevallen blad of in de wortels. Atmosferische depositie van stikstof tijdens de teelt wordt meegenomen in de opname door het gewas en in de stikstof in de bodem bij het einde van de teelt.

Het beperkte 'verlies' bij breedwerpig bemesten en het 'verlies' bij rijenbemesting in proef 3 wordt vooral veroorzaakt door de lage stikstofopname door het gewas zonder bemesting bij breedwerpig bemesten (tabel 12) en de lagere hoeveelheid minerale stikstof bij de oogst bij rijenbemesting (figuur 5d). Er zijn in de proeven 2 en 7 geen systematische verschillen in 'verlies' tussen breedwerpige bemesting of rijenbemesting. In proef 5 gaf rijenbemesting een lager 'verlies' dan breedwerpige bemesting. Over het algemeen neemt het 'verlies' uit het systeem toe naarmate meer is bemest. Vergelijking van de proeven 2 en 3 enerzijds en 5 en 7 anderzijds laat een tendens zien dat er meer 'verlies' is naarmate er meer stikstof beschikbaar was.

Denitrificatie of vervluchtiging tijdens de teelt zouden aan het 'verlies' kunnen hebben bijgedragen, maar gezien de grootte van de verliezen is dit niet waarschijnlijk. Onder de Nederlandse omstandigheden tijdens de zomer, wanneer de evapotranspiratie gewoonlijk de regenval overtreft, is uitspoeling niet waarschijnlijk. Frequente regenval



Significantie	proef	2	3	5	7
stikstof		ns	p=0,020	p<0,001	ns
toediening		ns	ns	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns	ns

Figuur 6. Het versgewicht van het produkt.

Tabel 15. Balans van de beschikbare stikstof en de aan het einde van de teelt aanwezige stikstof (kg per ha N).

proef	toedienings- wijze		kunstmestgift (tabel 3)					
			0	N	2N	3N	4N	2N+N
2	breedw.	B ¹⁾	201	245	289	333	377	333
		A ²⁾	201	226	253	260	360	268
		V ³⁾	-	19	36	73	17	65
	rijenb.	B	212	256	300	344	388	344
		A	212	215	275	295	353	275
		V	-	41	25	49	35	69
3	breedw.	B	174	206	238	270	302	270
		A	174	235	241	265	287	260
		V	-	-	-	5	15	10
	rijenb.	B	198	230	262	294	326	294
		A	198	202	209	215	273	255
		V	-	28	53	79	53	39
5	breedw.	B	122	210	298	386	474	386
		A	122	178	233	282	351	313
		V	-	32	65	104	123	73
	rijenb.	B	-	210	298	386	474	386
		A	-	205	243	310	372	326
		V	-	5	55	76	102	60
7	breedw.	B	241	315	389	463	537	463
		A	241	288	304	312	370	330
		V	-	27	85	151	167	133
	rijenb.	B	-	315	389	463	537	463
		A	-	274	301	343	363	338
		V	-	41	88	120	174	125

¹⁾ B: beschikbaar = netto mineralisatie plus kunstmestgift. Netto mineralisatie geschat als opname door gewas bij 0 N plus N_{min} 0-60 bij de oogst van het gewas bij 0 N.

²⁾ A: aanwezig bij oogst = opname door gewas plus N_{min} 0-60.

³⁾ V: B-A = 'verlies' uit systeem gewas/bodem.

tijdens de oogstperiode in proef 5 zou echter kunnen hebben bijgedragen aan de vermindering van de gemeten minerale stikstof in de bodem. Greenwood e.a. (1992) vonden echter bij uien aanwijzingen, dat stikstof in de wortels en immobilisatie van stikstof een belangrijke rol kunnen spelen bij 'verliezen' uit het systeem.

3.2.4 Stikstof in het produkt

De stikstof aanwezig in het gewas bij de oogst (tabel 12) wordt voor een deel afgevoerd in het produkt en blijft voor een deel achter in de gewasresten op het veld. De hoeveelheid stikstof die wordt afgevoerd als percentage van de totale hoeveelheid in het gewas, de stikstof oogstindex, wordt niet door de behandelingen beïnvloed en ligt rond de 50% (tabel 16). De hoeveelheid stikstof per ton vers produkt werd in proef 2 en 5 door de bemesting beïnvloed (tabel 17).

Tabel 16. De stikstof oogstindex (%).

	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
2	breedw.	50	49	50	50	52	54	-
	rijenb.	48	51	50	50	52	51	
3	breedw.	56	52	53	51	51	53	-
	rijenb.	53	54	52	52	50	49	
5	breedw.	45	45	46	46	43	47	-
	rijenb.		46	49	44	45	42	
7	breedw.	48	47	47	50	46	47	-
	rijenb.		47	49	47	46	48	
Significantie	proef		2	3	5	7		
stikstof			ns	ns	ns	ns		
toediening			ns	ns	ns	ns		
stik. x toed.			ns	ns	ns	ns		

Tabel 17. De hoeveelheid stikstof (kg) per ton vers produkt.

	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
2	breedw.	2,6	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	0,3
	rijenb.	2,6	2,9	3,0	3,1	3,1	3,4	
3	breedw.	3,3	3,0	3,1	3,3	3,4	3,3	-
	rijenb.	3,2	3,2	3,0	3,1	3,3	3,1	
5	breedw.	1,3	1,5	1,7	2,1	1,9	1,9	0,3
	rijenb.		1,5	1,8	1,9	1,9	1,7	
7	breedw.	2,3	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	-
	rijenb.		2,2	2,5	2,5	2,3	2,5	
Significantie	proef		2	3	5	7		
stikstof			p<0,001	ns	p=0,001	ns		
toediening			ns	ns	ns	ns		
stik. x toed.			ns	ns	ns	ns		

Er is een tendens naar een grotere hoeveelheid stikstof per ton vers produkt bij toename van de stikstofgift en deze hoeveelheid lijkt, met uitzondering van proef 2, gemiddeld hoger naarmate de hoeveelheid minerale stikstof bij aanvang van de teelt hoger was (tabel 2).

Het gehalte aan nitraat in het eetbaar gedeelte is niet bepaald. Ook bij een hoog aanbod van stikstof bereikt dit echter geen hoge waarden (Nilsson, 1980; Weier en Scharpf, 1988).

3.2.5 Stikstof in gewasresten

De hoeveelheid stikstof in de gewasresten kan toenemen met de gegeven hoeveelheid stikstof (tabel 18). Bij een breedwerpige bemesting van 224 - Nmin kg per hectare stikstof blijft 100-120 kg per hectare stikstof in de gewasresten op het veld achter. Een deel van deze stikstof zal, afhankelijk van de bewerking van de gewas-

Tabel 18. De hoeveelheid stikstof (kg per ha N) in de gewasresten.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
2	breedw.	81	92	93	99	96	88	-
	rijenb.	90	88	97	100	94	96	
3	breedw.	66	97	94	109	112	101	24
	rijenb.	83	85	88	87	105	107	
5	breedw.	62	95	119	146	179	157	33
	rijenb.		109	118	157	174	177	
7	breedw.	110	128	126	119	137	128	-
	rijenb.		120	120	132	137	128	
Significantie		proef	2	3	5	7		
stikstof			ns	p=0,007	p<0,001	ns		
toediening			ns	ns	ns	ns		
stik. x toed.			ns	ns	ns	ns		

resten, snel beschikbaar komen en bij oogst laat in het seizoen door uitspoeling verloren kunnen gaan.

In werkelijkheid blijft er meer stikstof in plantaardig materiaal achter op het veld, aangezien niet alle planten worden geoogst en er geen rekening is gehouden met stikstof in reeds afgevallen blad en in de wortels.

3.3 Stikstof in de bodem bij de oogst

3.3.1 Hoeveelheid

De hoeveelheid minerale stikstof aanwezig in de bodem bij de oogst steeg naarmate er meer stikstof werd gegeven (figuur 5d), maar werd niet betrouwbaar beïnvloed door de wijze van toedienen. De hoogste hoeveelheid stikstof aan het einde van de

teelt werd gevonden in proef 2 en 7, waar de benutting van kunstmeststikstof laag was (tabel 13) en waar in proef 7 de hoeveelheid minerale stikstof bij aanvang van de proef al vrij hoog was (tabel 2). Gezien de hoge opname van stikstof door het gewas zonder bemesting in deze proeven (tabel 12) is er in deze proeven waarschijnlijk een aanzienlijke mineralisatie tijdens de teelt opgetreden.

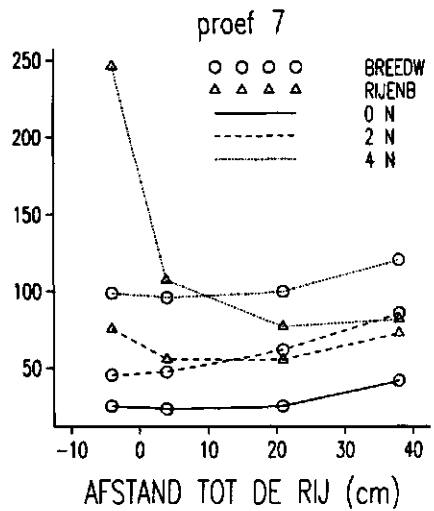
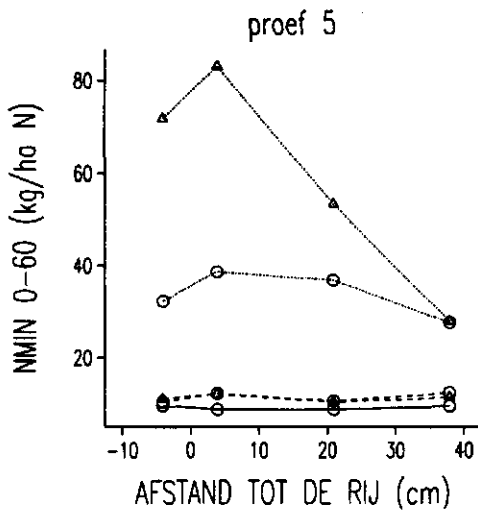
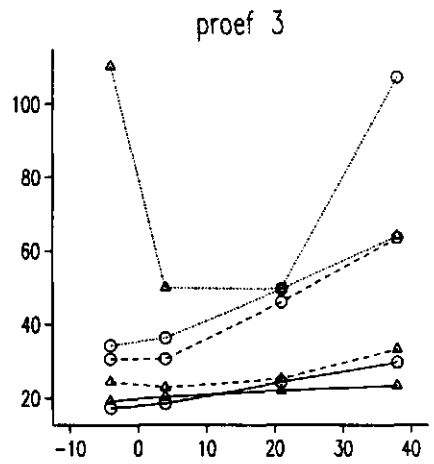
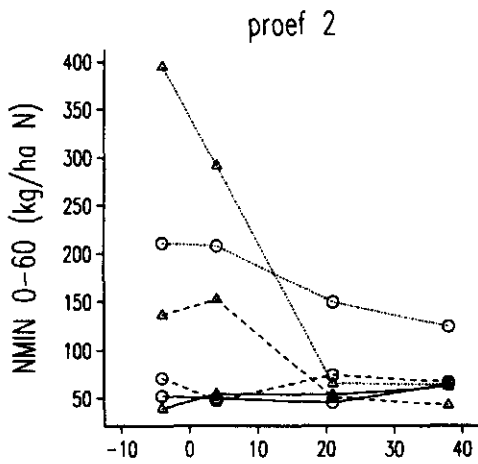
In proef 5, bij een hoge benutting van kunstmeststikstof, wordt bij de oogst een beperkte hoeveelheid stikstof in de bodem gevonden. Gezien de beperkte opname van stikstof door het gewas zonder bemesting (tabel 12), is het aannemelijk dat in deze proef, naast een vrij lage hoeveelheid minerale stikstof bij aanvang van de proef, ook tijdens de teelt de mineralisatie beperkt was. De opname van stikstof door het gewas met bemesting was hoog en er is 'verlies' van stikstof uit het gewas/bodem systeem opgetreden (tabel 15). Deze combinatie van factoren leidt tot een lage hoeveelheid minerale stikstof aan het einde van de teelt. Echter ook een hoge en frequente regenval tijdens de oogst periode in proef 5 kan aan de lage gemeten waarden hebben bijgedragen.

3.3.2 *Verdeling*

Een vergelijking per behandeling van de aanwezige stikstof bij de oogst in de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm laat zien, dat de verdeling van de stikstof over de beide bodemlagen voor de proeven 2, 3 en 7 redelijk overeenkomt met de verdeling bij aanvang van de teelt (tabel 19). In proef 5 is dit beeld minder duidelijk. Hoe het patroon van onttrekking precies over de lagen 0-30 cm en 30-60 cm verdeeld is geweest, is moeilijk te reconstrueren bij gebrek aan tussentijdse waarnemingen.

De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij de oogst bij geen bemesting in relatie tot de hoeveelheid bij aanvang van de teelt, suggereert, althans bij geen bemesting, een vrij gelijkmatige benutting van de gehele bodemlaag 0-60 cm. De totale hoeveelheid per bodemlaag 0-30 of 30-60 cm wordt niet door de toedieningswijze beïnvloed, en behalve in proef 5, ook niet door de deling van de gift.

De horizontale verdeling van de stikstof binnen de bodemlaag 0-60 cm varieert. In proef 3 is duidelijk dat bij breedwerpige bemesting de meeste stikstof rond de plant wordt onttrokken (figuur 7). Eenzelfde patroon vermeldde Hofman, van Meirvenne



Figuur 7. De verdeling van de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij de oogst.

Tabel 19. De hoeveelheid minerale stikstof (kg per ha N) in de bodem bij het einde van de teelt.

proef	bodem- laag (cm)	toedie- nings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)	voor het planten		
			0	N	2N	3N	4N	2N+N				
2	0-30	breedw.	26	27	45	47	122	61	57	50		
		rijenb.	25	20	52	74	114	62				
	30-60	breedw.	15	18	22	16	40	19			14	32
		rijenb.	16	17	27	21	44	19				
3	0-30	breedw.	12	18	18	20	33	23	14	66		
		rijenb.	13	11	14	14	30	25				
	30-60	breedw.	12	19	29	25	32	23			15	51
		rijenb.	9	9	13	19	35	22				
5	0-30	breedw.	5	4	7	6	13	14	6	31		
		rijenb.		3	7	11	12	9				
	30-60	breedw.	4	2	5	4	26	9			16	23
		rijenb.		2	5	17	46	12				
7	0-30	breedw.	12	17	19	24	25	24	5	32		
		rijenb.		13	19	25	23	28				
	30-60	breedw.	18	31	47	53	90	65			18	80
		rijenb.		33	46	71	89	65				
Significantie			laag 0-30 cm				laag 30-60 cm					
proef			2	3	5	7	2	3	5	7		
stikstof			p=0,001	p=0,007	p=0,003	p<0,001	p<0,001	p=0,005	p<0,001	p<0,001		
toediening			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
stik. x toed.			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

en Demyttenaere (1992). Dit komt overeen met de omgekeerd kegelvormige ruimtelijke ontwikkeling van het wortelstelsel van bloemkool (Weaver en Bruner, 1927) en wijst op een in het horizontale vlak niet volledig doorworteld profiel. Eenzelfde, maar zwakker, patroon toont proef 7. In proef 2 en 5 is de stikstof bij breedwerpige bemesting betrekkelijk egaal onttrokken. Dit wijst op een meer geheel doorworteld profiel.

Bij rijenbemesting op het niveau van 2N is in proef 7 meer stikstof aanwezig op de plaats waar de kunstmest was geplaatst (-5 cm) dan aan de andere kant van de rij. Op het niveau van 4N bij rijenbemesting is het in proef 2, 3 en 7 zonder meer duidelijk dat meer stikstof wordt gevonden op de plek van de kunstmestplaatsing dan op andere plaatsen. In de proeven 2, 3 en 7 is tussen de rijen de hoeveelheid stikstof bij rijenbemesting steeds lager dan bij breedwerpige bemesting.

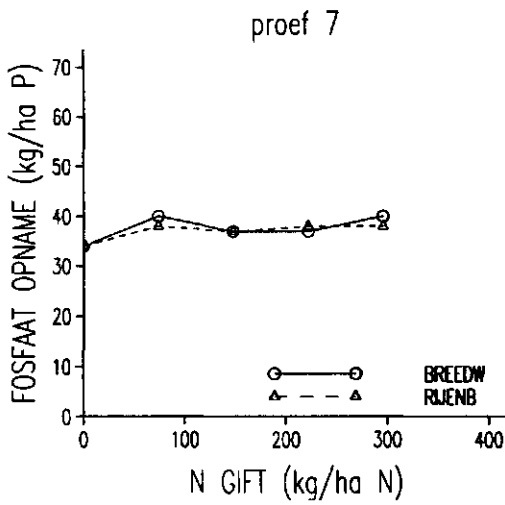
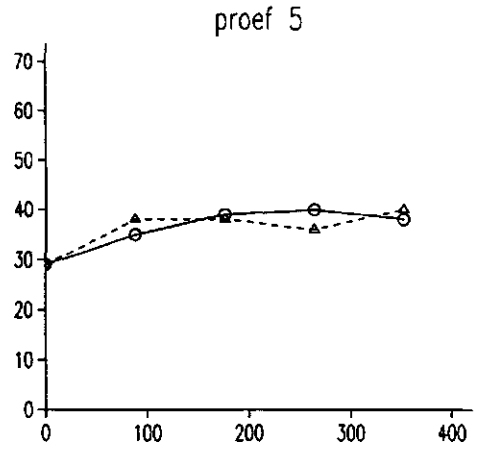
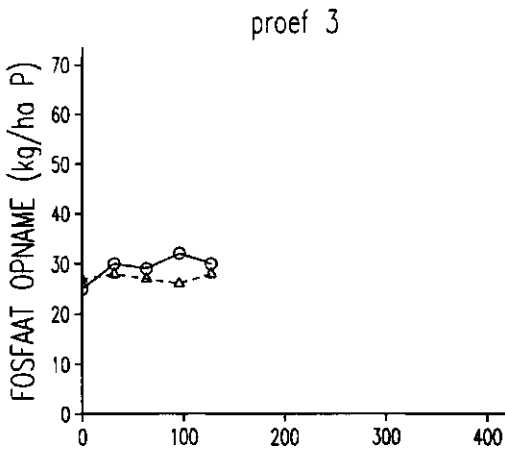
3.4 Fosfor

3.4.1 *Gehalte aan fosfor in het gewas*

Het fosforgehalte wordt niet door de stikstofbemesting beïnvloed (tabel 20). Ook bij toename van het drooggewicht daalt het fosforgehalte niet (proef 5, figuur 5c). Dit geeft aan dat fosfor geen beperkende factor voor de groei is geweest. Het fosforgehalte van het gewas per proef heeft wel een duidelijke relatie met het Pw getal van de bodem (tabel 4). Naarmate het Pw getal hoger is, stijgt het fosforgehalte van het gewas.

3.4.2 *Opname en afvoer van fosfor*

De totale fosforopname door het gewas werd niet betrouwbaar door de behandelingen beïnvloed en bedraagt rond de 25-40 kg fosfor (55-90 kg P_2O_5) (figuur 8). Kaufmann (1967) vond voor de teelt onder glas of folie een fosfor opname tussen 13 en 37 kg fosfor per hectare. De hoeveelheid fosfor die met het produkt van het veld wordt afgevoerd ligt tussen de 45 en 55 %, onafhankelijk van de stikstofgift (tabel 21). De hoeveelheid fosfor per ton vers produkt daalde in proef 3 en 5 bij toenemende stikstofgift, en lag tussen de 0,58 en 0,24 kg (tabel 22). Gemiddeld per proef ligt



Significantie	proef	3	5	7
stikstof		ns	ns	ns
toediening		ns	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns

Figuur 8. De opname van fosfor door het gewas.

Tabel 20. Het gehalte aan fosfor (g per kg) in de plant

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	5,6	5,4	5,2	5,4	5,2	5,3	-
	rijenb.	5,5	5,3	5,4	5,3	5,4	5,5	
5	breedw.	4,4	4,6	4,8	5,0	4,4	4,8	-
	rijenb.		4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	
7	breedw.	6,1	6,0	6,2	6,2	6,1	6,0	-
	rijenb.		6,1	6,2	6,4	6,3	6,2	
Significantie	proef		3	5	7			
stikstof			ns	ns	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

Tabel 21. De fosfor oogstindex (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	58	54	56	53	54	56	-
	rijenb.	55	56	55	56	53	54	
5	breedw.	41	44	44	48	48	46	-
	rijenb.		45	49	46	47	44	
7	breedw.	46	45	46	48	45	47	-
	rijenb.		46	48	45	45	47	
Significantie	proef		3	5	7			
stikstof			ns	ns	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

Tabel 22. De hoeveelheid fosfor (kg) per ton vers produkt.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	0,58	0,47	0,49	0,50	0,47	0,49	0,06
	rijenb.	0,52	0,52	0,47	0,47	0,47	0,47	
5	breedw.	0,31	0,30	0,29	0,31	0,25	0,27	0,04
	rijenb.		0,30	0,30	0,26	0,26	0,24	
7	breedw.	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	-
	rijenb.		0,36	0,38	0,37	0,35	0,38	
Significantie	proef		3	5	7			
stikstof			p=0,014	p=0,009	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

de hoeveelheid fosfor per ton vers produkt hoger naarmate het Pw getal van de bodem hoger was (tabel 4). Alt en Wiemann (1987) vermeldden een gemiddelde waarde van 0,42 kg fosfor per ton eetbaar gedeelte. Met het produkt werd ongeveer 15 tot 18 kg fosfor (35-40 kg P_2O_5) per hectare van het veld afgevoerd (tabel 23).

3.5 Kalium

3.5.1 Gehalte aan kalium in het gewas

Alleen in proef 5 werd het kaliumgehalte van het gewas betrouwbaar door de stikstofbemesting beïnvloed (tabel 24). Het gehalte nam toe bij toenemende stikstofgift. Gezien de stijging in drooggewicht in deze proef bij toenemende stikstofgift geeft dit aan dat kalium geen beperkende factor voor groei is geweest.

Tabel 23. De hoeveelheid fosfor (kg per ha P) in het produkt.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	15	16	16	17	16	17	-
	rijenb.	15	16	15	14	15	15	
5	breedw.	12	15	17	19	18	19	-
	rijenb.		17	18	17	19	18	
7	breedw.	16	18	17	18	18	17	-
	rijenb.		17	18	17	17	17	
Significantie		proef	3	5	7			
stikstof			ns	ns	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

Tabel 24. Het gehalte aan kalium (g per kg) in de plant.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	41	39	38	40	37	40	-
	rijenb.	40	39	39	41	41	41	
5	breedw.	31	33	34	36	35	36	3
	rijenb.		34	35	37	35	35	
7	breedw.	38	37	41	40	39	40	-
	rijenb.		39	40	38	40	39	
Significantie		proef	3	5	7			
stikstof			ns	p=0,025	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

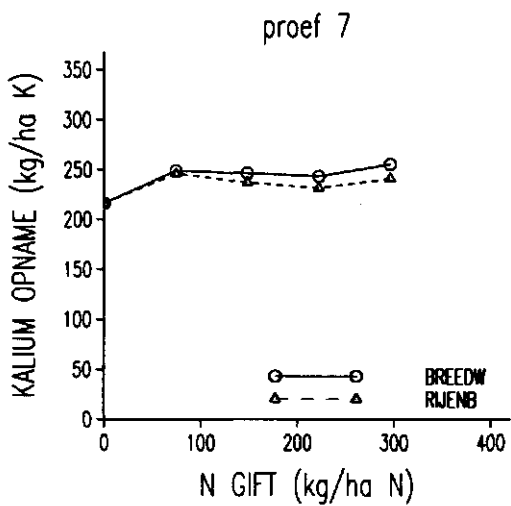
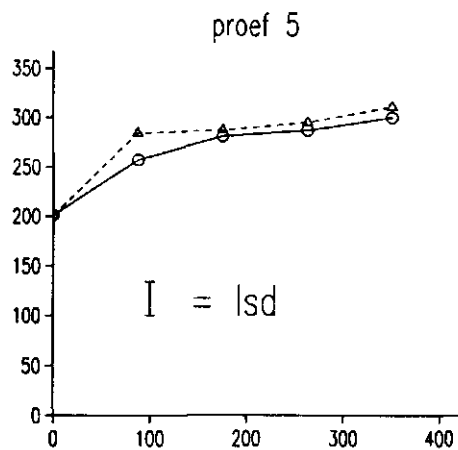
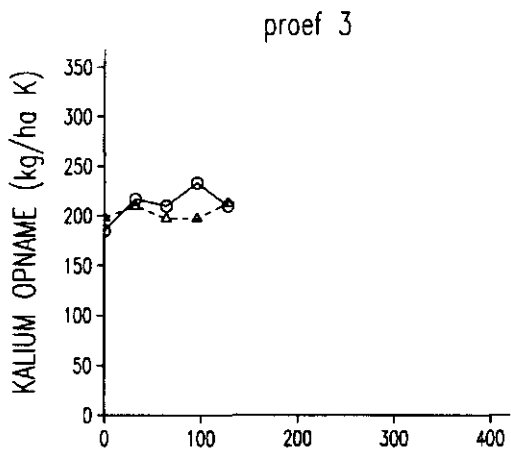
3.5.2 Opname en afvoer van kalium

Alleen in proef 5 nam de totale kaliumopname en de afvoer van kalium van het gewas toe bij stijgende stikstofgift (figuur 9). De wijze van toediening of deling van de gift had in geen van de drie proeven een effect op de kalium opname.

De opname van kalium door het gewas ligt tussen de 200 en 300 kg per hectare (240-360 kg K_2O). Kaufmann (1967) rapporteerde voor de teelt onder glas of folie een kaliumopname van 86-332 kg per ha. Van de opgenomen hoeveelheid kalium, wordt, bij een normale opbrengst, 50-55 % met het produkt van het veld afgevoerd, onafhankelijk van de stikstofgift (tabel 25). De hoeveelheid kalium per ton versgewicht in proef 5 daalde enigszins bij de hoogste stikstofgiften (tabel 26). In de andere twee proeven werd geen betrouwbaar effect gevonden. De per proef gemiddelde hoeveelheid kalium per ton vers produkt, lag evenals het kaliumgehalte van het gewas (tabel 24) hoger naarmate het kaliumgehalte van de bodem hoger was (tabel 4). Alt en Wiemann (1987) noemen een gemiddelde waarde van 3,1 kg kalium per ton eetbaar gedeelte. Bij een normale opbrengst wordt ongeveer 120-130 kg kalium (145-155 kg K_2O) per hectare met het produkt van het veld afgevoerd (tabel 27).

Tabel 25. De kalium oogstindex (%).

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)					LSD ($\alpha=0,05$)	
		0	N	2N	3N	4N		2N+N
3	breedw.	59	55	56	54	55	55	-
	rijenb.	56	56	55	55	53	54	
5	breedw.	45	47	48	51	48	48	-
	rijenb.		47	50	44	47	44	
7	breedw.	55	54	52	55	52	52	-
	rijenb.		53	54	56	52	54	
Significantie	proef		3	5	7			
stikstof			ns	ns	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			



Significantie	proef	3	5	7
stikstof		ns	p=0,023	ns
toediening		ns	ns	ns
stik. x toed.		ns	ns	ns

Figuur 9. De opname van kalium door het gewas.

Tabel 26. De hoeveelheid kalium (kg) per ton vers produkt.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
3	breedw.	4,3	3,5	3,6	3,8	3,5	3,7	-
	rijenb.	3,9	3,9	3,5	3,5	3,6	3,6	
5	breedw.	2,4	2,3	2,2	2,4	2,0	2,1	0,3
	rijenb.		2,3	2,3	2,0	2,0	1,9	
7	breedw.	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7	2,7	-
	rijenb.		2,7	2,7	2,7	2,5	2,8	
Significantie		proef	3	5	7			
stikstof			ns	p=0,020	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

Tabel 27. De hoeveelheid kalium (kg per ha K) in het produkt.

proef	toedienings- wijze	kunstmestgift (tabel 3)						LSD ($\alpha=0,05$)
		0	N	2N	3N	4N	2N+N	
3	breedw.	109	118	117	125	114	126	-
	rijenb.	111	116	108	108	112	115	
5	breedw.	91	119	134	146	144	145	-
	rijenb.		132	143	131	147	137	
7	breedw.	117	135	127	133	133	125	-
	rijenb.		130	128	129	125	129	
Significantie		proef	3	5	7			
stikstof			ns	ns	ns			
toediening			ns	ns	ns			
stik. x toed.			ns	ns	ns			

4. DISCUSSIE

In de literatuur worden voor bloemkool bewortelingsdiepten van 78 cm (Schuurman en Schöffner, 1974), 80 cm (Greenwood e.a., 1982) en 90 cm (Weaver en Bruner, 1927) genoemd. Het zou kunnen zijn dat de relatie tussen optimale stikstofgift en de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm bij aanvang van de teelt verder verbetert, wanneer de minerale stikstof in de laag 60-90 cm in de berekening wordt betrokken. Gezien het reeds vrij hoge percentage verklaarde variantie met de stikstof in de bodemlaag 0-60 cm (tabel 10) zal deze verbetering waarschijnlijk niet substantieel zijn.

Het gewas bloemkool heeft een omgekeerd kegelvormige verdeling van het wortelstelsel in de bodem (Weaver en Bruner, 1927). De intensiteit van de beworteling neemt naar beneden toe af (Greenwood e.a., 1982). Bij een onbelemmerde wortelgroei zal het waarschijnlijk van de verhouding tussen behoefte en aanbod van stikstof afhangen hoe het onttrekkingspatroon zich ontwikkelt. Bij een beperkte behoefte en een voldoende aanbod in de hele bodemlaag 0-60 cm kan een omgekeerd kegelvormig onttrekkingspatroon ontstaan. Is de behoefte aan stikstof even groot of groter dan het aanbod, dan is de beworteling waarschijnlijk uitgebreider en ontstaat er een meer egaal onttrekkingspatroon. Bij rijenbemesting zal met name op de hogere bemestingsniveaus aan het einde van de teelt meer stikstof worden gevonden op of rond de plaats van toediening dan daarbuiten. Belemmeringen in wortelgroei en of heterogene bodemprofielen zullen het onttrekkingspatroon eveneens beïnvloeden.

Bij een bemonstering op minerale stikstof aan het einde van de teelt, maar ook al gedurende de teelt en enige tijd erna, zal met een mogelijke ongelijke verdeling van de stikstof in de bodem rekening moeten worden gehouden.

Bloemkool wordt geoogst in de fase van volle groei. De opname van stikstof gaat door tot aan de oogst (Everaarts, 1993a). Dit betekent dat er tot het einde van de teelt altijd nog voldoende stikstof in de bodem aanwezig moet zijn om groei tot aan

de oogst mogelijk te maken. Om die reden zal het dan ook moeilijk zijn om bij bloemkool op een lage hoeveelheid minerale stikstof bij de oogst uit te komen. Deze stikstof kan tijdens de winter verloren gaan (Demyttenaere e.a., 1992).

Bij de oogst van bloemkool blijft tevens tamelijk veel stikstof in de gewasresten op het veld achter. Een deel van deze stikstof kan bij onderwerken van gewasresten door mineralisatie vrij snel beschikbaar komen (Scharpf en Schrage, 1988; Rahn, Vaidyanathan and Paterson, 1992). Bij de oogst van bloemkool voor eind augustus zou nog een deel van de stikstof in gewasresten en bodem door vanggewassen kunnen worden opgenomen (Everaarts, 1993b). Bij latere oogst bestaat deze mogelijkheid nauwelijks of niet en kan het onberoerd laten staan van het geoogste gewas en het tijdens de winter of pas in het najaar onderwerken van de gewasresten een strategie zijn om verlies door uitspoeling te beperken (Wehrmann en Scharpf, 1989).

De gebruikte rassen Fremont en Plana vormen veel tot zeer veel blad (Aalbersberg en Stolk, 1994). Bij rassen met een andere hoeveelheid blad kan de oogstindex veranderen. In verband met het verkrijgen van inzicht in de hoeveelheid stikstof in de gewasresten en afvoer van fosfor en kalium met het produkt, verdient het aanbeveling in het rassenonderzoek gegevens te verzamelen over de oogstindex van bloemkool.

Bij toediening van voldoende stikstof voor een goede opbrengst, is de variatie in totale hoeveelheid fosfor in het produkt beperkt. Mede gezien het feit dat van het produkt bloemkool geen (vers)gewicht wordt bepaald en gezien de variatie in hoeveelheid fosfor per ton vers produkt per locatie, lijkt het beter voor de afvoer van fosfor met het produkt een vaste hoeveelheid aan te houden, dan een schatting hiervan te maken op basis van de afvoer per ton vers produkt. Wanneer een bemesting op basis van afvoer van fosfor en kalium zou worden voorgeschreven heeft deze benadering voor de bemesting geen noemenswaardige consequenties. Dezelfde redenering kan gelden voor kalium. Bij breedwerpige stikstof bemesting volgens 224 - Nmin wordt met het produkt bloemkool circa 17 kg fosfor (P) en rond 120-135 kg kalium (K) per hectare afgevoerd. Significante verschillen in oogstindex tussen

rassen of teeltwijzen zou aanpassing van deze getallen kunnen vereisen.

Op een voldoende hoog opbrengstniveau leidde plaatsing van kunstmest naast de rij niet tot een verhoging van de opbrengst of tot een gelijkblijvende opbrengst bij een lagere stikstofgift. Deling van de gift leverde voor de opbrengst geen voordeel op. Ook de totale opname van stikstof door het gewas werd niet door de toedieningswijze of deling van de gift beïnvloed. Dit wijst op een snelle opname van stikstof, ook bij een ongedeelde breedwerpige bemesting. Hoewel de omvang van het wortelstelsel vlak na planten heel beperkt is, verloopt de ontwikkeling van het wortelstelsel en opname van stikstof blijkbaar zo snel dat geen gebrek aan stikstof ontstaat en kan de benodigde stikstof worden opgenomen voordat deze niet meer beschikbaar is. Gegevens over de ontwikkeling van het wortelstelsel van bloemkool in de loop van de tijd ontbreken echter.

Welch, Tyler en Ririe (1985) vonden een positief effect van deling van de stikstofgift op de opbrengst van bloemkool. Met name in proef 3 en 4 werd gevonden dat deling van de gift een negatief effect had op de opbrengst. De optimale gift in proef 3 en 4 lag rond de hoeveelheid van de gelijkwaardige maar ongedeelde gift. Het zou kunnen zijn dat de tweede gift, omdat er na strooien niet direct is berekend, te langzaam ter beschikking is gekomen, waardoor er een tijdelijk gebrek aan stikstof is ontstaan. Onderzoek aan het opnamepatroon van stikstof door bloemkool tijdens de groei, en het gelijktijdig meten van de hoeveelheid stikstof in de bodem, moet uitwijzen of deling (en meteen inregenen) van de stikstofgift bij bloemkool perspectief biedt voor een verlaging van de stikstofgift of verlaging van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij het einde van de teelt.

De orde van grootte waarbinnen de optimale stikstofgiften voor bloemkool vallen is 100-300 kg per hectare (Anon., 1988; Anon., 1989; Cutcliffe en Munro, 1976; Greenwood e.a., 1980; Nilsson, 1980; Weier en Scharpf, 1988; Welch, Tyler en Ririe, 1985). Het huidige advies voor stikstofbemesting van bloemkool is in totaal 300 kg stikstof per hectare minus de hoeveelheid minerale stikstof bij planten (Sieling, 1992). Op basis van de huidige proeven werd de optimale gift beschreven door de vergelijking

224 - Nmin (0-60 cm) kg per ha. Bij deze gift zijn de 'verliezen' uit het gewas/bodem systeem beperkt (tabel 15). Bij hogere giften kan het 'verlies' uit het gewas/bodem systeem en de hoeveelheid stikstof in de gewasresten toenemen en stijgt de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij het einde van de teelt.

5. CONCLUSIES

Het aantal geoogste planten wordt niet consequent door toediening van stikstof beïnvloed. Stikstof heeft geen effect op de kwaliteit van bloemkool. Op een voldoende hoog opbrengst niveau heeft rijenbemesting geen voordelen boven breedwerpige bemesting. Ook werden geen aanwijzingen gevonden dat deling van de gift positieve effecten heeft op de opbrengst. Gebaseerd op de huidige proeven bedroeg de optimale stikstofgift: 224 - Nmin (0-60 cm) kg per hectare.

Een bloemkoolgewas kan 200-240 kg stikstof per hectare opnemen. Er werden aanwijzingen gevonden dat de opname van stikstof en het gebruik van stikstof bij de productie van drogestof soms door andere factoren dan stikstof kan worden belemmerd. Ongeveer 50 procent van de opgenomen stikstof wordt met het produkt van het veld afgevoerd. Dit percentage werd niet beïnvloed door de stikstofbemesting. De hoeveelheid stikstof per ton versgewicht kan variëren. In de gewasresten blijft 100-120 kg per hectare stikstof op het veld achter. De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij het einde van de teelt steeg naarmate er meer stikstof werd gegeven. Deze hoeveelheid wordt niet door de toedieningswijze of deling van de gift beïnvloed. De aanwezige stikstof kan afhankelijk van de onttrekking en toedieningswijze ongelijk over de bodem in de rij of tussen de rijen verdeeld zijn.

Een bloemkoolgewas neemt in totaal 25-40 kg per hectare fosfor (P) op. De hoeveelheid fosfor per ton vers produkt kan variëren met de stikstofbemesting en het fosfaatgehalte van de bodem. Met het produkt wordt ongeveer 15-18 kg per hectare fosfor van het veld afgevoerd.

Het gewas neemt in totaal ongeveer 200-300 kg per hectare kalium (K) op. De hoeveelheid kalium per ton vers produkt kan variëren met de stikstofbemesting en het kaliumgehalte van de bodem. Bij een normale opbrengst wordt 120-130 kg per hectare kalium met het produkt van het veld afgevoerd.

6. LITERATUUR

Aalbersberg, I.J.W. en J.H. Stolk (samenst.), 1993. 38^e Beschrijvende Rassenlijst voor Groentegewassen voor de Teelt in de Vollegrond 1994. CPRO-DLO, Wageningen.

Alt, D. und F. Wiemann, 1987. Ermittlung der P-, K- und Mg-Abfuhr durch Gemüsekulturen. Gartenbauwissenschaft 52: 255-259.

Anonymus, 1988. Bloemkool en broccoli. p. 27-34 in: Verslag groenteproeven 1988. Proeftuin Zwaagdijk, Zwaagdijk.

Anonymus, 1989. Bloemkool en broccoli. p. 19-28 in: Verslag groenteproeven 1989. Proeftuin Zwaagdijk, Zwaagdijk.

Anonymus, 1994. Produktennota bloemkool/broccoli. Seizoen 1993. CBT, Zoetermeer.

Cutcliffe, J.A. and D.C. Munro. 1976. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on yield and maturity of cauliflower. Canadian Journal of Plant Science 56: 127-131.

Demyttenaere, P., G. Hofman, M. van Ruymbek, P. Verstegen en M. van Meirvenne, 1992. Reststikstof in de bodem bij de vollegrondsgroenteteelt in West-Vlaanderen. Landbouwtijdschrift 45: 437-446.

Everaarts, A.P., 1993a. General and quantitative aspects of nitrogen fertilizer use in the cultivation of Brassica vegetables. Acta Horticulturae 339: 149-160.

Everaarts, A.P., 1993b. Strategies to improve the efficiency of nitrogen fertilizer use in the cultivation of Brassica vegetables. Acta Horticulturae 339: 161-173.

Greenwood, D.J., T.J. Cleaver, M.K. Turner, J. Hunt, K.B. Niendorf and S.M.H. Lo-

quens, 1980. Comparison of the effects of nitrogen fertilizer on the yield, nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 95: 471-485.

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

Greenwood, D.J., J.J. Neeteson, A. Draycott, G. Wijnen and 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. *Fertilizer Research* 31: 305-318.

Hofman, G., M van Meirvenne en P. Demyttenaere, 1992. Toediening van N-meststoffen in de rij: potentiële voordelen. *Landbouwtijdschrift* 45: 341-353.

Kaufmann, H.-G., 1967. Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme von Blumenkohl (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) beim Anbau unter Glas und unter Folien. *Archiv für Gartenbau* 15: 433-452.

Nilsson, T., 1980. The influence of soil type, nitrogen and irrigation on yield, quality and chemical composition of cauliflower. *Swedish Journal of Agricultural Research* 10: 65-75.

Van Noordwijk, M., J. Floris and A. de Jager, 1985. Sampling schemes for estimating root density distribution in cropped fields. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 33: 241-262.

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 and R.P. White, 1993. *Genstat 5 Release 3 Reference Manual*. Clarendon Press, Oxford.

Rahn, C.R., L.V. Vaidyanathan and C.D. Paterson, 1992. Nitrogen residues from

brassica crops. *Aspects of Applied Biology* 30: 263-270.

Roeterdink, H.W. en J.J. Haaksma (samenst.), 1993. Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond 1993-1994. IKC-AGV, PAGV, Lelystad.

Scharpf, H.C. und R. Schrage, 1988. Grössenordnung und Einflussfaktoren der Freisetzung von Stickstoff aus Ernterückständen im Gemüsebau. *VDLUFA-Schriftenreihe* 28: 81-95.

Schuurman, J.J. en B.E. Schäffner, 1974. De wortelontwikkeling van enige tuinbouwgewassen op zandgrond. Rapport 11-74. IB, Haren.

Sieling, E.R.M. (red.), 1992. Stikstofbemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. IKC-AGV, Lelystad.

Steur, G.G.L. en W. Heijink, 1991. Bodemkaart van Nederland. Algemene begrippen en indelingen. Staring Centrum, Wageningen.

Weaver, J.E. and W.E. Bruner, 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Company, New York, London.

Wehrmann, J. and H.-C. Scharpf, 1989. Reduction of nitrate leaching in a vegetable farm - fertilization, crop rotation, plant residues. pp. 147-157 in: J.G. Germon (ed.). *Management systems to reduce impact of nitrates*. Elsevier, London.

Weier, U. und H.C. Scharpf, 1988. Zur Stickstoffdüngung von Blumenkohl. *Gemüse* 2: 54-56.

Welch, N.C., K.B. Tyler and D. Ririe, 1985. Nitrogen rates and nitrapyrin influence on yields of Brussels sprouts, cabbage, cauliflower and celery. *HortScience* 20: 1110-1112.

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹

Verlagen

198. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, maart 1995	f	15,-
197. Toediening dierlijke mest op löss, dal- en lichte zavelgrond. Ing. S. Postma, maart 1995	f	15,-
196. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw; beknopt overzicht technische en economische resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. P. van Asperen, ing. G.J.M. van Dongen, ing. S.R.M. Janssens, ir. J.J. Schröder en ing. K.B. van Bon, maart 1995	f	20,-
195. Inventarisatie naar de mogelijkheden van een waarschuwingssysteem voor <i>Phytophthora infestans</i> in aardappelen. Dr. ir. H.T.A.M. Schepers, ing. E. Bouma, ir. C. Bus en ir. W.A. Dekkers, maart 1995	f	15,-
194. Beheersing van lage-temperatuurbederf bij witlof. Ir. G. van Kruijstum, ing. A.R. Biesheuvel, ir. R.C.F.M. van den Broek, ing. P.M.T.M. Geelen en ing. J.G.M. Jeurissen, maart 1995	f	15,-
193. Het forceren van asperges in een geconditioneerde ruimte. J.T.K. Poll, ir. W. van den Berg en ir. C.F.G. Kramer, maart 1995	f	15,-
192. Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Ir. C.D. van Loon, ing. K.H. Wijnholds en ir. A.H.M.C. Baltissen, maart 1995	f	15,-
191. De invloed van plantveredeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. Ing. D.A. van der Schans, ir. W. van Dijk en dr. ir. O. Dolstra, maart 1995	f	15,-
190. Teelt van crambe. Ing. N. van Dijk en ir. G.E.L. Borm, maart 1995	f	15,-
189. Maatregelen tegen verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij. Resultaten van onderzoek 1990-1994. Ir. A. Evenhuis en ing. B. Verdam, maart 1995	f	25,-
188. Stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver. Dr. ir. A. Darwinkel, A.H.J. Rops en ing. K.H. Wijnholds, maart 1995	f	15,-
187. Reactie van graszaad op fosfaatbemesting. Ing. J.W. Steenhuizen, ing. J.G.N. Wander, ir. P.A.I. Ehlert en S. Vreeke, februari 1995	f	15,-
186. Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. Ing. M. van der Ham, februari 1995	f	20,-
185. Ontwikkeling van een bio-toets voor het aantonen van herinplantproblemen bij asperge. J.T.K. Poll en ing. Th. Huiskamp, december 1994	f	15,-
184. Vergelijking en verloop van de zaad- en carvonopbrengst van karwij en dille. Ing. H.J. van der Mheen, december 1994	f	15,-
183. Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994	f	15,-
182. Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994	f	15,-
181. Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994	f	15,-
180. Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkcmst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994	f	15,-
179. Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994	f	15,-

¹Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994	f	15,-
177. Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994	f	15,-
176. Bedrijfssystemen-onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F.G. Wijnands, september 1994	f	15,-
175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994	f	20,-
174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994	f	35,-
173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994	f	15,-
172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994	f	15,-
171. Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994	f	15,-
170. Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994	f	15,-
169. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994	f	15,-
168. Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f	15,-
167. Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijntoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wiltng, maart 1994	f	15,-
166. De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f	15,-
165. Mens- en milieuvriendelijke trekssystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994	f	15,-
164. Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f	15,-
163. De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993	f	15,-
162. Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993	f	20,-
161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
160. Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebberts, november 1993	f	15,-
159. Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
158. Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
157. The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
156. Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
155. Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-

154.	Gebruik van insectengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I. Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993	f	15,-
151.	Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
146.	Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992	f	10,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992.	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991.	f	10,-
135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
134.	Het verloop van wegroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.	f	10,-
130.	Landbouwtechnische -,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het		

	toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegroondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991.	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Krustum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir. W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalvliegen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteeltje in de optredende schade bij continue teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegroondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
109.	(Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-
104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen <i>Rhizoctonia</i> op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus y^N . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
101.	Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
100.	Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
99.	Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
98.	Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
97.	Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
96.	De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-

95. Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G.Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-
--	---	------

Publikaties

76. Werkplan 1995, januari 1995	f	20,-
75. Kwantitatieve informatie 1995, december 1994	f	30,-
74. Onkruidbestrijding in de graszaadteelt. Ir. P. Baltus, december 1994	f	15,-
73a. Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994	f	30,-
73b. Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994	f	20,-
72. Jaarverslag, mei 1994	f	20,-
71. Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67. 28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62. Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59. Bedrijfs hygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-

Themaboekjes

17. Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-
16. Themadag aardappelen	f	25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14. Bedrijfs systemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991.	f	15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-

Teelthandleidingen

66. Teelt van stamslabonen, december 1994	f	40,-
65. Teelt van andjvie, december 1994	f	30,-
64. Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63. Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61. Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-

54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993	f	25,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f	30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
48. Teelt van doperwten, december 1992	f	15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
23. Wintertarwe, september 1987	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids 'Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-'), maart 1985	f	12,50
13. Voederbieten, april 1963	f	10,-
12. Witlof, augustus 1989	f	20,-

Korte teeltbeschrijvingen

8. Chinese kool, november 1989	f	10,-
1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie), januari 1988 f 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988 f 5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) f 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondsgroent-praktijk	vollegroondsgroent-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.