CODEN: IBBRAH (2-75) 1-58 (1975)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

Rapport 2-75

STIKSTOFOVERBEMESTING OP SPRUITKOOL

Verslag van een onderzoek op zes proefvelden in de jaren 1967-1969 nopens de invloed van de overbemesting met stikstof naar hoeveelheid en tijdstip van toediening op kwantiteit en kwaliteit van de spruitkoolproduktie bij meermaals plukken.

with a summary: Topdressing of Brussels sprouts

door

J.H. PIETERS, P. NICOLAÏ en J. VAN DER BOON

1975

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-75 (1975) 58 pp.

INHOUD

1.	Inleiding	3
2.	Literatuuroverzicht	5
3.	Opzet van de proeven	9
4.	Uitvoering	12
5.	Waarnemingen	14
	5.1. Gedurende de teelt	14
	5.2. Bij de oogst	16
6.	Resultaten	17
	6.1. Invloed van de stikstofbemesting op de produktie	17
	6.1.1. De wijze van verwerking der gegevens	17
	6.1.2. De totale opbrengst	18
	6.1.3. De hoeveelheid leverbaar produkt	23
	6.1.4. De hoeveelheid afval	35
	6.1.5. De sortering van "leverbaar"	36
	6.1.6. De vroegheid van de oogst	40
	6.2. Grondonderzoek op stikstof	45
	6.3. Gewasonderzoek op stikstof	49
7.	Eindbeschouwing en conclusies	52
8.	Samenvatting	56
9.	Summary	57
10.	Literatuur	58

Dit rapport verschijnt ook als Rapport Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond in Nederland no. 78.

O 761 (1976)

1. INLEIDING

Spruitkool, *Brassica oleracea* L. *gemmifera*, staat bekend als een stikstofminnend gewas. Omwille van de kwaliteit van het oogstprodukt de spruit, is voorzichtigheid met de dosering van de stikstof echter geboden. Een overvloedig aanbod van dit, de groei bevorderende element kan de spruitaanzet doen vertragen en daarmee de oogst verlaten, terwijl tevens en met name in het verdere verloop van het groeiseizoen, losse, te grote of niet gesloten spruiten kunnen ontstaan, die onverkoopbaar zijn. Het is echter niet eenvoudig die stikstofgift vast te stellen welke leidt tot een maximale hoeveelheid spruiten van goede kwaliteit en van de meest gewenste afmetingen. Gedurende het groeiseizoen levert de grond namelijk een zekere hoeveelheid stikstof, die, behalve door de toegediende gift, door vele andere factoren wordt bepaald, zoals de aanvankelijke N-rijkdom van de grond en de mogelijkheid tot mineralisatie hiervan, waarbij temperatuur en vochtvoorziening een grote rol spelen.

De rendabele hoeveelheid stikstof is in hoge mate afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens de groei. In droge perioden kan de mineralisatie min of meer stagneren door vochtgebrek, terwijl de via de bemesting toegediende of door mineralisatie beschikbaar gekomen stikstof onvoldoende doordringt tot de wortels en daardoor niet tot gelding komt. In een nat groeiseizoen is zwaarder bemesten noodzakelijk omdat de stikstof sneller uitspoelt naar diepere lagen of zelfs via het grondwater kan verdwijnen, terwijl juist dan de meest actieve wortels in de bovengrond blijven.

Het is aantrekkelijk om alle meststoffen vóór het planten van de spruitkool te geven. Niet alleen is dit arbeidbesparend, maar het toedienen van een overbemesting is, zodra de bodembedekking door het gewas volledig is, nu eenmaal minder gewenst en moeilijk uitvoerbaar. Toediening vooraf van de totale nodig geachte hoeveelheid meststoffen houdt, speciaal voor stikstof het grote risico in dat onder optimale groeiomstandigheden de vegetatieve begingroei van de spruitkoolplant te sterk kan worden, waarbij spruitzetting en kwaliteit in het gedrang komen. Van oudsher gold dan ook het devies: spruitkool moet aanvankelijk schaars met stikstof worden bedeeld. Dit ging omwille van de kwaliteit, maar ten koste van de produktie. Vandaar dat deze mening langzamerhand is verdrongen door de gedachtengang dat spruitkool gedurende het gehele, meestal lange groeiseizoen een vrij ruim aanbod van stikstof moet hebben om tot een hoge produktieprestatie te kunnen komen.

Alle stikstof ineens als basisbemesting kan goede resultaten opleveren, maar het blijft een gok, met alle gevaarlijke kanten van dien, zoals verbrandingsverschijnselen en te sterke begingroei. Vervanging van de gebruikelijke goed oplosbare meststoffen, waarvan vrijwel alle N direct beschikbaar is, door langzamer werkende is tot dusverre geen oplossing gebleken omdat de prijzen van deze produkten voor de extensieve groenteteelt nog te hoog liggen, terwijl het altijd in deze meststoffen aanwezige snelwerkende deel van de stikstof bij gebruik van grote hoeveelheden ineens voor spruitkool dikwijls al te veel van het goede kan zijn.

Vraagpunt bij de onontbeerlijke N-bemesting van spruitkool was dan ook nog altijd wanneer en hoeveel overbemesting gewenst is na een matige basisbemesting. Om meer inzicht te krijgen in dit probleem is het hier verslagen onderzoek verricht, waarbij tevens is getracht een idee te krijgen van de waarde van stikstofgehalten in grond en gewas ter vaststelling van de N-behoefte en voor de oogstverwachting.

Voordat het onderzoek zelf ter sprake komt, wordt een overzicht gegeven van elders verrichte proeven met betrekking tot de stikstofbemesting van spruitkool en de overbemesting in het bijzonder.

2. LITERATUUROVERZICHT

Rietsema, geciteerd door Van der Boon (1953) vond in 1939-1940 in potproeven met arme zandgrond voor spruitkool een optimale stikstofgift van 194 kg N/ha. Stikstof bevorderde groei en opbrengst, maar boven een zeker niveau werden de spruiten te los en te groot. Op vruchtbare tuingrond was 800 kg/ha chilisalpeter (= 124 kg N/ha) beter dan 1000 (155 kg N/ha).
Op rivierklei te Bruchem (Bommelerwaard) reageerde spruitkool in 1951 en 1952 sterk op de N-gift. De hoogste gift à 240 kg N/ha was nog verantwoord maar gaf in 1951 een oogstverlating ten opzichte van het object zonder stikstof.
In een proef van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar werd in 1954 aan spruitkool 90 kg N/ha gegeven in één- of twéémaal. De objecten met de gedeelde N-gift bleven aanvankelijk in groei achter bij die welke alle stikstof als basisbemesting hadden gekregen. maar dit verschil in ontwikkeling was na de tweede N-gift verdwenen (Tuinbouwk. Onderz. Jaarversl. 1954).
Uit een proef van het Rijkstuinbouwconsulentschap Groningen bleek in 1954 dat het in eenmaal bij het planten toedienen van 120 kg N/ha de oogst vervroegde en meer grove spruiten gaf dan dezelfde hoeveelheid stikstof in 3 porties. Een late overbemesting à 40 kg N/ha na de eerste pluk deed het gewas beter doorgroeien en gaf hogere voorjaarsopbrengsten (Tuinbouwk. Onderz., Jaarversl. 1954).
Door het proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar werd in 1955 op zware klei een N-bemestingsproef uitgevoerd, waarbij de optimale stikstofgift voor de totaalopbrengst boven 300 kg N/ha lag. De stikstof werd allemaal bij het planten gegeven. De hoogste opbrengst aan vaste spruiten werd verkregen bij 120-150 kg N/ha (Tuinbouwk. Onderz., Jaarversl. 1955).
Een hoeveelheden-tijdstippenproef met stikstof op spruitkool van het Rijkstuinbouwconsulentschap Groningen kon in 1956 geen uitsluitsel geven omtrent het nut van overbemesting met stikstof en het toedienen van meer dan 120 kg N/ha (Tuinbouwk. Onderz. Jaarversl. 1956).
In een proef van het Rijkstuinbouwconsulentschap Barendrecht werd in 1958 de invloed van een extra stikstofoverbemesting in augustus nagegaan. Dit leidde alleen bij vroeg planten (11 juni) tot een opbrengstverhoging. Bij later geplante spruitkool (21 juni) resulteerde dit over het algemeen in een lagere opbrengst en meer losse spruiten (Tuinbouwk. Onderz., Jaarversl. 1958).
Het Rijkstuinbouwconsulentschap Barendrecht volvoerde in 1959 een proef waarin hoeveelheden stikstof (400-600-800-1000 kg kas/ha) en verdeling over de tijd (2, 3 of 4 × overbemesten) werden vergeleken. Een verhoging van de N-gift tot 184 kg N/ha gaf opbrengstverhoging. Bij 230 kg N/ha steeg de opbrengst niet meer en nam het percentage losse spruiten sterk toe. Het uitstellen van de laatste overbemesting tot eind november gaf geen beter resultaat (Tuinbouw. Onderz., Jaarversl. 1959). Deze proef werd voortgezet in 1960. Wederom werd de hoogste opbrengst aan vaste spruiten verkregen met 184 kg N/ha (=800 kg kas) en wel toegediend in vier gelijke delen van vóór het planten tot half oktober (Tuinbouwk. Onderzoek., Jaarversl. 1960).

In het droge jaar 1959 verhoogde stikstof de opbrengst van een spruitkoolproef van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid tot en met de hoogste gift van 280 kg N/ha, waarbij de kwaliteit niet in het geding kwam. Het jaar daarop werd met stikstof een optimumkromme verkregen met een maximale opbrengst in de eerste pluk bij 120 kg N/ha. De kwaliteit, uitgedrukt in het percentage vaste spruiten, nam af naarmate meer stikstof was gegeven. Alle stikstof werd in de basisbemesting toegediend. (Tuinbouwk. Onderz., Jaarversl. 1960).
Dat stikstof de opbrengst van spruitkool verhoogt, maar boven een bepaalde grens nadelig gaat worden voor de kwaliteit, werd vastgesteld in een onderzoek van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid in 1963. De maximale opbrengst werd, zij het in afhankelijkheid van de kalibemesting, bij de eerste pluk verkregen met gemiddeld 145 en bij de tweede pluk met 230 kg N/ha (Von Barnau Sijthoff, 1964).

Ook buiten Nederland heeft de stikstofbemesting van spruitkool aandacht gehad. Stiehl (1965) gaf als basisbemesting verschillende hoeveelheden N in de vorm van een mengmeststof. De hoogste stikstoftrap (250 kg N/ha) bracht DM 950,-- meer op per ha dan het nul-object. North e.a. (1965) dienden aan spruitkool 2 en 6 cwt/acre $Ca(NO_3)_2$, overeenkomend met 52 en 156 kg N/ha, als overbemesting toe. Beide hoeveelheden verhoogden de opbrengst aan leverbaar produkt in dezelfde mate. Een nog zwaardere overbemesting gaf geen verdere opbrengstverhoging maar deed het percentage afval toenemen.
Het Tuinbouwproefstation Stockbridge House (1966, 1968, 1969) deed proeven met N-trappen in basis- en overbemesting.
Uit de eerste proef bleek dat het, althans voor de pluk in een keer en bij de condities van de proef, niet nodig was de stikstofbemesting te spreiden over de tijd. In een tweede onderzoek werd de groei bekeken van de hybridespruit Jade Cross bij verschillende combinaties van stikstofbasis- en -overbemesting Zonder overbemesting voldeed 336 kg N/ha het beste, met overbemesting werd de hoogste opbrengst verkregen met 168 kg N/ha als basisgift plus een gemiddelde overbemesting met dezelfde hoeveelheid stikstof. Over het algemeen was echter een gift ineens bij het planten voordeliger dan een gedeelde gift, temeer daar overbemesting moeilijkheden gaf door de nauwe plantafstand (53×53 cm). Meer stikstof gaf alleen een grovere sortering, wanneer geen basisbemesting was toegediend. In een volgend experiment van dit proefstation verkreeg men de hoogste opbrengst aan leverbaar produkt van in één keer geoogste spruitkool al bij een basisbemesting van 84 kg N/ha, zonder overbemesting.
In een andere proef werd tevens het moment van een eventuele overbemesting bekeken: 10 weken na het planten kwam als het beste overbemestingstijdstip naar voren.
Het Tuinbouwproefstation Kirton (1968) combineerde vijf N-basisbemestingshoeveelheden (0-90-180-270-360 kg N/ha) met vijf stikstofgiften als overbemesting (0-56-112-168-224 kg N/ha). De beste combinatie, hoewel niet significant beter dan de andere, was 360 kg N/ha als basis- met 56 kg als overbemesting. Overbemesting had de meeste invloed op de produktie wanneer de stikstofbasisbemesting laag was gehouden.
Cleaver en Greenwood (1969) gingen na wat het effect was van het overbemestingstijdstip bij verschillende stikstofhoeveelheden. Over het algemeen had de overbemesting minder invloed op de groei, dan de basisbemesting en hoe later er werd overbemest, des te geringer was het stikstofeffect. Daar de hoogste opbrengst bij gespreide N-toediening nooit

meer dan 10% groter was dan bij basisbemesting alleen,kwamen zij tot de conclusie dat, mits de basisbemesting optimaal is, overbemesting met stikstof achterwege kan blijven. De vraag hoe hoog die optimale gift moet zijn, blijft echter onbeantwoord.
Het Provinciaal Land- en Tuinbouw Instituut te Antwerpen (1968) verkreeg in een N-trappenproef de hoogste opbrengst aan gekuiste spruiten met een basisbemesting van 100 kg N/ha, hoewel 0-N op dit, op gescheurd weiland gelegen proefveld niet veel achterbleef.
Het Tuinbouwproefstation Luddington (1969) gaf 0 of 225 kg N/ha als overbemesting 5, 10, 15 of 20 weken na het planten in combinatie met een basisbemesting van 0, 168, 336, 504 of 672 kg N/ha aan in één keer te oogsten spruitkool en stelde vast dat 336 kg N/ha, gegeven als basisbemesting zonder overbemesting de beste opbrengst leverde.
Ellis (1969) vond een verhoogde produktie aan spruiten tot 280 kg N/ha. Een vroege N-gift was het meest gunstig, maar 280 kg stikstof ineens was te veel en kon beter worden gesplitst in een basisbemesting, gevolgd door een vroege overbemesting.
Norman (1969) gaf basis- en overbemestingsadviezen voor diepvriesspruiten , die door de grotere plantdichtheid meer stikstof zouden begeren. Er wordt aangeraden niet teveel N ineens te geven. Beter is voorzichtig te starten met zo nodig, afhankelijk van de groei en de weersomstandigheden, later nog een aanvulling tot in totaal 100-150 kg N/ha.
Sandwell en Wood (1969) verkregen de beste opbrengst van ter plaatse gezaaide spruitkool bij 336 kg N/ha, welke hoeveelheid echter, indien ineens bij het zaaien toegediend, schade gaf tijdens de opkomst. Zij adviseren dan ook deze gift in twee gelijke delen te geven, namelijk de helft bij het zaaien en de rest pas als het gewas goed staat.
Bij An Foras Talúntais (1969, 1972, 1973) werd de N-behoefte van verschillende cultivars bekeken. Stikstof verhoogde de opbrengst statistisch betrouwbaar, maar het ene ras vroeg meer N dan het andere. Zo behaalde de cv. Sanda een maximumopbrengst bij 134 kg N/ha. Frigostar had hiervoor 268 kg N/ha nodig, Peer Gynt en Topscore 134-179, waarbij kwam vast te staan dat bij giften boven 134 kg N/ha over het algemeen een fijnere sortering werd verkregen terwijl meer dan 179 kg N/ha minder leverbaar produkt gaf door toeneming van de hoeveelheid afval.
Uit proeven van het Tuinbouwproefstation Effort (1972), waarbij aan al of niet beregende en in een keer te plukken spruitkool tot 540 kg N/ha als basisbemesting had gegeven, bleek dat de optimale stikstofgift 220-270 kg/ha bedroeg. Meer N gaf weliswaar meer groei, vooral bij beregening, maar hierbij trad legering op, hetgeen in de meeste gevallen nadelig was voor de produktie.
Welch e.a. (1970) adviseren de stikstof in twee gedeelten te geven, namelijk de helft ten tijde van het planten en de rest 4-6 weken daarna.
Greenwood en Cleaver (1971) vonden een gemiddelde optimale stikstofgift voor spruitkool van 300 kg N/ha, waarbij het weinig verschil maakte of alle stikstof als basisbemesting was gegeven of 75% als basisbemesting en de rest als overbemesting. Meer dan 25% van de stikstof als overbemesting deed de opbrengst dalen, maar voor ter plaatse gezaaide spruitkool is, omwille van de opkomst, een andere verhouding basis-/overbemesting aan de raden, bij voorbeeld 110 kg N/ha als basisbemesting en 190 kg N/ha als overbemesting, ongeveer 5 weken na het zaaien.

Cleaver e.a. (1971) zagen geen noodzaak tot overbemesting mits voldoende N als basisbemesting wordt aangeboden. De optimale gift was 335 kg N/ha welke hoeveelheid desgewenst in twee keer kan worden gegeven waarvan tenminste de helft bij het planten en de rest vóór einde juli. Laflin (1973) beschouwde de resultaten van een aantal onder auspiciën van het Britse "National Vegetable Research Station" door de regionale tuinbouwproefstations uitgevoerde stikstofbemestingsproeven met spruitkool en komt tot de slotsom dat de uitkomsten van plaats tot plaats en van jaar tot jaar verschillen, in afhankelijkheid van bodemtype, bodemvruchtbaarheidsniveau, weersomstandigheden, het gebruikte ras en de teeltwijze. Zo liep de optimale N-gift op 16 proefvelden in de jaren 1966-1969 uiteen van 0-500 kg N/ha. Maar, meer dan bij de fosfaat- en kalibemesting, was de opbrengst veelal wel afhankelijk van het aangebrachte stikstofniveau en werd over het algemeen een optimumkromme verkregen voor het verband tussen opbrengst en N-gift. De stikstofhoeveelheid had geen effect op vroegheid, hardheid of inwendige bruinkleuring. Meer N gaf een grovere sortering, met meer grote en minder kleine spruiten, waarbij het aandeel van de middengroep, bestaande uit spruiten met een doorsnede van 1,5-4 cm, vrijwel gelijk bleef. In vele proeven werden weinig verschillen in groei en produktie geconstateerd, naar gelang de stikstofbemesting al of niet in de tijd werd gespreid. Er kon worden vastgesteld dat de opbrengst in het merendeel der gevallen bij ca. 300 kg N/ha minder dan 10% afweek van de maximale totaalopbrengst aan spruiten.

Het geheel van literatuurgegevens overziende, moeten we met Laflin (1973) constateren dat het, door de grote invloed van weers- en bodemomstandigheden, ras en teeltmethode, inderdaad moeilijk is algemeen geldende stikstofbemestingsadviezen te geven voor spruitkool. De uit vele experimenten gemiddelde optimale gift bedraagt 215 kg N/ha, maar dit is, gezien de grote variatie, een zeer globaal gegeven. Over het algemeen en met name bij de pluk ineens, wordt overbemesten met stikstof niet nodig geacht, mits de basisbemesting niet al te krap wordt genomen: een uitspraak waarmee we alle kanten uit kunnen en die niet strookt met de oude gedragsregel van een schaarse stikstofgift bij de aanvang van de teelt. Bij meermaals plukken wil men nog wel eens een vroege overbemesting adviseren, evenals in die gevallen waarbij de spruitkool ter plaatse wordt gezaaid en er gevaar bestaat van kiembeschadiging door een te hoge zoutconcentratie.

3. OPZET VAN DE PROEVEN.

De zes proeven waaruit het onderhavige onderzoek bestond, waren uniform van opzet en omvatten vijf stikstofhoeveelheden:50, 100, 150, 200 en 250 kg N/ha, benevens een object stikstofbemesting naar de praktijk (tabel I).De hoeveelheid van 50 kg N/ha werd in eenmaal als basisbemesting gegeven bij het planten of voor de helft bij het begin van de teelt en de rest ineens als overbemesting op een van de drie in de proef aangehouden overbemestingstijdstippen.

TABEL I. Stikstofbemestingsobjecten Pr 204 1967-1969

Object-nummer	N-bemesting in kg per ha				
	basisbem.	1ste overbem.	2de overbem.	3de overbem.	totale N-gift
1 *	80	0	60	0	140
2	50	0	0	0	50
3	25	25	0	0	50
4	25	0	25	0	50
5	25	0	0	25	50
6	50	30	10	10	100
7	50	10	30	10	100
8	50	10	10	30	100
9	50	20	20	10	100
10	50	10	20	20	100
11	50	60	20	20	150
12	50	20	60	20	150
13	50	20	20	60	150
14	50	40	40	20	150
15	50	20	40	40	150
16	50	90	30	30	200
17	50	30	90	30	200
18	50	30	30	90	200
19	50	60	60	30	200
20	50	30	60	60	200
21	50	120	40	40	250
22	50	40	120	40	250
23	50	40	40	120	250
24	50	80	80	40	250
25	50	40	80	80	250

* "Stikstofbemesting naar de praktijk" zoals uitgevoerd op IB 1438 in 1968.

V	12	25	11	50	5	75	14	100	20	125
	13	24	6	49	8	74	23	99	19	124
	18	23	24	48	21	73	17	98	16	123
	4	22	9	47	25	72	15	97	3	122
	2	21	1	46	10	71	7	96	22	121
IV	12	20	16	45	10	70	23	95	9	120
	8	19	4	44	24	69	22	94	14	119
	3	18	7	43	13	68	11	93	21	118
	17	17	6	42	20	67	25	92	2	117
	1	16	5	41	15	66	18	91	19	116
III	5	15	7	40	6	65	16	90	4	115
	1	14	3	39	17	64	12	89	8	114
	15	13	13	38	20	63	10	88	24	113
	18	12	11	37	25	62	23	87	22	112
	19	11	21	36	2	61	9	86	14	111
II	24	10	19	35	12	60	7	85	25	110
	5	9	17	34	22	59	9	84	13	109
	3	8	10	33	6	58	18	83	14	108
	23	7	4	32	21	57	20	82	1	107
	2	6	11	31	15	56	8	81	16	106
I	1	5	6	30	24	55	11	80	9	105
	10	4	8	29	21	54	5	79	25	104
	22	3	19	28	16	53	20	78	3	103
	7	2	23	27	17	52	14	77	15	102
	2 *	1	13	26	18	51	12	76	4	101

Fig. 1. Proefschema IB 204, 1967-1969/*Trial diagram.*
* object nummer/*treatment number.*

Van de hoeveelheden 100 t/m 250 kg N/ha werd steeds 50 kg als basisbemesting toegediend en het overige werd verdeeld over drie overbemestingen met vijf verschillende onderlinge gewichtsverhoudingen, nl. 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 2:2:1 en 1:2:2. Op deze manier ontstonden 25 stikstofbemestingsobjecten die elk vijf keer in iedere proef voorkwamen. Als proefschema werd een gedeeltelijk evenwichtig roostervierkant gekozen (fig. 1). In de blokken I, II en III zit ieder object samen met elk ander object in een rij of kolom. De blokken IV en V zijn ontstaan uit resp. III en I, door van rijen kolommen te maken en de volgorde van rijen en kolommen te wijzigen.

4. UITVOERING

In de vorm van advies en hulp bij de opzet en de uitvoering der proeven werd waardevolle medewerking ondervonden van Bedrijfstakdeskundigen, Specialisten en Bedrijfsvoorlichters van de Consulentschappen voor de Tuinbouw "Het Noorden des Land" en "Barendrecht".

De belangrijkste gegevens van de zes proefvelden staan in de tabellen II, III en IV. Voor een nadere beschrijving moge worden verwezen naar het hoofdstuk **"Uitvoering"** het voor ieder proefveld afzonderlijk samengestelde proefverslag.

Het proefras van 1967 was de selectie Stiekema-middenvroeg. Daar de uniformiteit van de planten bij gebruik van een normaal spruitkoolras te wensen overliet, werd in de volgende 2 proefjaren een hybrideras (Frigostar) geteeld, waarvan het gewas veel minder variabel is.

De uitvoering van de voor zover mogelijk op basis van grondonderzoek geadviseerde bemesting met fosfaat, kali en, zo nodig, magnesium werd aan de proefveldhouders overgelaten. De stikstofbemesting werd verricht door de veldproevendienst van het IB in samenwerking met het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar. De stikstof werd steeds gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter.

In principe werd de grond voor en na de teelt voor onderzoek op N-water bemonsterd in vier lagen tot 90 cm diepte (0-30, 30-50, 50-70 en 70-90) en tijdens de teelt tot 30 cm diepte, kort voor de overbemestingstijdstippen. Gelijk met deze laatste grondbemonsteringen werden gewasmonsters genomen. Hiertoe werd telkenmale op ieder veld van vijf spruitkoolplanten het jongste, min of meer volgroeide blad geplukt, compleet met steel. Deze monsters werden per object bijeengevoegd, waarna bladschijf en -steel afzonderlijk werden geanalyseerd op het gehalte aan nitraat en totaal stikstof. Er werd gemiddeld drie maal geplukt. Op twee proefvelden, ZH.67 en ZH.69 kon na de winter nog voor de vierde keer worden geoogst; het gewas op het proefveld Gr.'68 was na twee plukken uitgeput.

TABEL IV. Bemonsteringsdata stikstofonderzoek

Proefveld*	Grond					Gewas		
	0-90 cm		0-30 cm					
Gr 67	22/6	25/1	13/7	13/9	25/10	13/7	13/9	25/10
ZH 67	2/6	29/1	5/7	21/9	26/10	5/7	21/9	26/10
Gr 68	29/5	28/11	9/7	3/9	28/10	9/7	3/9	28/10
ZH 68	11/6	16/1	-	28/8	15/10	-	28/8	15/10
Gr 69	11/6	13/3	30/6	16/9	28/10	30/6	16/9	28/10
ZH 69	27/5	16/3	31/7	10/10	26/11	31/7	10/10	26/11

*Zie code tabel II.

TABEL II. Teeltgegevens

Proef-veld nummer	Plaats	Jaar	Code	Proefras	Plant datum	Plant-verband	Plukdata			
							1	2	3	4
IB 1289	Usquert	1967	Gr 67	Stiekema	14/6	70×40 cm	4/10	30/10	13/12	-
IB 1291	Westmaas	1967	ZH 67	Stiekema	5/6	70×50 cm	27/9	23/10	27/11	17/1
IB 1438	Usquert	1968	Gr 68	Frigostar	30/5	66×45 cm	9/10	26/11	-	-
IB 1450	Westmaas	1968	ZH 68	Frigostar	11/6	55×55 cm	17/10	4/12	15/1	-
IB 1558	Wehe den Hoorn	1969	Gr 69	Frigostar	13/6	55×55 cm	29/9	3/11	10/3	-
IB 1559	Westmaas	1969	ZH 69	Frigostar	9/6	55×55 cm	7/10	20/10	15/12	9/3

TABEL III. Bemesting

Proef-veld *	Basisbemesting kg/ha				Data stikstofbemesting				N-bemesting "naar de praktijk, kg/ha		
	P_2O_5	K_2O	MgO	datum	basis	Overbemesting I	II	III	basis	overbemesting	totaal
Gr 67	140	360	100		22/6	13/7	13/9	25/10	140	geen	140
ZH 67	136	100			2/6	6/7	22/9	27/10	50	60 op 6/7, 22/9, 27/10	230
Gr 68	150	300	100	17/4	30/5	9/7	4/9	28/10	80	60 op 4/9	140
ZH 68					12/6	12/7	28/8	15/10	50	60 op 12/7, 28/8, 15/10	230
Gr 69	200	250	100	11/4	11/6	30/6	16/9	28/10	80	30 op 6/10, 12/11	140
ZH 69	200	200			11/6	6/8	15/10		50	60 op 6/8, 15/10	170

* Zie tabel II

5. WAARNEMINGEN

5.1 Gedurende de teelt

Een overzicht van de tijdens de groeiperiode gevallen neerslag geeft tabel V. In de respectieve proefverslagen is de nodige aandacht geschonken aan de neerslagverdeling, zodat hier moge worden volstaan met een algemeen overzicht per jaar en per standplaats. Enige last van droogte ondervond het gewas in de zomermaanden van 1967 in Groningen en in september-oktober 1969 in Zuid-Holland. Met uitzondering van augustus waren zomer en herfst 1968 in Groningen zeer nat en er trad ernstige schade in het gewas op. Ook in Zuid-Holland viel in juli t/m september 1968 aanmerkelijk meer neerslag dan normaal (tabel V). Verder was augustus 1969, zowel in Noord als in Zuid aan de natte kant. Over het algemeen hebben de proeven echter, met uitzondering van Gr. 68, op het eerste gezicht niet veel schade geleden door die grillige neerslagverdeling over het groeiseizoen. In de loop van dit verslag zal worden nagegaan of en in welke mate neerslaghoeveelheid en -verdeling invloed hebben gehad op de resultaten.

TABEL VI. Neerslag tot bepaald tijdstip

Proef-veld*	Regenval in mm**							
	van	tot						
Gr 67	14/6	22/6	13/7	13/9	4/10	25/10	30/10	13/12
		2	19	146	231	314	347	454
ZH 67	2/6	5/6	6/7	22/9	27/9	23/10	27/10	27/11	17/1
		0	27	173	180	231	231	309	489
Gr 68	30/5	9/7	4/9	9/10	28/10	26/11			
		128	319	510	567	640			
ZH 68	11/6	12/6	12/7	28/8	15/10	17/10	4/12	15/1
		0	154	373	593	594	634	681
Gr 69	11/6	13/6	30/6	16/9	29/9	28/10	3/11	10/3
		0	43	276	287	327	338	628
ZH 69	9/6	11/6	6/8	7/10	15/10	20/10	15/12	9/3
		0	67	206	207	207	317	539

*Zie code tabel II

**Data uit tabel II en III

TABEL V. Neerslag tijdens het groeiseizoen

Proef-veld*	Neerslag in mm per maand, N = 30-jarig maandgemiddelde																		Totaal	N-30
	jun**	N	jul	N	aug	N	sep	N	okt	N	nov	N	dec	N	jan	N	feb	N	mrt	N		
Gr 67	13	28	37	81	57	85	120	76	125	77	66	72	42‡	25							471	469
ZH 67	27	45	39	79	58	76	58	71	74	71	86	71	89	57	59‡	31					490	510
Gr 68	114	53	109	81	89	85	172	76	91	77	66‡	60									641	432
ZH 68	57	34	137	79	189	76	144	71	74	71	31	71	40	57	8‡	27					697	506
Gr 69	43	27	47	81	183	85	17	77	45	77	128	72	42	64	26	63	81	46	16‡	12	636	629
ZH 69	28	38	31	79	137	76	9	71	9	71	86	71	61	57	56	60	107	44	16‡	13	578	596

*Zie tabel II.

**Vanaf het planten tot eind juni.

‡Deel van de maand, tot de laatste plukdatum.

5.2. Bij de oogst

Op alle proefvelden werd van iedere pluk het totaalgewicht aan spruiten per veld bepaald. Vervolgens werden de veldopbrengsten gesorteerd in de handelsmaten <20, 20-30, 30-40 en >40 mm doorsnede, de resp. D-, A-, B- en C-spruiten. Van elke sortering werd het gewicht aan veilbare spruiten vastgesteld.
De hoeveelheid uitgelezen afval werd per veld gewogen.

6. RESULTATEN

6.1. Invloed van de stikstofbemesting op de produktie

6.1.1. De wijze van verwerking der gegevens. Bij de wiskundige verwerking werden de behandelingen uitgesplitst in effecten van de in totaal toegediende stikstofhoeveelheden, van de verdeling over de drie overbemestingen en van de wisselwerking tussen stikstofhoeveelheid en tijdstip van toediening. Als uitgangspunt voor de bepaling van het effect van de overbemestingen gold de procentuele verdeling van de totale overbemestingshoeveelheid over de toedieningstijdstippen. Wanneer bv. de eerste twee overbemestingen werden getoetst, werden de verhoudingen van de eerste overbemestingshoeveelheden genomen ten opzichte van de hoeveelheid stikstof, gegeven in de eerste + tweede overbemesting. Als er drie keer was overbemest, werden de effecten bekeken van de eerste resp. tweede overbemesting, gezien als percentage van de gehele als overbemesting toegediende hoeveelheid stikstof.
De behandelingen werden in tabelvorm per proefveld gerangschikt naar de vijf oplopende stikstofbemestingshoeveelheden en de verschillende overbemestingsverhoudingen en, zowel per pluk als voor de gehele opbrengst van alle plukken te zamen, in verband gebracht met de bruto-opbrengst, de hoeveelheden leverbaar produkt en afval, het percentage leverbare spruiten, de procentuele aandelen der grootteklassen en de vroegheid van de oogst. Dit laatste begrip kan worden gedefinieerd als het aandeel van de totale produktie dat werd verkregen bij pluk 1 als twee maal werd geplukt, bij pluk 1 of 1+2 wanneer drie keer werd geoogst en bij pluk 1, 1+2 of 1+2+3 indien vier maal kon worden geplukt.
De bij de verschillende stikstofgiften verkregen gemiddelde opbrengsten van de onderscheiden plukken geven het effect van de N-bemesting uiteraard alleen dan zuiver weer, indien de vóór een bepaalde pluk gegeven stikstof inderdaad en ten volle invloed heeft kunnen uitoefenen op die pluk. Wanneer nl. een overbemesting niet meer dan enkele dagen vóór een pluk zou zijn gegeven, is gevoeglijk aan te nemen dat de opbrengst van die pluk niet of slechts zeer ten dele door deze laatste overbemesting mede wordt bepaald. De overbemestingsinvloeden werden aan de hand van regressie- en collectieve correlatiecoëfficiënten vastgesteld en voor ieder proefveld grafisch uitgebeeld. Evenzo werd getracht de samenhang op te sporen tussen de produktie en de in grond en gewas bepaalde stikstofgehalten.

In dit als compilatie van de zes proefverslagen bedoelde rapport zullen de per afzonderlijk proefveld aangetoonde en beschreven effecten voor zover mogelijk met elkaar worden vergeleken, teneinde te komen tot algemene richtlijnen met betrekking tot de stikstofbemesting van meermaals te plukken spruitkool en de waarde in deze van grond- en gewasonderzoek. De voor ieder proefveld gevonden opbrengst-stikstofcurven werden per pluk en per overbemesting in één figuur bij elkaar gebracht. Hierbij moet echter wel worden bedacht dat de gelijk genummerde plukken van de verschillende

proefvelden niet in alle opzichten met elkaar te vergelijken zijn. Niet alleen werd op verschillende tijdstippen geplant, bemest en geoogst,maar ook het aantal plukken was niet altijd gelijk. Dit betekent bijvoorbeeld dat de tweede pluk op een proefveld dat vier maal werd geplukt niet vergelijkbaar is met een tweede pluk die tevens de laatste was. Daarom zal tevens gebruik worden gemaakt van de opbrengstgegevens van de per proefveld gesommeerde plukken, al zal wel worden gewezen op invloeden die werden aangetroffen bij de plukken apart.

6.1.2. De totale opbrengst. Op alle proefvelden, met uitzondering van Gr. 68, waarvan de totaalopbrengst niet statistisch kon worden getoetst, omdat deze waarde onbekend was door het ontbreken van de gegevens over de hoeveelheid afval van de laatste pluk, werd bij verhoging van de in basis- + overbemesting toegediende hoeveelheid stikstof een statistisch betrouwbare vermeerdering van de totale spruitenproduktie verkregen. Niet altijd werd binnen het bereik van de toegepaste N-trappen de maximale opbrengst bereikt. Alleen in het droge jaar 1967 konden optimale N-totaalgiften worden vastgesteld.

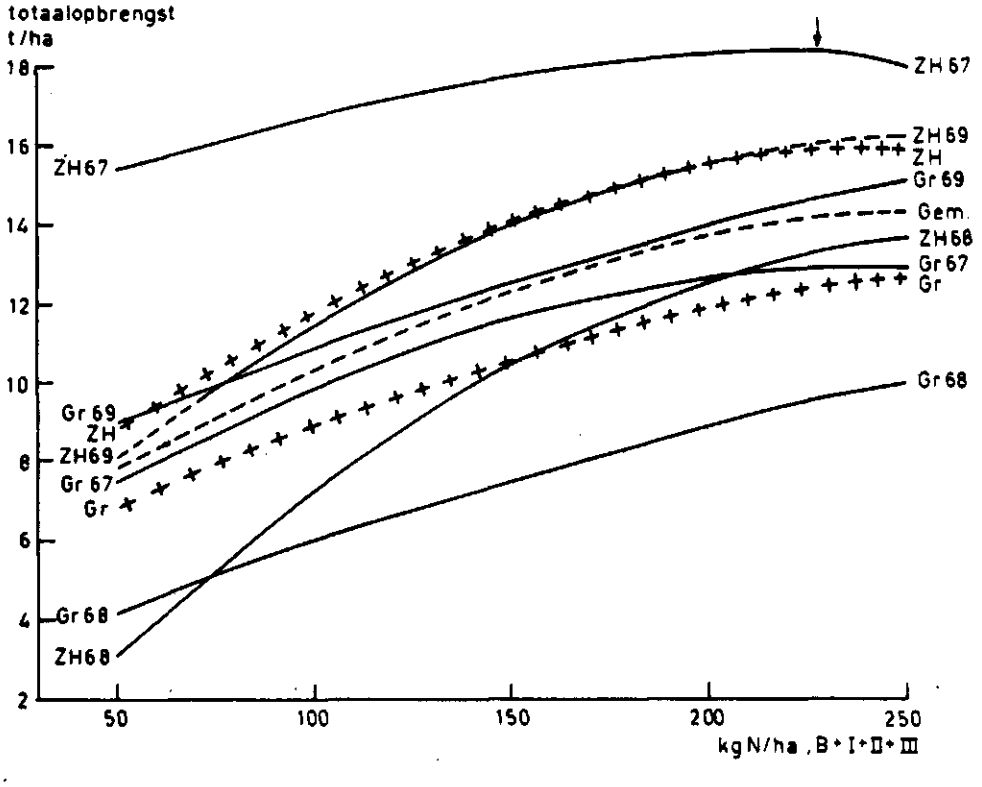


Fig. 2. Verband tussen totaalopbrengst en totale stikstofbemesting/
Relation between total yield and total amount of nitrogen applied.

Zo werd op Gr 67 de maximale opbrengst verkregen met 242 en op ZH 67 met 228 kg N/ha. In 1968 en 1969 was 250 kg N/ha hiervoor nog niet toereikend. In fig. 2 is het verband weergegeven tussen de totaalopbrengst en de hoeveelheid stikstof die werd toegediend in basis- + eerste + tweede overbemesting. Gemiddeld lag de produktie in Zuid-Holland ca. 3 ton/ha hoger dan in Groningen, waarbij de optimale stikstofbemesting in het laatste gebied iets hoger bleek te zijn dan in het zuidwesten.
De samenhang tussen de totaalopbrengst van de afzonderlijke plukken en de toegediende stikstofbemesting is weergegeven in de fig. 3 t/m 6. Aan de hand van de multiple correlatiecoëfficiënten (tabel VII) en de bemestings- en plukdata (tabel III en II) is nagegaan welke overbemesting(en) de grootste invloed heeft (hebben) gehad op de produktie. Deze lijnen zijn getrokken weergegeven. Bij de onderbroken getekende curven is sprake van een volgens de correlatieberekening minder sterk of ontbrekend effect van een bepaalde overbemesting.De totaalopbrengst van de eerste pluk wordt in vier van de zes gevallen bepaald door de hoeveelheid stikstof in basis- + eerste overbemesting, voor de overige twee proefvelden is in deze ook de tweede overbemesting van invloed gebleken. Dit laatste was het geval in 1968 toen de tijdsduur tussen tweede overbemesting en eerste pluk vrij groot was, nl. voor Gr 68 en ZH 68 35 resp. 49 dagen, terwijl er tevens in die periode veel regen viel, resp. 191 en 221 mm (tabel VI).
De optimale N-gift voor de eerste pluk liep uiteen van 96 (op ZH 67) tot meer dan 210 kg N/ha (op Gr 68).
De totaalopbrengst van pluk II werd op één proefveld (ZH 69) even goed verklaard door B+I als door B+I+II, op drie plaatsen (Gr 67, ZH 67 en Gr 69) diende tevens de tweede overbemesting in beschouwing te worden genomen, terwijl op ZH 68 ook overbemesting III nog een rol speelde. Van het proefveld Gr 68 werd bij de tweede pluk geen totaalopbrengst bepaald.
De optimale stikstofgift voor pluk II bewoog zich tussen 158 en meer dan 250 kg N/ha. Evenals bij de eerste pluk was de stikstofbehoefte het kleinst in het droge jaar 1967. De opbrengst van de derde pluk (vijf proefvelden) werd bepaald door de totale N-gift in B+I+II+III, behalve op ZH 69, waar geen derde overbemesting werd toegediend. Alleen op ZH 67 bleef de optimale N-gift onder de 250 kg/ha en bedroeg 232 kg, op de overige proefvelden was 250 kg N/ha niet of nauwelijks voldoende ter verkrijging van de maximale derde pluk.
Pluk IV werd slechts op twee proefvelden uitgevoerd nl. op ZH 67 en ZH 69. Voor een maximale opbrengst in de vierde pluk was op ZH 67 194 kg N/ha vereist in B+I+II+III, voor ZH 69 was hiervoor 210 kg N/ha in B+I+II net voldoende.
Het is niet mogelijk met de hierboven vermelde gegevens een algemeen geldende norm te geven van de voor iedere pluk afzonderlijk en voor de totale opbrengst meest gewenste hoeveelheid stikstof. Hiertoe zijn de plaatselijke groeiomstandigheden te verschillend. Ook het teeltjaar speelt een grote rol. Hierbij is gebleken, dat de tijdens de groeiperiode gevallen neerslag de stikstofwerking beïnvloedt. Het gaat hierbij echter niet alleen om de totale hoeveelheid neerslag die in een bepaald groeiseizoen valt maar veeleer om de verdeling der neerslag over die periode (tabel V, VI).

TABEL VII. Multipele correlatiecoëfficiënten tussen de stikstofbemesting en de opbrengst der verschillende plukken (totaal, leverbaar, % leverbaar en afval)

Proef-veld*	N-bemesting	Totaalopbrengst					Leverbaar					% leverbaar					Hoeveelheid afval				
		Pluk I	II	III	IV	I t/m IV	Pluk I	II	III	IV	I t/m IV	Pluk I	II	III	IV	I t/m IV	Pluk I	II	III	IV	I t/m IV
Gr 67	B+I	.895	.786	.709	geen	.865	.810	.773	.710	geen	.824	.794	.468	.262	geen	.764	.875	.602	.532	geen	.849
	B+I+II	.879	.919	.915	4de	-	.812	.909	.914	4de	-	.857	.803	.738	4de	-	.902	.845	.747	4de	-
	B+I+II+III	-	-	.919	pluk	.932	-	-	.917	pluk	.928	-	-	.787	pluk	.869	-	-	.773	pluk	.908
ZH 67	B+I	.688	.789	.752	.510	.796	.698	.700	.746	.490	.770	.795	.701	.758	.501	.913	.814	.706	.763	.593	.915
	B+I+II	-	.751	.895	.596	.875	-	.684	.841	.612	.857	-	.848	.888	.690	.936	-	.831	.918	.660	.948
	B+I+II+III	-	-	.930	.757	.900	-	-	.897	.712	.887	-	-	.901	.687	.942	-	-	.929	.751	.950
Gr 68	B+I	.930	all.	geen	geen	-	.915	.851	geen	geen	.930	.653	all.	geen	geen	-	.797	geen	geen	geen	-
	B+I+II	.936	leverb.	3de	4de	-	.913	.942	3de	4de	.946	.742	lever	3de	4de	-	.836	afval	3de	4de	-
	B+I+II+III	-	bep.	pluk	pluk	-	-	.974	pluk	pluk	.950	-	baar	pluk	pluk	-	-	bep.	pluk	pluk	-
ZH 68	B+I	.842	.822	.640	geen	.851	.811	.835	.640	geen	.850	.498	.701	alles	geen	.361	.804	.400	geen	geen	.769
	B+I+II	.975	.978	.889	4de	.986	.967	.980	.889	4de	.985	.881	.800	lever-	4de	.808	.962	.869	afval	4de	.958
	B+I+II+III	-	.983	.965	pluk	.986	-	.985	.965	pluk	.985	-	.802	baar	pluk	.817	-	.863		pluk	.960
Gr 69	B+I	.926	.795	.793	geen	.876	.920	.795	.767	geen	.870	.546	.727	.519	geen	.682	.860	.753	.740	geen	.803
	B+I+II	.925	.947	.976	4de	.979	.922	.929	.980	4de	.976	.570	.921	.791	4de	.854	.862	.951	.893	4de	.933
	B+I+II+III	-	-	.983	pluk	.982	-	-	.984	pluk	.977	-		.855	pluk	.874	-	-	.928	pluk	.946
ZH 69	B+I	.823	.967	.960	.809	.956	geen	.967	.961	.809	.954	geen	.561	.594	alles	.588	.823	.266	.863	geen	.868
	B+I+II	-	.969	.967	.985	.984	leverb.	.970	.968	.985	.985	leverb.	.664	.646	leverb.	.870	-	.549	.868	afval	.893
	geen derde overbemesting.																				

leverb. = totaal

*Zie code tabel II.

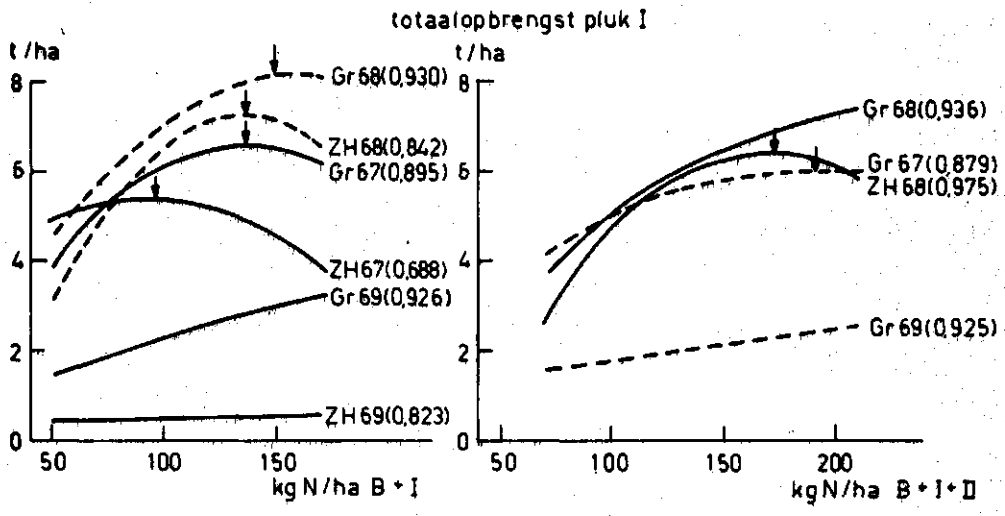


Fig. 3. Invloed van de stikstofgift op de totaalopbrengst van pluk I/*Effect of rate of nitrogen on the total yield of pick I.*

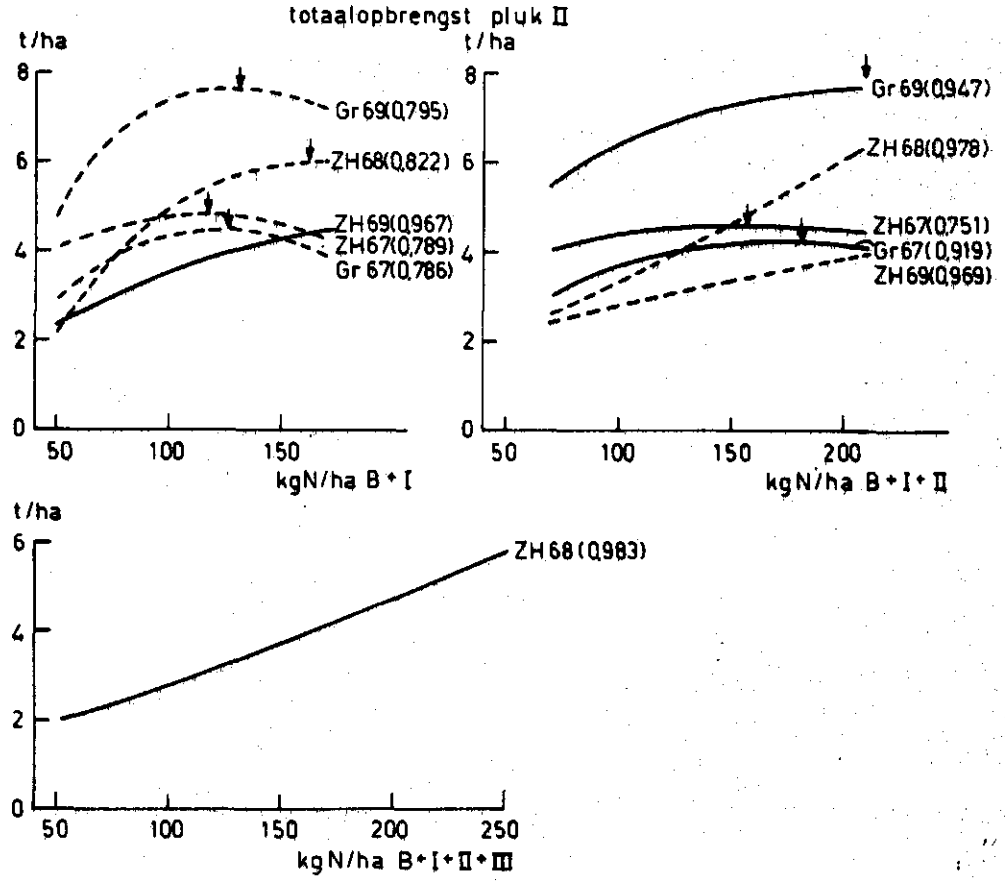


Fig. 4. Invloed van de stikstofgift op de totaalopbrengst van pluk II/*Effect of rate of nitrogen on the total yield of pick II.*

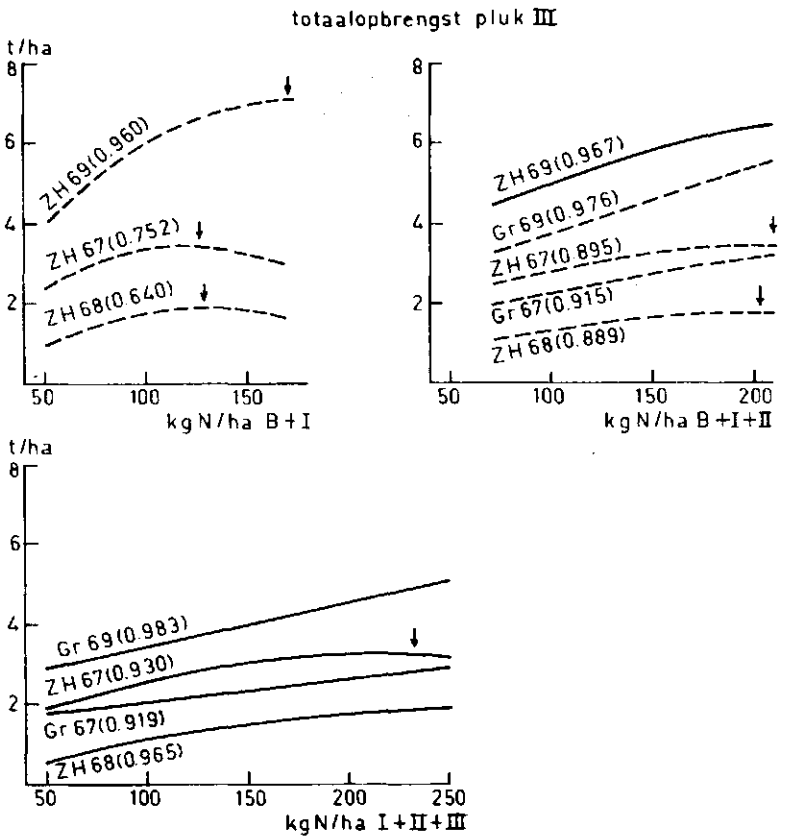


Fig. 5. Invloed van de stikstofgift op de totaalopbrengst van pluk III/*Effect of rate of nitrogen on the total yield of pick III.*

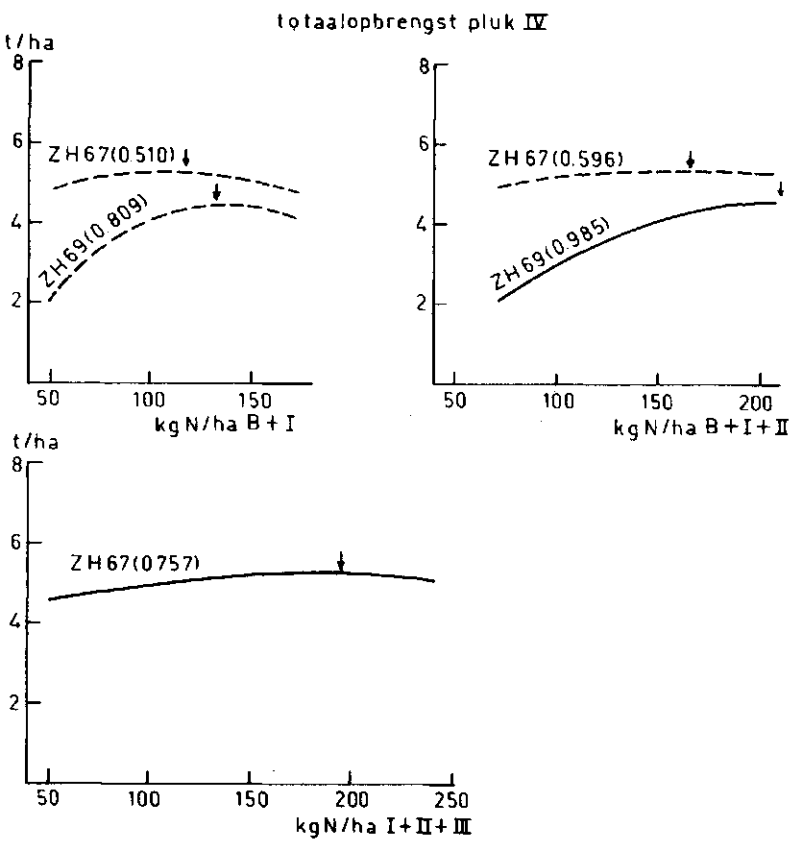


Fig. 6 Invloed van de stikstofgift op de totaalopbrengst van pluk IV/*Effect of rate of nitrogen on the total yield of pick IV.*

Wanneer we per proefveld en per pluk het verschil tussen de hoogste en de laagste opbrengst, verkregen onder invloed van B+I, B+I+II of B+I+II+III wordt gedeeld door de hoeveelheid stikstof die deze produktievermeerdering heeft mogelijk gemaakt, krijgen we de N-effecten, uitgedrukt in kg opbrengst per kg N. Wanneer deze stikstofwerking wordt uitgezet tegen de neerslag gevallen tot de beschouwde pluk ontstaan de fig. 7 /tm 10.
Vooral bij de plukken I en II is de tendens zichtbaar dat bij meer neerslag meer wordt "gedaan" met de gegeven stikstof, met andere woorden in natte jaren is met een zware stikstofbemesting meer te bereiken dan in droge tijden. Maar ondanks deze algemene strekking mag niet worden beweerd dat natte jaren voor de teelt van spruitkool beter zouden zijn dan droge. Dit hangt af van de lokale omstandigheden. Een perceel met grote vochthoudendheid en een goede ontwateringstoestand zal onder droge omstandigheden minder groeistagnatie geven en in regenrijke perioden minder wateroverlast ondervinden dan een perceel dat weinig water kan vasthouden, terwijl bovendien de ontwatering gebrekkig is. Vandaar dat de optimale stikstofbemesting in grote mate samenhangt met de "individuele" eigenschappen van het betreffende perceel, met inbegrip van de natuurlijke stikstoflevering. Twee extremen in deze zijn kennelijk de proefvelden ZH 67 (goed) en Gr 68 (slecht). Op ZH 67 werd onder tamelijk droge omstandigheden bij 228 kg N/ha een topoogst bereikt van bijna 18,5 ton spruiten per ha, terwijl er op Gr 68 bij overvloedige regenval met 250 kg N/ha slechts 10 ton spruiten per ha kon worden geplukt. Men kan zich voorstellen dat onder droge omstandigheden (ZH 67) de N-mineralisatie wordt bevorderd door een betere aeratie, waardoor het effect van de stikstofbemesting geringer wordt. Bij veel neerslag (Gr 68 zal minerale stikstof uitspoelen met als gevolg dat de werking van de kunstmeststikstof wordt versterkt (fig. 7 en 8).

De resultaten van de zes proefvelden samenvattend kan worden gesteld dat in een tamelijk droog jaar (1967) 250 kg N/ha zeker, maar in regenrijkere jaren nauwelijks voldoende is om de maximale brutoopbrengst aan spruiten te verkrijgen.

Wat de verdeling van de stikstof over de overbemestingen betreft: over het algemeen werden de hoogste opbrengsten verkregen met een relatief matige tot hoge eerste en/of tweede overbemesting (zie tabel VIII, benevens de beschouwingen in de afzonderlijke proefveldverslagen). Een zware vroege overbemesting (ongeveer 1 maand na het planten) werkte gunstig op de spruitenopbrengst van eerste en tweede pluk. Ook de tweede overbemesting (ca. 2 maanden na de eerste) was van belang en diende niet veel lichter te zijn dan de eerste overbemesting. De derde tevens laatste overbemesting met stikstof, toegediend omstreeks half oktober, behoefde niet zwaar te zijn en kon, in afhankelijkheid van de gewasconditie en de weersomstandigheden in de late herfst en winter, nog een bijdrage leveren ter verhoging van de opbrengst van de voorjaarspluk.

6.1.3. De hoeveelheid leverbaar produkt. Hetgeen aangaande de invloed van de stikstofbemesting is gevonden voor de totaalopbrengst, geldt in grote lijnen tevens voor de hoeveelheid leverbaar produkt. De optimale stikstofhoeveelheden liggen echter, voor zover aantoonbaar ge-

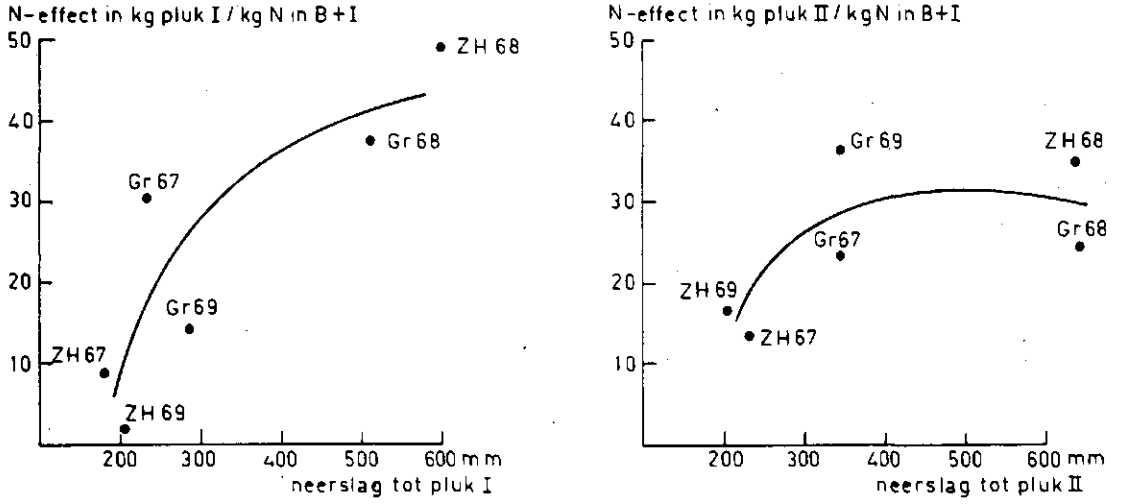


Fig. 7. Verband tussen neerslag en N-werking B+I bij pluk I en II/ *Relation between precipitation and nitrogen effect from basal + first topdressing on pick I and II.*

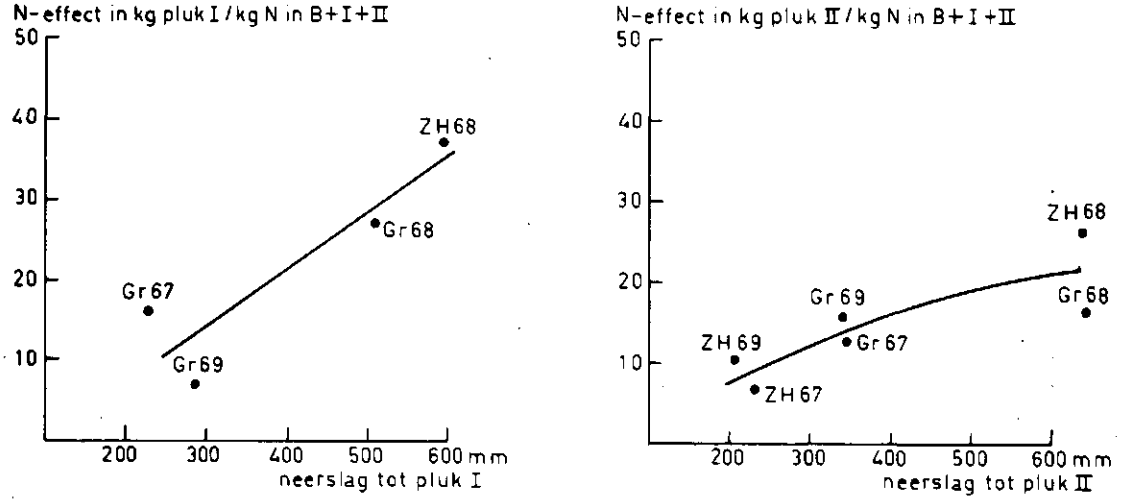


Fig. 8. Verband tussen neerslag en N-werking B+I+II bij pluk I en II/ *Relation between precipitation and nitrogen effect from basal + first + second topdressing on pck I and II.*

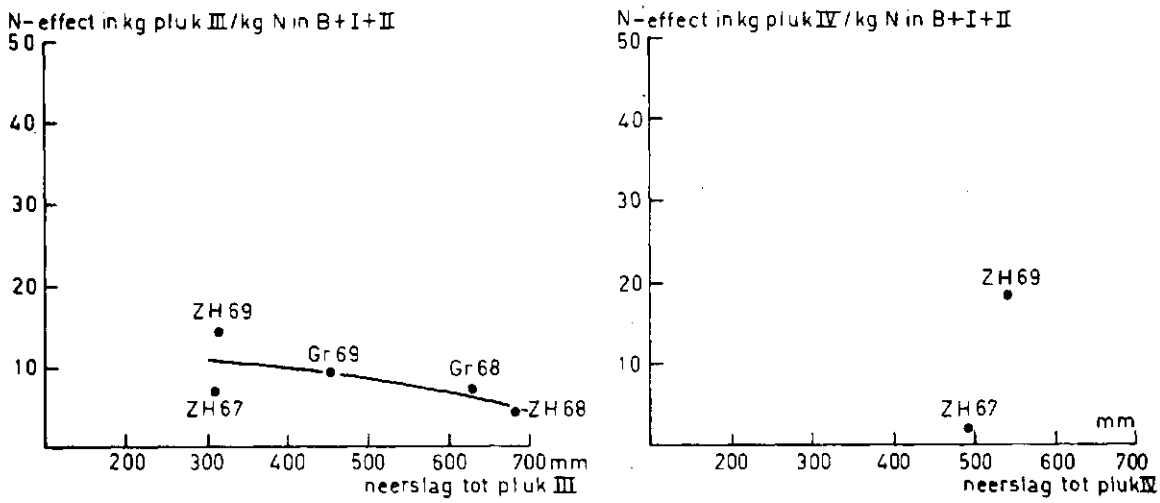


Fig. 9. Verband tussen neerslag en N-werking B+I+II bij pluk III en IV/ *Relation between precipitation and nitrogen effect from basal + first + second topdressing on pick III and IV.*

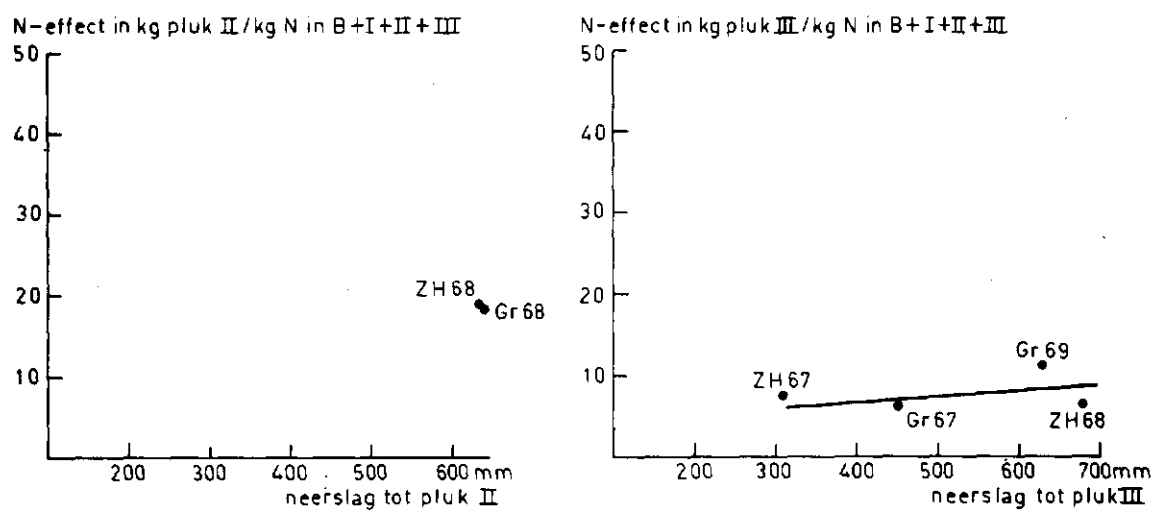


Fig. 10. Verband tussen neerslag en N-werking B+I+II+III bij pluk II en III/*Relation between precipitation and nitrogen effect from basal + first + second + third topdressing on pick II and III.*

TABEL VIII. Effect verdeling overbemesting over de tijd op totale opbrengst (t/ha), leverbaar (t/ha), % leverbaar en % A + B-spruiten.

Verhoud. overbem. I:II:III	Noord-Groningen 1967				Zuid-Holland 1967				Noord-Groningen 1968				Zuid-Holland 1968				Noord-Groningen 1969				Zuid-Holland 1969[x]			
	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)	tot. opbr.	le- verb.	% le- verb.	% (A+B)
Pluk I																								
3:1:1	5,9	4,3	73,9	91,6	4,6	3,8	83,3	81,8	71,7	62,4	88,0	94,1	6,0	5,3	88,3	77,6	2,7	2,5	93,2	88,3	5,4	geen	0	0
1:3:1	5,2	4,1	77,6	88,0	5,3	4,7	87,5	84,9	56,8	50,3	89,8	87,1	5,4	4,6	86,3	72,4	1,9	1,8	93,3	80,6	4,9	le-	0	0
1:1:3	4,9	3,6	74,6	91,9	5,4	4,7	86,0	85,6	46,5	42,2	90,3	91,3	4,6	4,1	89,1	69,7	1,9	1,8	94,5	79,0	4,9	ver-	0	0
2:2:1	5,9	4,2	72,4	87,5	5,1	4,3	84,7	83,2	64,6	54,9	86,1	96,4	5,8	5,0	86,4	75,9	2,2	2,0	92,9	84,3		baar		
1:2:2	5,0	3,9	77,5	89,5	5,0	4,3	85,3	84,4	53,2	47,7	89,5	94,3	5,3	4,7	87,5	72,9	1,7	1,7	93,6	80,9	4,2		0	0
Pluk II																								
3:1:1	4,1	3,7	90,8	93,0	4,5	4,2	91.6	94.9	geen	28,2	%	alle-	4,6	4,5	97,2	80,8	6,5	5,9	90,5	96,2	3,9	3,9	99,4	80,7
1:3:1	4,2	3,8	88,8	92,1	4,4	4,1	92,3	96,0	tot.	22,3	le-	maal	4,5	4,3	95,6	80,3	7,0	6,3	90,8	98,6	3,2	3,2	99,1	74,2
1:1:3	3,4	3,2	91,6	91,5	4,5	4,3	94,6	96,1	opbr.	17,9	verb.	D-	3,5	3,4	96,0	79,6	6,3	5,8	92,3	98,9	3,2	3,2	99,4	69,6
2:2:1	3,9	3,5	90,5	93,5	4,6	4,2	91,3	95,5	bep.	27,4	niet	sprui-	4,5	4,4	96,5	80,1	7,1	6,4	90,4	96,2				
1:2:2	3,7	3,3	89,4	94,8	4,4	4,1	92,3	95,6		22,8	te bep.	ten	4,0	3,9	96,3	82,4	6,9	6,3	91,0	97,9	2,9	2,9	99,3	67,6
Pluk III																								
3:1:1	2,7	2,5	93,7	95,8	3,0	2,8	92,9	93,6					1,3	1,3	100	45,6	4,4	3,5	79,8	91,6	6,6	6,4	96,3	86,1
1:3:1	2,8	2,6	93,5	93,6	3,2	3,0	93,9	96,2					1,5	1,5	100	52,9	4,6	3,8	85,4	92,7	5,3	5,1	96,9	79,0
1:1:3	2,2	2,0	93,3	96,9	2,8	2,7	96,9	95,4					1,5	1,5	100	51,2	3,6	3,2	87,0	90,6	5,5	5,3	96,8	79,3
2:2:1	2,6	2,4	90,6	91,3	3,1	3,0	95,2	93,6					1,5	1,5	100	52,3	4,7	3,8	82,4	92,2				
1:2:2	2,5	2,3	91,8	96,7	3,1	2,9	94,9	96,3					1,7	1,7	100	59,1	4,0	3,5	86,5	88,5	5,1	4,9	97,4	74,9
Pluk IV																								
3:1:1					5,1	4,0	79,2	74,4													3,7	3,7	100	87,8
1:3:1					5,3	4,2	80,0	75,6													3,9	3,9	100	87,8
1:1:3					5,2	4,1	80,0	75,1													3,5	3,5	100	85,8
2:2:1					5,1	4,0	79,4	73,5																
1:2:2					5,2	4,1	80,1	74,8													3,6	3,6	100	86,5
Alle plukken																								
3:1:1	12,7	10,5	83,3	92,3	17,3	14,9	85,7	86,6		89,7		66,2	12,0	11,1	93,0	75,5	13,6	11,9	87,5	93,5	14,7	13,9	94,6	85,4
1:3:1	12,3	10,4	85,2	91,1	18,2	15,9	87,5	87,3	niet	72,4	niet	61,1	11,6	10,6	91,9	74,1	13,5	11,9	89,2	93,5	12,9	12,2	94,7	80,9
1:1:3	10,6	8,8	84,2	93,9	17,8	15,6	88,1	87,6	te	59,8	te	64,7	9,6	9,0	93,3	70,5	11,8	10,8	90,9	93,3	12,6	12,0	94,5	78,8
2:2:1	12,3	10,0	81,7	89,8	18,0	15,6	86,5	86,2	bep.	82,0	bep.	66,0	11,8	10,9	92,2	75,2	14,0	12,2	87,9	94,0				
1:2:2	11,2	9,5	84,4	92,8	17,6	15,4	87,5	87,0		70,5		64,3	11,0	10,2	92,8	74,4	12,7	11,4	90,1	93,0	12,0	11,4	95,2	76,6

[x]Geen derde overbemesting. Verhouding overbemesting I:II resp. 3:1, 1:3, 1:1 1:2

bleken, iets lager dan die voor de totaalopbrengst. Figuur 11 toont het verband tussen de totale hoeveelheid leverbaar produkt en de in basis- + overbemesting toegediende stikstof. In 1967 gaf 224 kg N/ha in Groningen en 218 kg N/ha in Zuid-Holland de beste resultaten en dit was resp. 18 en 10 kg N/ha minder dan was vereist voor de maximale totaalproduktie.

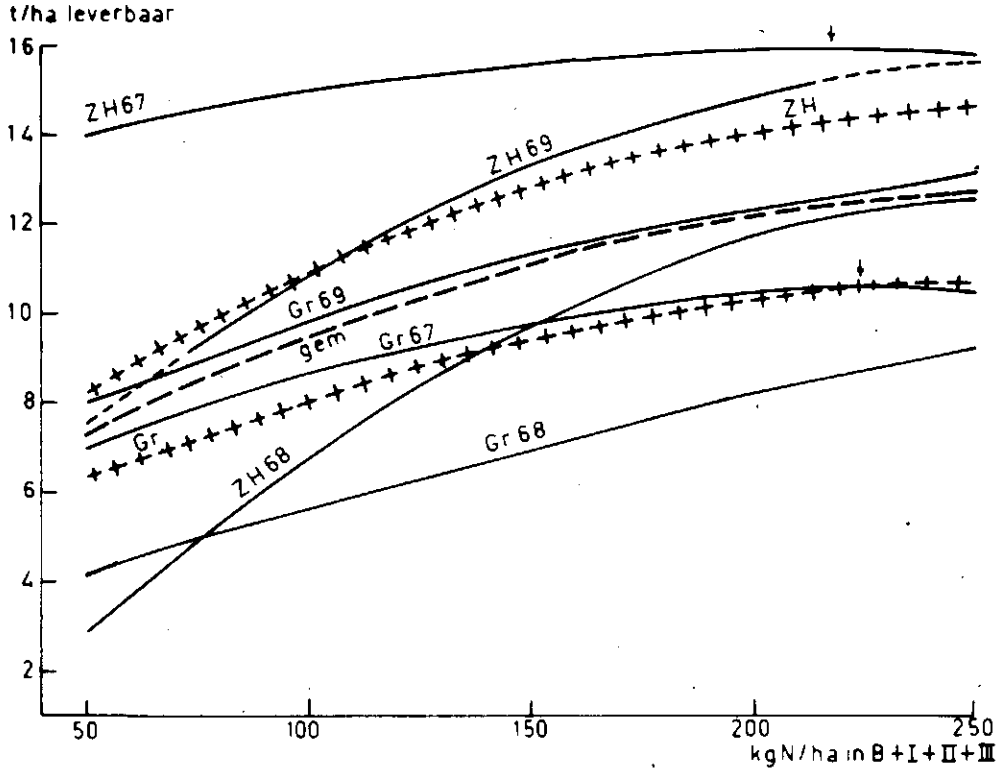


Fig. 11. Verband hoeveelheid leverbaar produkt met de totale N-bemesting/*Relation between marketable yield and total amount of nitrogen applied.*

Op de vier overige proefvelden werd met de hoogste stikstoftrap van 250 kg N/ha de grootst mogelijke opbrengst aan leverbare spruiten nog niet bereikt. In het zuidwestelijke teeltgebied werd gemiddeld 2 (bij 50 kg N/ha) tot 4 ton/ha (bij 250 kg N/ha) meer veilbare spruiten geplukt dan in Groningen.
De opbrengsten aan leverbaar produkt van de afzonderlijke plukken werden op vrijwel dezelfde wijze door de N-bemesting bepaald als die van de totaalopbrengst. De verbanden zijn weergegeven in de fig. 12 t/m 15. Evenals voor de opbrengst van de gesommeerde plukken liggen de optimale stikstofgiften bij de onderscheiden plukken voor de hoeveelheid leverbaar wat lager dan voor de bruto-opbrengst. De beste eerste pluk vroeg 82 kg N/ha in B+I voor ZH 67 tot 196 kg in B+I+II voor Gr 68. De andere proefvelden lagen hier tussenin.

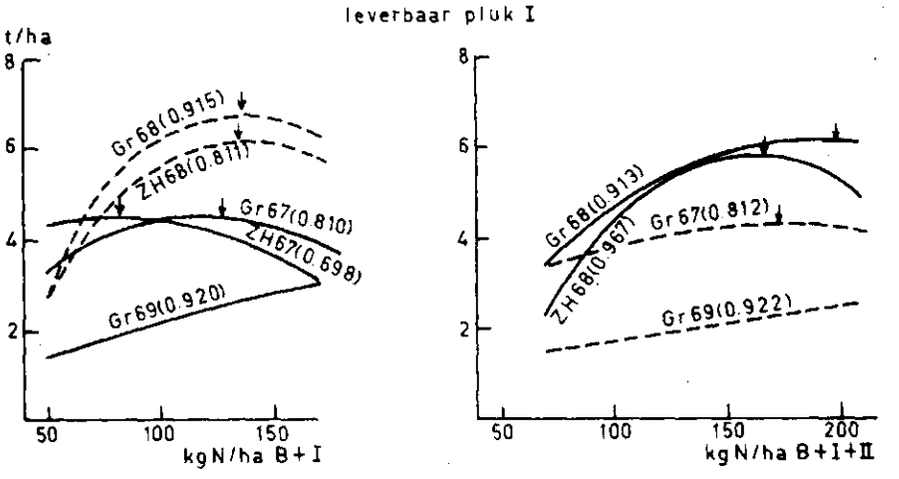


Fig. 12. Invloed N-gift op leverbaar pluk I/*Effect of rate of nitrogen on marketable yield of pick I.*

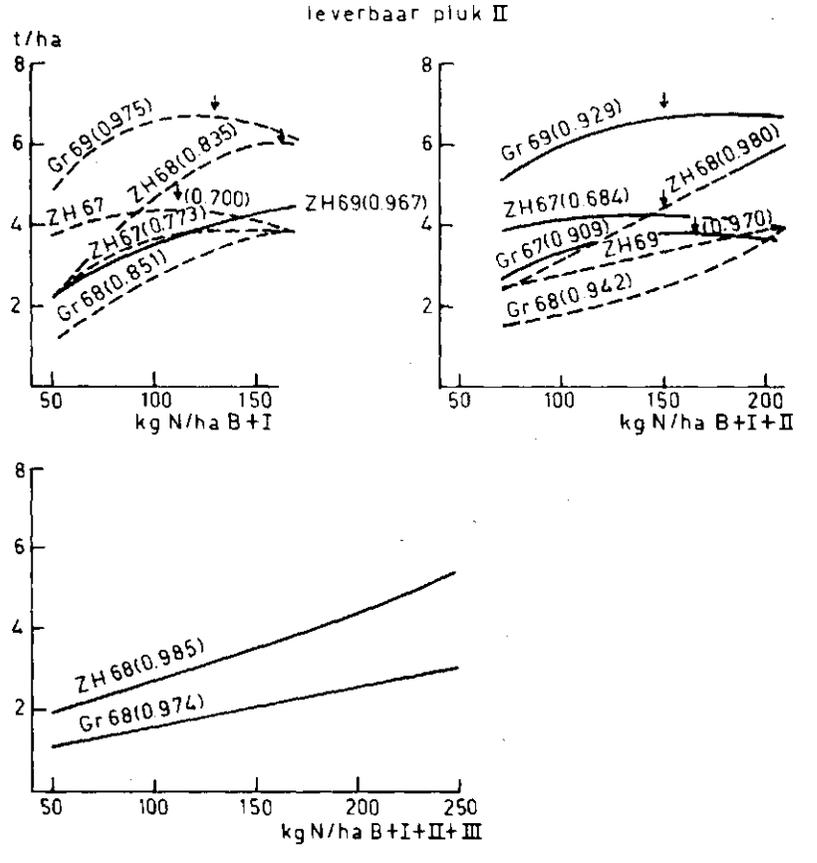


Fig. 13. Invloed N-gift op leverbaar pluk II/ *Effect of rate of nitrogen on marketable yield of pick II.*

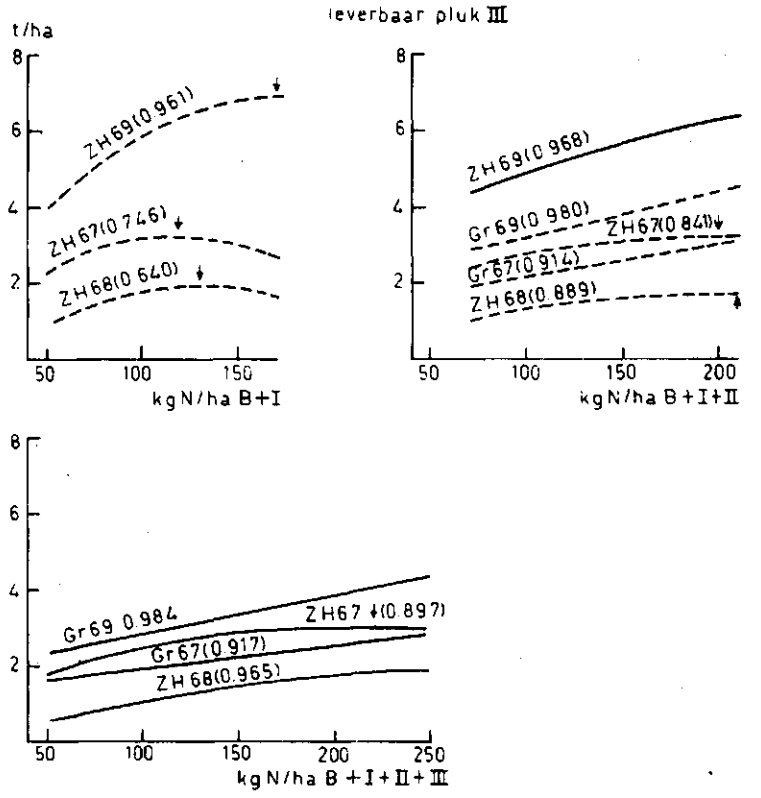


Fig. 14. Invloed N-gift op leverbaar pluk III/ *Effect of rate of nitrogen on marketable yield of pick III.*

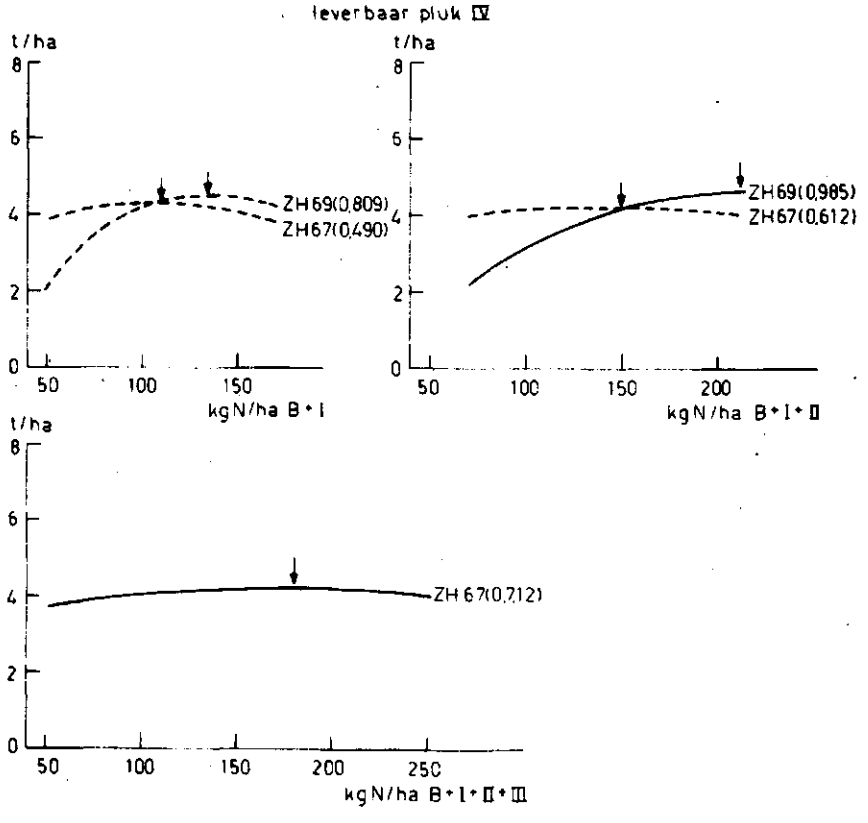


Fig. 15. Invloed N-gift op leverbaar pluk IV/ *Effect of rate of nitrogen on marketable yield of pick IV.*

De hoogste tweede pluk leverbaar vereiste 150 - >250 kg N/ha, voor de derde pluk was 220 - >250 en voor de vierde 180 - 210 kg N/ha nodig. Het is niet doenlijk zodanig met de stikstofoverbemesting te manipuleren dat elke pluk z'n maximale opbrengst levert. Het is van meer belang kennis te hebben van de hoeveelheid N waarmee de hoogste opbrengst wordt verkregen van alle plukken te zamen. Deze gift komt dan wel niet altijd overeen met de vastgestelde meest gewenste hoeveelheid stikstof voor de afzonderlijke plukken, maar daar van tevoren niet is te bekijken van welke pluk, gezien de op dat moment geldende kg-prijs, het meeste profijt kan worden getrokken, is het zaak de stikstofbemesting af te stemmen op de grootst mogelijke totaalproduktie aan veilbare spruiten. De voor een maximale totaalopbrengst (leverbaar produkt + afval) benodigde extra kilo's stikstof worden niet gehonoreerd en werken zelfs schadelijk door de afneming van de absolute hoeveelheid marktwaardige spruiten.
Een zelfde relatie tussen stikstofeffect en neerslag als voor de totaalproduktie werd neergelegd in de fig. 7 t/m 10, kon worden vastgesteld voor de hoeveelheid leverbare spruiten: hoe meer neerslag er viel in de periode tot een bepaalde pluk, des te groter was de werking van de stikstof. Een andere benadering van het verband stikstof-opbrengst onder invloed van de neerslag is zichtbaar gemaakt in fig. 16.

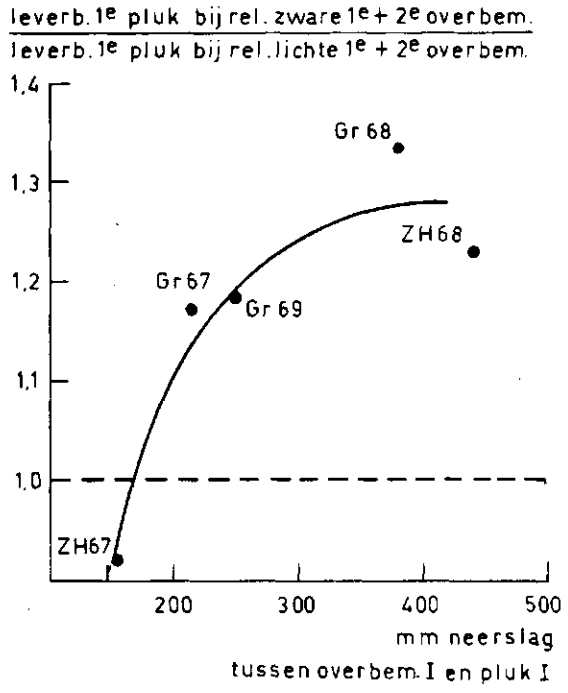


Fig. 16. Verband tussen neerslag en N-werking, eerste en tweede overbemesting/*Relation between precipitation and nitrogen effect from first and second topdressing.*

Er bestaan per proefveld opbrengstverschillen tussen de objecten met een relatief lichte en met een relatief zware eerste, tweede of eerste + tweede overbemesting. Hierbij kan de zwaarte van de eerste overbemesting worden betrokken op de som van eerste + tweede overbemesting, die van eerste, tweede of eerste + tweede op de som van alle drie. Wanneer nu de verhouding tussen de opbrengst bij de relatief zwaarste en die bij de relatief lichtste overbemestingen wordt uitgezet tegen de neerslag in de werkingsperiode van eerste, tweede of eerste + tweede overbemesting, blijkt er alleen enig verband te bestaan bij beschouwing van de overbemestingen 1+2 samen. Zo wordt het verschil in opbrengst tussen de velden met een relatief zware en die met een relatief lichte eerste + tweede overbemesting bij de eerste pluk groter, naarmate de regenval in de periode tussen de eerste overbemesting en pluk I toeneemt, of met andere woorden, bij meer neerslag wordt meer profijt getrokken van een in verhouding tot de totale overbemesting zware eerste + tweede overbemesting. Hetzelfde geldt, zij het in mindere mate, voor de tweede en volgende plukken, alsmede voor de gesommeerde totaalopbrengst. Valt er tussen eerste en tweede overbemesting veel regen en is de eerste overbemesting niet al te zwaar geweest, dan kan een zware tweede overbemesting met stikstof nog zeer gunstig werken op de produktie. Bij de overvloedige regenval van 1968 werd met name in Groningen hooglijk geprofiteerd van een relatief zware eerste + tweede overbemesting.
Samenvattend kan worden vastgesteld dat het, ter verkrijging van een hoge opbrengst aan leverbare spruiten, na een matige stikstofbasisbemesting (50 kg N/ha) aanbeveling verdient de definitieve zwaarte van de overbemestingen mede af te stemmen op de vóór het bewuste bemestingstijdstip gevallen neerslag, waarbij in elk geval het zwaartepunt gelegd dient te worden bij de eerste en de tweede overbemesting.

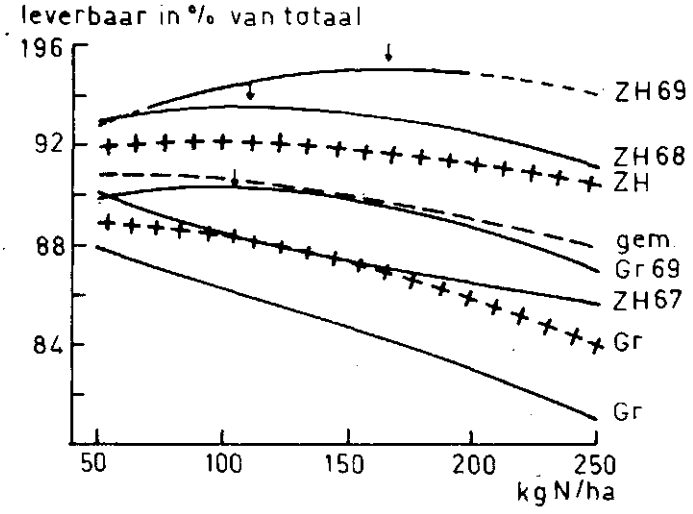


Fig. 17. Verband percentage leverbaar produkt met de totale N-bemesting/ *Relation between percentage of marketable sprouts and total amount of nitrogen applied.*

De hoeveelheid leverbaar produkt, uitgedrukt als gewichtspercentage van de totaalopbrengst, vertoonde over het algemeen de neiging af te nemen bij de zware N-giften en wel in Groningen iets sterker dan in Zuid-Holland (fig. 17). Bovendien liggen de percentages veilbare spruiten in het laatste gebied op een iets hoger niveau dan in het noorden, waar blijkbaar een groter gedeelte van de totaalproduktie uit afval bestond. Ook voor de afzonderlijke plukken geldt deze tendens tot afneming van het percentage leverbaar produkt bij zwaardere stikstofgiften (fig 18 /tm 21). Maar de invloed van de stikstofhoeveelheid op het aandeel verkoopbare spruiten is niet groot te noemen. De grootste daling van de relatieve hoeveelheid leverbaar produkt - dus de toeneming van het percentage afval - bedraagt in de meeste gevallen minder dan 10% en gemiddeld over de proefvelden is het % leverbaar bij de zwaarste N-bemesting slechts 3 punten lager dan bij een lichte stikstofgift.
Nu hoeft het percentage leverbaar produkt bij de meermaals en in handkracht geplukte spruitkool niet als een belangrijk opbrengstgegeven te worden beschouwd. Weliswaar kost het oogsten van afval ook plukloon en vergt veel afval meer werk bij het sorteren, maar in de praktijk wordt het meeste afval bij het plukken op het veld achtergelaten, terwijl bovendien de bij toenemende N-gift optredende daling van het leverbare gedeelte van de oogst doorgaans hooguit enkele procenten bedraagt. De vermindering van het percentage leverbaar valt dan ook vrijwel in het niet bij de toeneming van de absolute hoeveelheid leverbaar produkt door zwaardere N-bemesting.
Iets ongunstiger wordt het wanneer machinaal in één maal wordt geplukt, In dat geval komt alles wat plukbaar is op de leesband en het is dan wel degelijk van belang het percentage afval zo laag mogelijk te houden. Maar ook onder dergelijke omstandigheden blijft gelden, dat de invloed van de stikstofbemesting op het percentage leverbaar klein is.

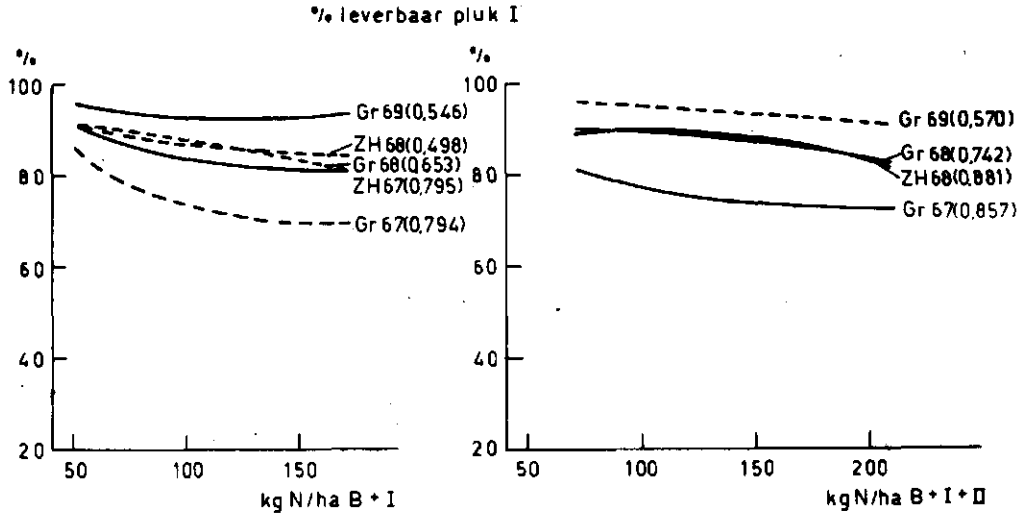


Fig. 18. Invloed N-gift op percentage leverbaar pluk I/*Effect of rate of nitrogen on percentage of marketable sprouts of pick I.*

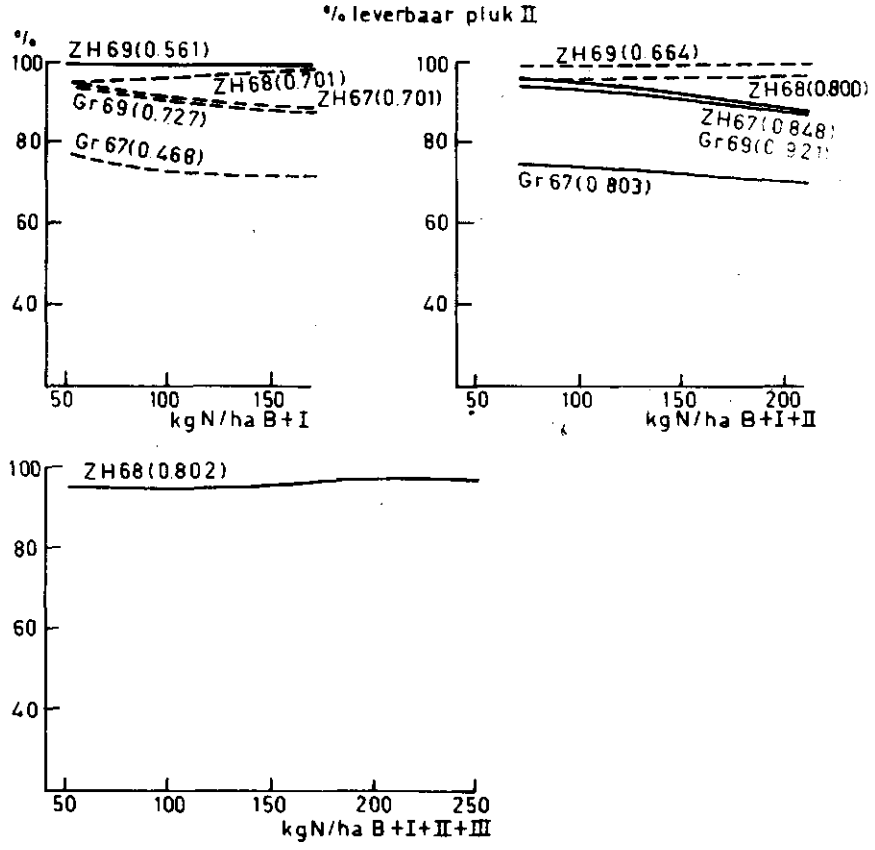


Fig. 19. Invloed N-gift op percentage leverbaar pluk II/ *Effect of rate of nitrogen on percentage of marketable sprouts of pick II.*

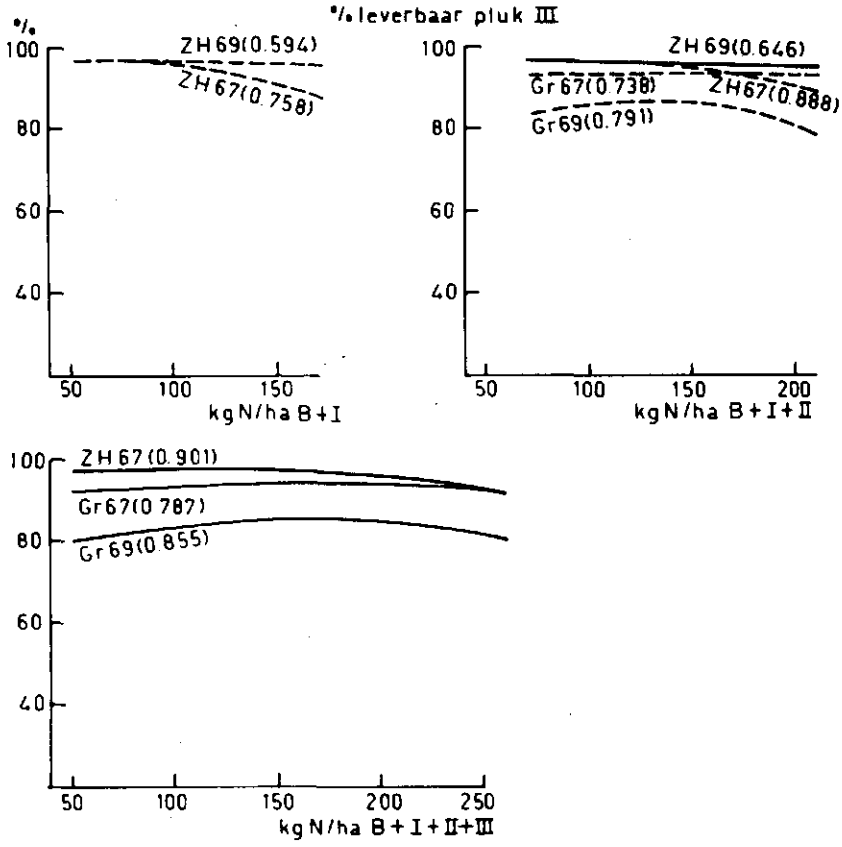


Fig. 20. Invloed N-gift op percentage leverbaar pluk III/*Effect of rate of nitrogen on percentage of marketable sprouts of pick III.*

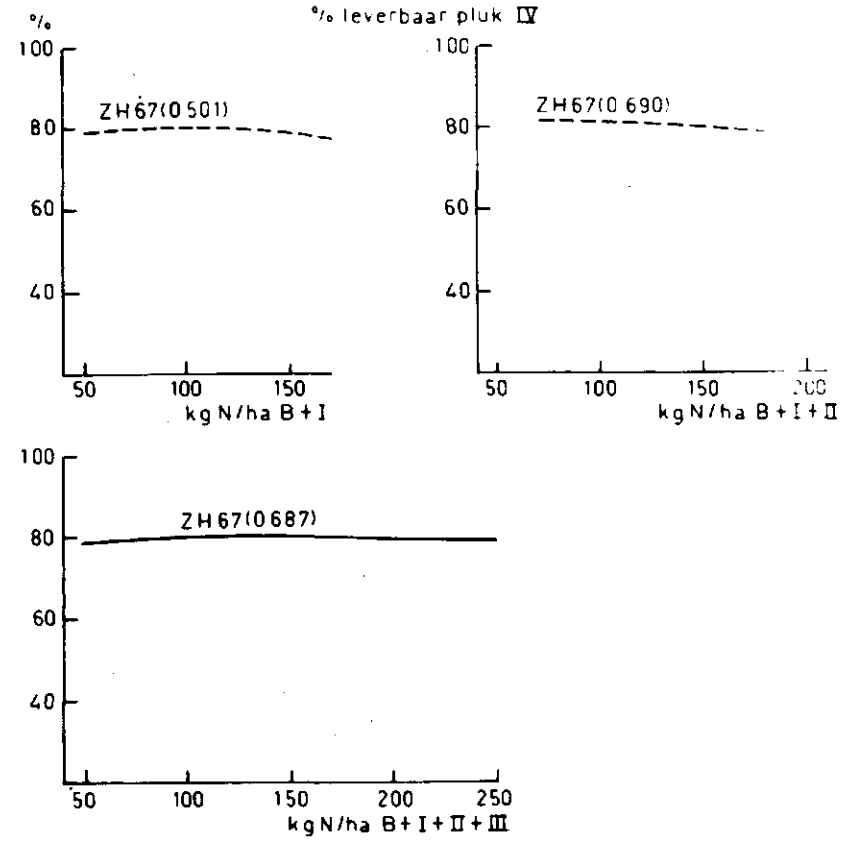


Fig. 21. Invloed N-gift op percentage leverbaar pluk IV/*Effect of rate of nitrogen on percentage of marketable sprouts of pick IV.*

6.1.4. De hoeveelheid afval. Zoals reeds uit de onder 6.1.3. besproken, dalende invloedslijnen voor het percentage leverbaar viel af te leiden neemt het afvalaandeel in de totale produktie enigszins toe bij zwaardere N-bemesting. Ook in absolute zin wordt de afvalproduktie geleidelijk groter naarmate de totale N-gift zwaarder is. In Groningen werd, behalve in 1967, meer afval geproduceerd dan in Zuid-Holland, vooral bij de hogere N-bemesting (fig. 22).

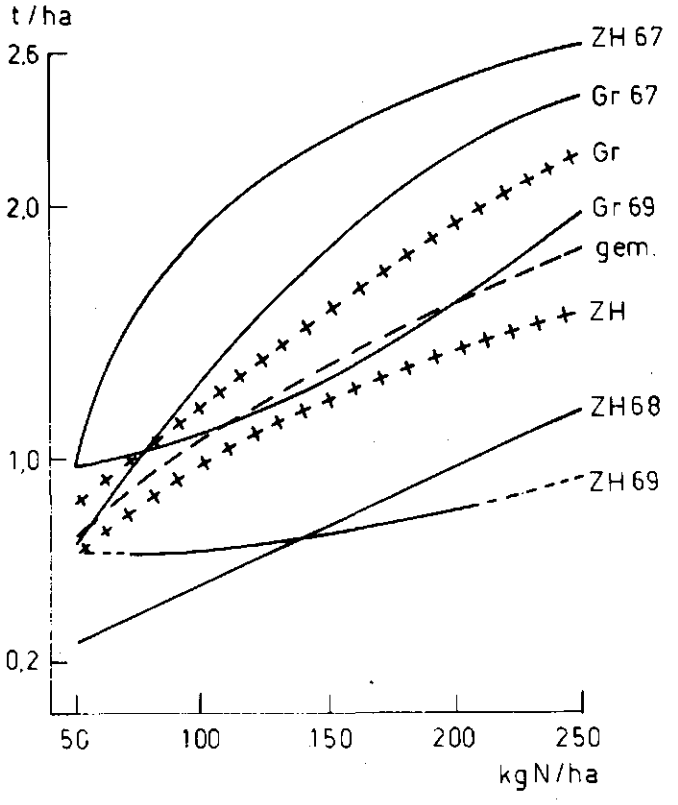


Fig. 22. Verband hoeveelheid afval met totale N-bemesting/*Relation between amount of culls and total application of nitrogen.*

De afvalproduktie van de eerste plukken wordt sterker door de stikstofbemesting beïnvloed dan die van de eindplukken. Afwijkende spruiten (roosjes e.d.) verschijnen al in een vroeg stadium van de spruitontwikkeling en worden voor een deel al bij de eerste plukken onderkend en verwijderd. Een eventuele voorjaarspluk bevat vaak weer meer afval in in de vorm van aangetaste spruitjes.
De positieve invloed van de totale stikstofbemesting op de afvalproduktie was in alle gevallen statistisch betrouwbaar (tabel IX), evenals die van de eerste overbemesting. Statistisch bekeken had de tweede overbemesting in deze alleen betekenis op de proefvelden ZH 68 en Gr 69. De invloed van de derde overbemesting op de hoeveelheid afval was over het algemeen klein. In enkele gevallen was er sprake van een interactie tussen hoeveelheid en verdeling van de stikstof in dier voege dat het stimulerende effect op de afvalproduktie van relatief zware overbemestingen het grootst was bij de hoogste stikstofgift.

6.1.5. De sortering van leverbaar. De veilbare spruiten werden gesorteerd in de gebruikelijke grootteklassen D,A,B en C met achtereenvolgens de spruitdoorsneden < 2, 2-3, 3-4 en > 4 cm. C-spruiten kwamen zo goed als nie voor. Slechts op één proefveld (Gr67) werden deze grote spruiten aangetroffen. De geldelijke opbrengst wordt in hoofdzaak bepaald door de quanta A- en B-spruiten. Vandaar dat in dit verslag de nadruk wordt gelegd op dit gedeelte van de leverbare spruitenoogst. In fig. 23 is aangegeven hoe het percentuele aandeel A-spruiten wordt beïnvloed door de toegediende stikstofhoeveelheid. Als algemeen beeld komt naar voren dat de lijnen voor de diverse proefjaren sterk uiteenlopen. Zo stijgt op ZH 68 de hoeveelheid A-spruiten van 35% van de leverbare oogst bij een totale N-gift van 50 kg/ha tot 75 % bij 250 kg N, terwijl daarentegen in drie andere gevallen het percentage A-spruiten daalt met toenemende N-bemesting. Daarbij is steeds de lineaire invloed van de stikstofhoeveelheid statistisch betrouwbaar (tabel IX). Het over de zes proefvelden gemiddelde A-aandeel in de spruitenproduktie beweegt zich echter slechts tussen 55 en 62% met een optimum bij 170 kg N/ha. Het percentage A-spruiten in Zuid-Holland valt overigens gemiddeld hoger uit dan in Groningen, vooral bij toenemende N-gift. De stikstofverdeling is in de meeste gevallen niet van belang voor de relatieve hoeveelheid A-spruiten. Het beste verband tussen N-bemesting en totale A-sortering werd gevonden bij B+I+II+III, al waren de verschillen in de collectieve correlatiecoëfficiënten met B+I+II over het algemeen niet groot. (tabel X).
Het percentage B-spruiten, dus de iets grovere sortering van 3-4-cm Ø, staat in alle gevallen onder statistisch betrouwbare invloed van de N-hoeveelheid (tabel IX). Het verloop van de lijnen is veel regelmatiger dan bij de A-sortering (fig. 24). De algemene strekking is, dat naarmate de stikstofgift wordt opgevoerd, het percentage B-spruiten stijgt ten koste van A en D, of, anders gezegd, meer N geeft een grovere sortering. Anders dan bij het percentage A-spruiten het geval was, vinden we de meeste B-spruiten in Groningen. Hier worden dus bij dezelfde stikstofgift grovere spruiten verkregen dan in Zuid-Holland.

Het is interessant de beide produktiewaardebepalende sorteringen A en B gesommeerd te bekijken (fig 25). Het positieve effect van de N-gift op de totale produktie aan A- en B-spruiten komt vooral tot uiting in de lagere bemestingsregionen. Boven 200 kg N/ha heeft een verder opvoeren van de stikstofbemesting over het algemeen weinig invloed meer op de sorteringsverhoudingen van het marktwaardige produkt, behalve in 1968, toen in Groningen het percentage A + B bij de zwaardere N-giften ging dalen, terwijl het in Zuid-Holland nog duidelijk bleef stijgen.

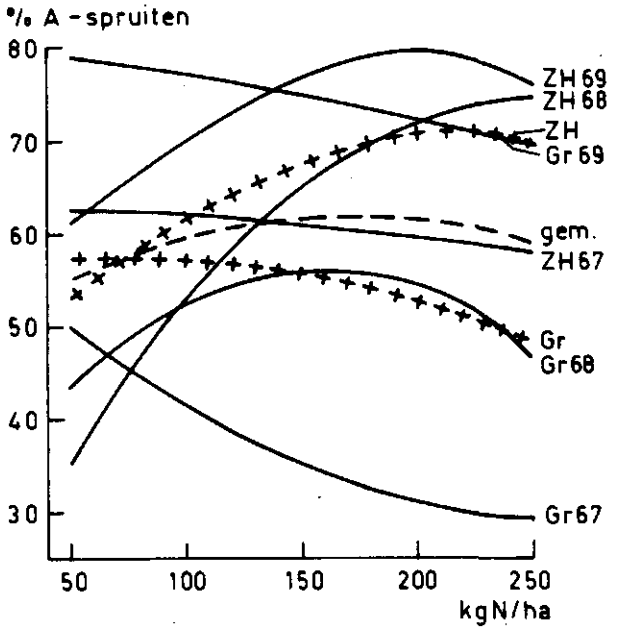


Fig. 23. Verband percentage A-spruiten met totale N-bemesting/*Relation between percentage of grade A-sprouts and total amount of nitrogen applied.*

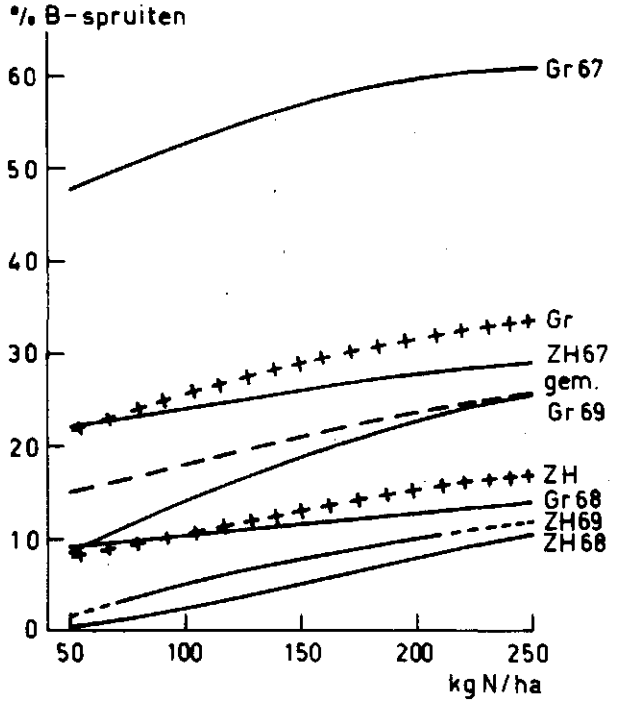


Fig. 24. Verband percentage B-spruiten met totale N-bemesting/*Relation between percentage of grade B-sprouts and total amount of nitrogen applied.*

TABEL IX. Statistische toetsing* van de invloeden van de stikstofbemesting naar hoeveelheid en tijdstip van toediening op de per proefveld over alle plukken gesommeerde opbrengsten.

	Totaalopbrengst						Hoeveelheid afval						Hoeveelheid leverbaar					
	1**	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Behandelingen	+++	+++	-***	+++	+++	+++	+++	+++	-***	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
N-lineair	+++	++	-	+++	+++	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	+++	(+)	+++	+++	+++	+++
N-kwadratisch	+	ns	-	+++	(+)	+++	ns	ns	-	ns	ns	(+)	+	ns	ns	+++	+	+++
Tijdstip I lineair	+++	ns	-	+++	+++	+++	+	++	-	ns	+++	+++	++	(+)	++	+++	++	+++
Tijdstip I kwadratisch	ns	ns	-	ns	+++	ns	(+)	ns	-	+	++	ns	ns	ns	ns	ns	++	ns
Tijdstip II lineair	+++	ns	-	+++	+++	-****	ns	ns	-	+++	+++	-	+++	ns	++	+++	+++	-
Tijdstip II kwadratisch	ns	ns	-	ns	ns	-	ns	ns	-	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	-
N-lin.. x tijdst. I lin.	ns	+	-	(+)	ns	ns	ns	ns	-	ns	(+)	ns	ns	+	ns	(+)	ns	ns
N-lin. x tijdst. II lin.	ns	ns	-	ns	+++	-	ns	ns	-	+	+++	-	ns	ns	(+)	ns	+	-

	Percentage leverbaar						% A-spruiten (2-3 cm ∅)						% B-spruiten (3-4 cm ∅)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Behandelingen	+	+	-	+	+++	++	+++	+	ns	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
N-lineair	+++	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	ns	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
N-kwadratisch	ns	ns	-	ns	ns	+++	ns	ns	ns	+++	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tijdstip I lineair	ns	++	-	ns	+++	(+)	ns	ns	ns	ns	+++	+	ns	ns	+++	+	+++	++
Tijdstip I kwadratisch	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns
Tijdstip II lineair	ns	ns	-	+	+	-	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	++	ns	-
Tijdstip II kwadratisch	ns	ns	-	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	-
N-lin. x tijdst. I lin.	ns	+	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	(+)	++	ns	ns
N-lin. x tijdst. II lin.	ns	ns	-	ns	+++	-	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	-

*ns = niet significant
(+)= bijna betrouwbaar (P=0,10)
+ = betrouwbaar (P=0,05)
++ = zeer betrouwbaar (P=0,01)
+++ = uiterst betrouwbaar (P=0,001)

**1 = Gr 67
2 = ZH 67
3 = Gr 68
4 = ZH 68
5 = Gr 69
6 = ZH 69
} voor code zie tabel II.

***Geen totaalopbrengst bepaald van laatste pluk, alleen leverbaar, dus ook geen afval.

****Geen derde overbemesting gegeven, dus ook geen toetsing mogelijk van tijdstip II.

TABEL X. Multipele correlatiecoëfficiënten tussen de stikstofbemesting en de sorteringsklassen van de leverbare produktie.

Proef-veld*	N-bemesting	% D-spruiten pluk I	II	III	IV	I t/m IV	% A-spruiten pluk I	II	III	IV	I t/m IV	% B-spruiten pluk I	II	III	IV	I t/m IV
Gr 67	B+I						.852	.814	.742	geen	.835	.779	.746	.476	geen	.736
	B+I+II	geen	D -	spruiten			.883	.820	.842	4e	-	.729	.760	.433	4e	-
	B+I+II+III						-	-	.907	pluk	.909	-	-	.712	pluk	.819
ZH 67	B+I	.608	.615	.551	.557	.651	.428	.561	.691	.490	.710	.078	.617	.679	.622	.669
	B+I+II	-	.693	.729	.592	.748	-	.590	.922	.524	.832	-	.556	.908	.612	.763
	B+I+II+III	-	-	.774	.776	.898	-	-	.932	.672	.841	-	-	.929	.786	.829
Gr 68	B+I	.699	all.	geen	geen	.569	.476	all.	geen	geen	.468	.791	all.	geen	geen	.735
	B+I+II	.694	D-	3de	4de	.561	.559	D-	3de	4de	.538	.800	D-	3de	4de	.765
	B+I+II+III	-	spr.	pluk	pluk	.708	-	spr.	pluk	pluk	.658	-	spr.	pluk	pluk	.784
ZH 68	B+I	.880	.767	.305	geen	.831	.831	.765	.656	geen	.799	.853	.611	geen	geen	.841
	B+I+II	.969	.921	.916	4de	.968	.941	.869	.914	4de	.944	.881	.939	B-	4de	.965
	B+I+II+III	-	.982	.976	pluk	.989	-	.963	.977	pluk	.985	-	.960	spr.	pluk	.967
Gr 69	B+I						.634	.968	.848	geen	.957	.939	.957	.663	geen	.951
	B+I+II	geen	D -	spruiten			.701	.981	.954	4de	.951	.944	.970	.963	4de	.966
	B+I+II+III						-	-	.983	pluk	.961	-	-	.991	pluk	.966
ZH 69	B+I	geen	.925	.917	.800	.914	geen	.886	.894	.725	.889	geen	.901	.827	.682	.852
	B+I+II	leverb.	.977	.932	.963	.967	leverb.	.958	.923	.857	.966	leverb.	.924	.847	.916	.898
	B+I+II+III	geen	derde	overbemesting			----------									

*Zie code tabel II.

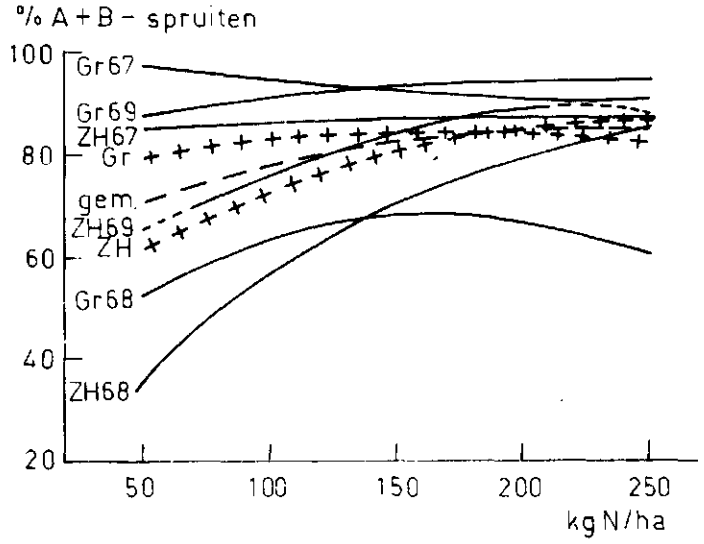


Fig. 25. Verband percentage A+B-spruiten met totale N-bemesting/*Relation between percentage of grade A+B sprouts and total amount of nitrogen applied.*

6.1.6. De vroegheid van de oogst. Onder de vroegheid van de spruitenproduktie wordt verstaan het percentage van de totale oogst dat bij de eerste, eerste + tweede of eerste + tweede + derde pluk al is verkregen. Hoe groter dit gedeelte, des te vroeger wordt de produktie geacht. Daar het gedrag van de totaalopbrengst ter zake van de vroegheid **nagenoeg** niet verschilde van dat van de hoeveelheid leverbaar, wordt hier volstaan met een bespreking van de vroegheid in leverbaar. Tabel XI geeft de **uitkomsten** van de statistische toetsing van de **stikstofbemestingsinvloeden** naar hoeveelheid en tijdstip van toediening op de vroegheid van de leverbare oogst. Over het algemeen is het effect van de toegediende hoeveelheid N statistisch aantoonbaar, maar dat van het toedieningstijdstip van weinig belang.
De samenhang tussen de stikstofbemesting en de vroegheid blijkt sterker naarmate meer overbemestingen in de beschouwing worden betrokken. (tabel **XII**). In de figuren 26-31 wordt het verband aangegeven tussen de **vroegheid** van de oogst en de bij de verschillende handelingen toegediende stikstof, **voor** zover deze, gezien tijdstip van overbemesting en oogst, invloed kunnen hebben uitgeoefend op de in beschouwing genomen pluk of combinatie van plukken. Hierbij zijn de, gezien de collectieve correlatiecoëfficiënten minder belangrijk te achten verbanden gestippeld **weergegeven.**
Een zware eerste overbemesting heeft in de meeste gevallen en ook over de zes proefvelden gemiddeld, een verlatende werking op de eerste pluk, dat wil zeggen dat bij die zware vroege stikstofgift in de eerste spruitenoogst naar verhouding minder gewicht werd geplukt dan bij lichte eerste overbemesting (fig 26).
De eerste + tweede overbemesting met stikstof heeft in feite alleen in

TABEL XI. Statistische toetsing van de invloeden van de stikstofbemesting naar hoeveelheid en tijdstip van toediening op de vroegheid van de leverbare oogst.

	Gr 67		ZH 67			Gr 68	ZH 68		Gr 69		ZH 69	
	I*	I+II	I	I+II	I+II+III	I	I	I+II	I	I+II	II***	II+III
Behandelingen	+++**	+++	+++	++	+	ns	+	+++	+++	++	+++	+++
N-lineair	ns	++	+++	+++	ns	++	(+)	ns	+	+++	ns	+++
N-kwadratisch	ns	(+)	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns	(+)	+++
Tijdstip I lineair	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	++	ns	ns	+++	+++
Tijdstip I kwadratisch	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	(+)	+
Tijdstip II lineair	-	-	-	-	ns	-	ns	+	-	-	-	-
Tijdstip II kwadratisch	-	-	-	-	ns	-	ns	ns	-	-	-	-
N-lin. x tijdst. I lin.	ns	ns	-	ns	+	ns	ns	ns	ns	ns	+	ns
N-lin. x tijdst. II lin.	--	-	-	-	ns	-	++	ns	-	-	-	-

*Vroegheid: I, II, III = resp. pluk I, II, III

**Zie noot* van tabel IX

***Pluk I was niet leverbaar.

TABEL XII. Collectieve correlatiecoëfficiënten tussen N-bemesting (hoeveelheid en tijd) en vroegheid van de oogst in leverbaar.

N-bemesting	Gr 67		ZH 67			Gr 68	ZH 68		Gr 69		ZH 69	
	I*	I+II	I	I+II	I+II+III	I	I	I+II	I	I+II	II**	II+III
B+I	o,448	0,264	0,778	0,608	0,503	0,594	0,258	0,335	0,699	0,291	0,527	0,488
B+I+II	0,582	0,746	-	0,589	0,543	0,808	0,890	0,747	0,871	0,915	0,711	0,976
B+I+II+III	-	-	-	-	0,628	-	0,914	0,841	-	-	-	-

*Zie noot * van tabel XI

**Pluk I was niet leverbaar

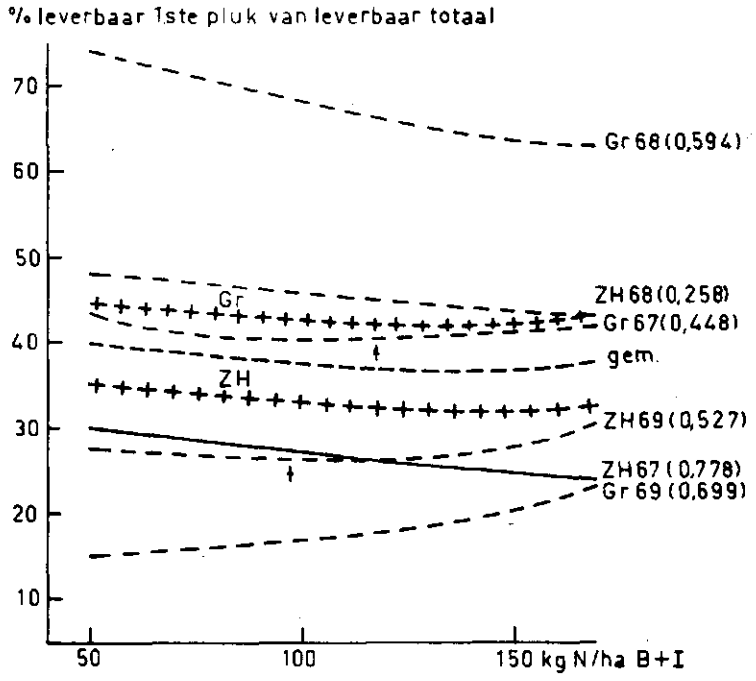


Fig. 26. Verband vroegheid-leverbaar, eerste pluk, B + I/*Relation between earliness of the marketable sprouts in the first picking and basal + first top-dressing.*

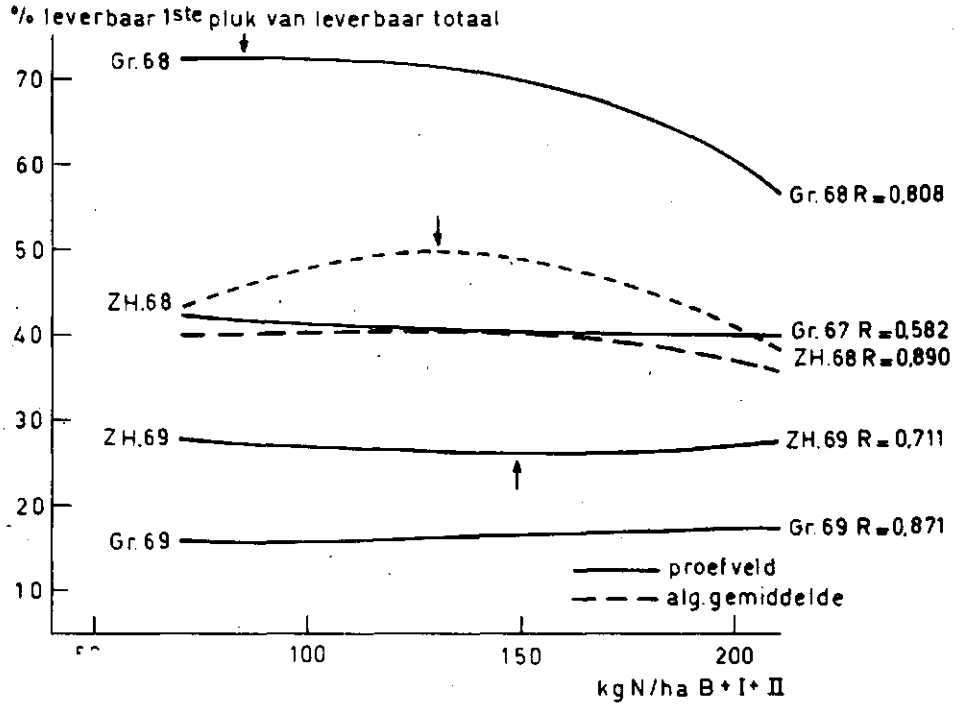


Fig. 27. Verband vroegheid-leverbaar, eerste pluk, B+I+II/ *Relation between earliness of the marketable sprouts in the first pick and basal + first + second topdressing.*

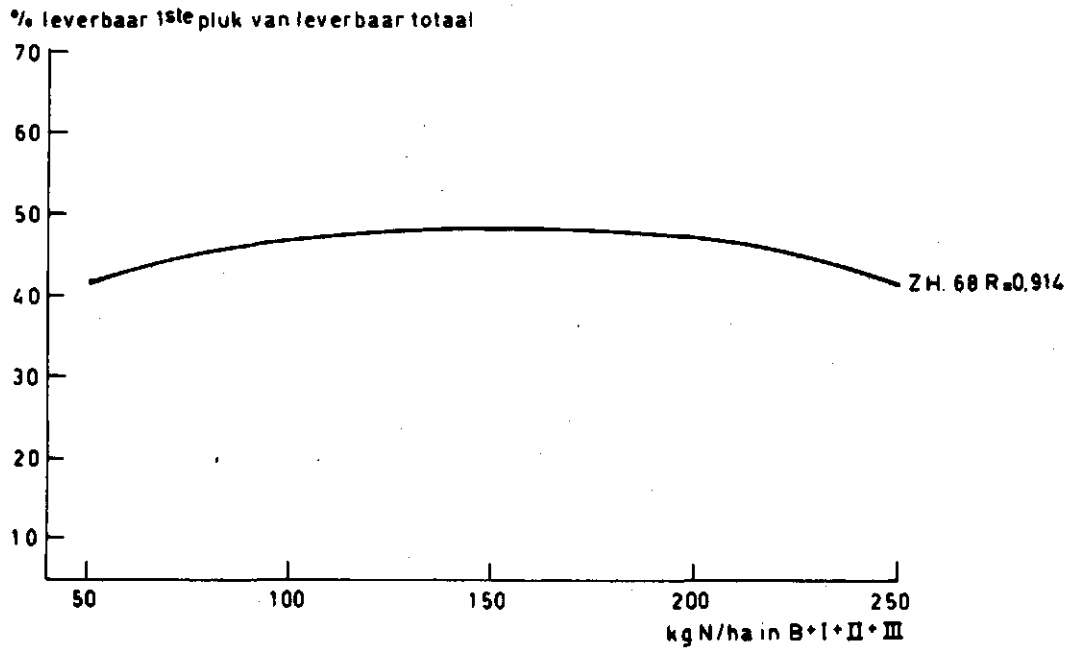


Fig. 28. Verband vroegheid-leverbaar, eerste pluk, B+I+II+III/*Relation between earliness of the marketable sprouts in the first pick and basal + first + second + third topdressing.*

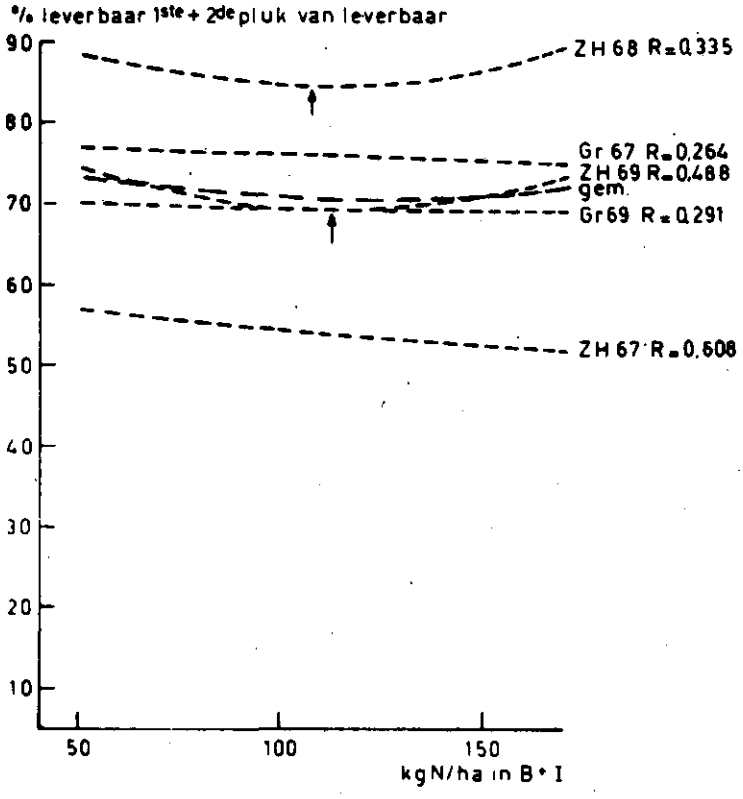


Fig. 29. Verband vroegheid-leverbaar, eerste + tweede pluk, B+I/*Relation between earliness of the marketable sprouts in first + second pick and basal + first topdressing.*

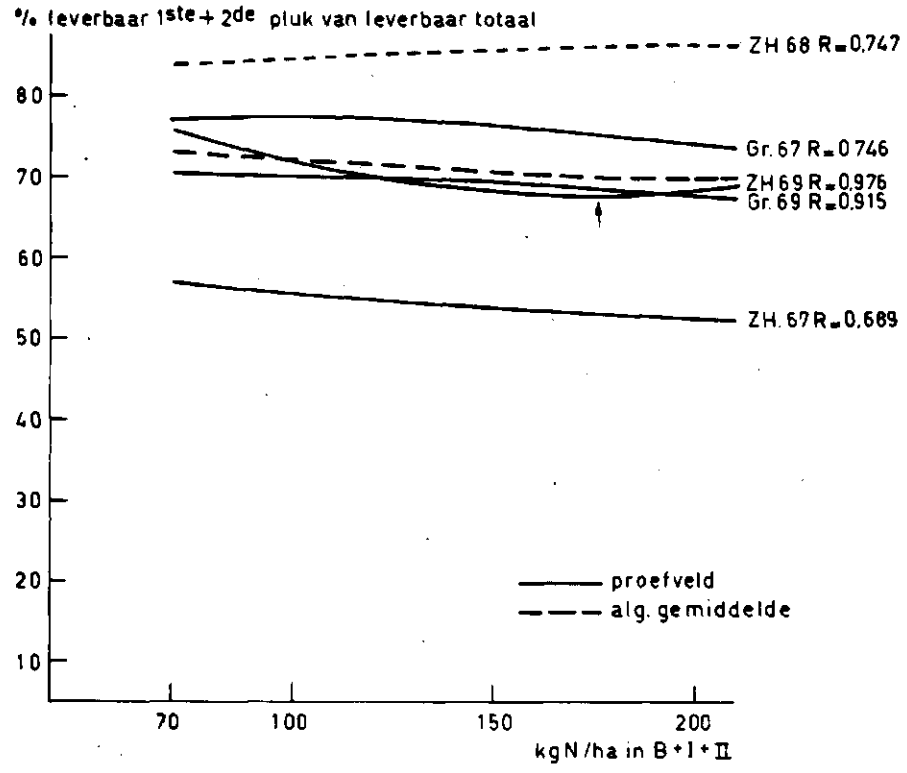


Fig. 30. Verband vroegheid-leverbaar, eerste + tweede pluk, B+I+II/*Relation between earliness of the marketable sprouts in first + second pick and basal + first + second topdressing.*

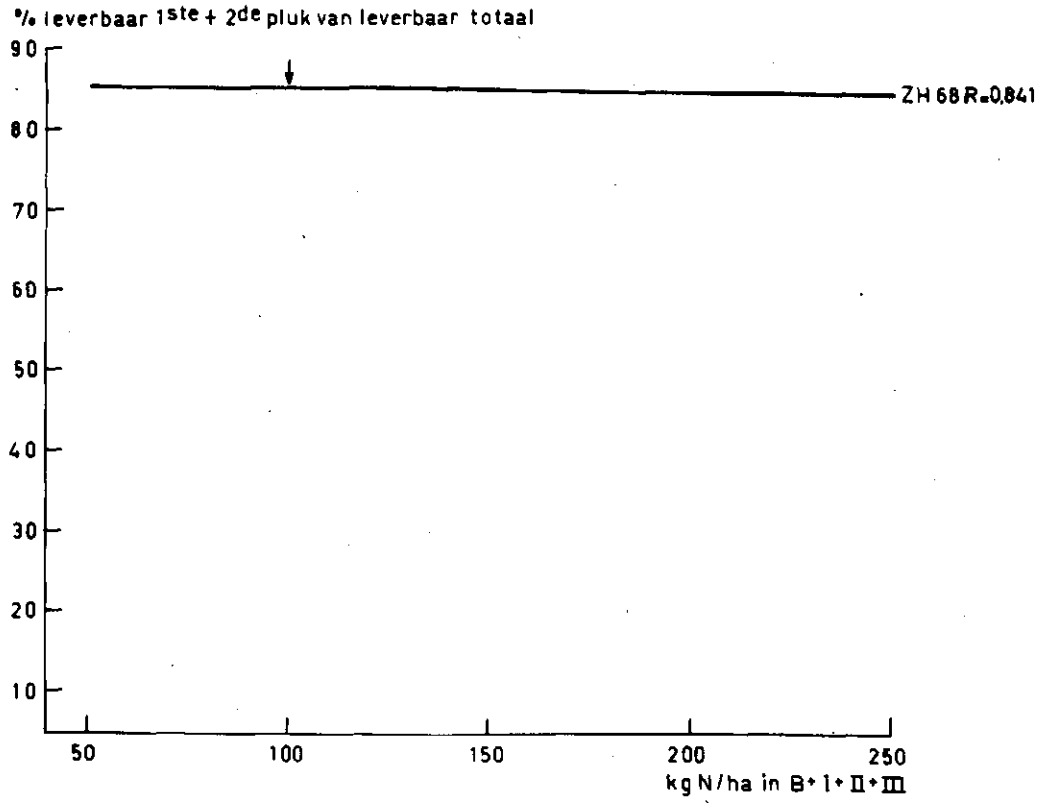


Fig. 31. Verband vroegheid-leverbaar, eerste + tweede pluk, B+I+II+III./*Relation between earliness of the marketable sprouts in first + second pick and basal + first + second + third top-dressing.*

1968 enige betekenis gehad voor de omvang van de eerste pluk en wel zodanig dat een zwaardere N-gift in eerste + tweede overbemesting zorgde voor een relatief lichtere eerste pluk. Onder de natte omstandigheden van 1968 bevorderde een ruim stikstofaanbod blijkbaar vooral de vegetatieve groei van de spruitkoolplant (fig. 27).

Het aandeel van de eerste + tweede pluk in de totaalopbrengst wordt minder sterk door de N-bemesting beïnvloed dan dat van de eerste pluk (fig. 29 en 30). Gemiddeld kan hier van een zeer geringe verlating worden gesproken bij toenemende N-gift.

Samenvattend kunnen we concluderen dat de invloed van de stikstofoverbemesting op de vroegheid van de spruitenoogst wisselend is gebleken met een tendens tot een geringe verlating bij zwaardere vroege giften. Het is niet mogelijk door middel van de stikstofgift de oogst in belangrijke mate te vervroegen of te verlaten. Een denkbare ongewenst verlating door meer stikstof zal trouwens in de meeste gevallen in het niet vallen bij de produktieverhogende werking van die zwaardere N-gift.

6.2. Grondonderzoek op stikstof

Bij de bespreking van de uitvoering van dit onderzoek (hoofdstuk 4) is al vermeld wanneer en op welke wijze de grond werd bemonsterd voor de bepaling van het gehalte aan in water oplosbare stikstof. De analyse werd uitgevoerd in de verse grond volgens de methode "Cotte en Kahane", waarbij de grond wordt geëxtraheerd met 1 normaal NaCl. Tabel XIII geeft een overzicht van de bepaalde stikstofcijfers naar spreiding en gemiddelde. De cijfers van kort vóór het begin van de teelt geven een beeld van wat de grond vóór de toediening van de basisbemesting te bieden had. Dat was om het algemeen in Zuid-Holland meer dan in Groningen, behalve in 1969, in welk jaar de grond in het laatstgenoemde gebied, althans in de bovenste 30 cm, wat rijker aan stikstof was dan op het proefveld in Westmaas. Kort voor de eerste overbemesting bevatte de bovengrond op alle proefvelden nog tenminste evenveel en in de meeste gevallen zelf aanzienlijk meer direct beschikbare stikstof dan voor het planten, maar de spreiding per proefveld hield geen verband met de verschillen in basisbemesting. Waarschijnlijk was de mineralisatie bij de in het jonge stadium nog geringe behoefte van de spruitkoolplanten debet aan deze gehaltestijging. De toestand voor de tweede overbemesting was op alle proefvelden nagenoeg dezelfde, namelijk een vrij laag gehalte aan in water oplosbare stikstof (gemiddeld 2,6 dpm) en een geringe spreiding over de onderscheiden objecten, die wederom niet samenhing met de voordien gegeven stikstof, in dit geval basis- + eerste overbemesting. De analysecijfers van kort vóór de derde overbemesting waren in vergelijking met de vorige bemonstering nog verder gedaald en de - veelal geringe - variatie in gehalte per proefveld was niet te koppelen aan de verschillen in de stikstofbemesting. Op de zwaar met N-bemeste objecten daalde het gehalte vrijwel tot hetzelfde lage niveau als op de velden die slechts een lichte overbemesting hadden ontvangen. De N-watercijfers die na de teelt werden gevonden, waren wisselend in vergelijking met de voorgaande bemonstering, maar de algemene indruk

TABEL XIII. Overzicht stikstofanalysecijfers van de grond.

Bemonsteringstijdstip:		N-watercijfers in mg N per kg droge grond (dpm)											
		vóór de teelt		vóór overbem.I		vóór overbem.II		vóór overbem.III		na afloop teelt			
Proefveld*	Laag	spreiding	gem.	spreiding	gem.	spreiding	gem.	spreiding	gem.	spreiding	gem.		
Gr 67	0-30	5- 5	5	8-19	12,6	1-4	2,2	0-6	1,7	monsters			
	30-50	0	0	-**	-	-	-	-	-	niet			
	50-70	0	0	-	-	-	-	-	-	geanalyseerd			
	70-90	0	0	-	-	-	-	-	-				
ZH 67	0-30	15-16	15,4	25-42	30,4	2-7	3,6	1-6	4,0	0- 4	1,6		
	30-50	7- 8	7,8	-	-	-	-	-	-	1-11	3,0		
	50-70	3- 5	4,0	-	-	-	-	-	-	0-10	3,3		
	70-90	1- 3	2,0	-	-	-	-	-	-	0- 8	2,8		
Gr 68	0-30	2-12	6,4	5-13	8,3	0-4	2,6	0-2	0,8	niet			
	30-50	1- 7	2,3	-	-	-	-	-	-				
	50-70	0-15	2,4	-	-	-	-	-	-	bemonsterd			
	70-90	0- 4	1,6	-	-	-	-	-	-				
ZH 68	0-30	5-19	12,1	niet bem.	-	1-3	2,3	0-2	0,8	2- 4	2,4		
	30-50	4-11	7,6	--	-	-	-	-	-	0- 2	1,2		
	50-70	1-14	5,5	-	-	-	-	-	-	0- 4	1,2		
	70-90	2-24	4,8	-	-	-	-	-	-	0- 1	0,7		
Gr 69	0-30	7- 9	8,4	16-28	20,5	1-3	2,6	1.3	1,5	2- 7	4,0		
	30-50	3- 4	3,6	-	-	-	-	-	-	2- 6	3,7		
	50-70	1- 3	2,2	-	-	-	-	-	-	1- 6	3,0		
	70-90	1- 5	2,6	-	-	-	-	-	-	1- 4	2,0		
ZH 69	0-30	4- 8	5,6	3- 8	5,8	0-5	2,4	0-5	1,1	2- 9	5,1		
	30-50	2- 7	4,2	-	-	-	-	-	-	1- 6	2,9		
	50-70	3- 6	4,2	-	-	-	-	-	-	1- 4	1,7		
	70-90	0- 3	1,4	-	-	-	-	-	-	1- 3	1,4		

* Zie code tabel II.

** - = laag niet bemonsterd.

is, dat, dank zij de laatste overbemesting, voortschrijdende mineralisatie, geringe opneming door het gewas en wellicht weinig uitspoeling, de stikstofgehalten de neiging vertoonden weer iets te stijgen, al werd het peil van vóór de teelt nergens bereikt.
Al met al is in dit onderzoek weinig gebleken van beïnvloeding van het gehalte van de grond aan oplosbare stikstof door bemesting.

Daar het doel van de stikstofbemonstering was na te gaan of het mogelijk was om aan de hand van N-watercijfers de opbrengst te beïnvloeden via een aangepaste bemesting, is getracht verbanden te vinden tussen de gemeten stikstofgehalten van de grond en de opbrengst. Vrijwel steeds bleek dat de correlatiecoëfficiënten voor de totaalopbrengst en de hoeveelheid leverbaar produkt, zowel per pluk bekeken als van de gesommeerde opbrengst, van dezelfde orde van grootte waren, zodat de verbanden leverbaar totaal - N-watercijfer representatief kunnen worden geacht voor alle overige, in de afzonderlijke proefveldverslagen vermelde relaties tussen opbrengst en stikstofgehalten van de grond. Tabel XIV toont deze berekende multiple correlatiecoëfficiënten tussen de totale opbrengst aan veilbare spruiten en de in de loop van het groeiseizoen bepaalde N-watercijfers van de grond.

TABEL XIV. Collectieve correlatiecoëfficiënten tussen de totale opbrengst aan leverbaar produkt en de N-watercijfers van de grond in de laag 0-30 cm.

Proefveld *	Vóór overbemesting I	Vóór overbemesting II	Vóór overbemesting III	Na de teelt
Gr 67	0,410	0,215	0,368	nb
ZH 67	0,406	0,213	0,585	0,466
Gr 68	0,418	0,255	0,181	nb
ZH 68	nb**	0,500	0,329	0,445
Gr 69	0,606	0,237	0,523	0,166
ZH 69	0,546	0,390	0,483	0,372

* Zie code tabel II.

** nb = niet bemonsterd.

In geen geval kan worden gesproken van een nauw verband tussen opbrengst en N-toestand. Het ontbreken van enige samenhang tussen stikstofbemesting en -toestand en het wel aanwezig zijn van een verband bemesting - opbrengst wees al in deze richting. Slechts in enkele gevallen werd een correlatiecoëfficiënt boven 0,5 vastgesteld, waarbij dus meer dan 25% van de opbrengstspreiding zou kunnen worden verklaard uit verschillen in stikstoftoestand van de grond.De nauwe samenhang met de leverbare opbrengst, bekeken over alle proefvelden, vertonen nog de N-watercijfers bepaald in de monsters afkomstig uit de laag 0-30 cm en genomen kort vóór de eerste overbemesting.

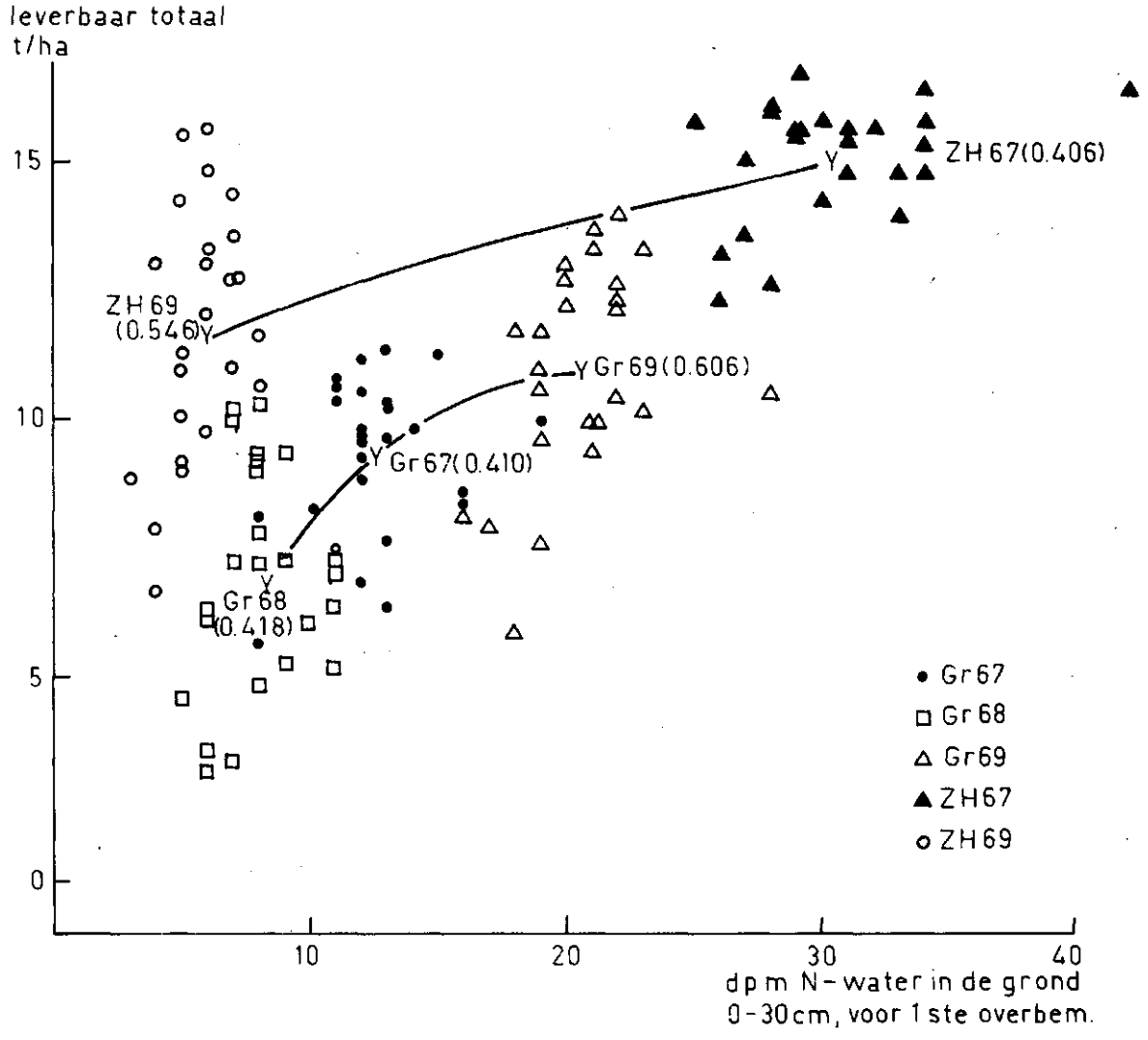


Fig. 32. Verband leverbaar totaal met N-water grond 0-30 cm, voor eerste overbemesting/*Relation between total amount of marketable sprouts and soluble soil nitrogen in the layer 0-30 cm, measured before the first topdressing.*

Wanneer we deze verbanden per object en voor alle proefvelden in één grafiek zichtbaar maken, (fig. 32), is, ondanks de grote spreiding, aan de hand van de zwaartepunten der puntenzwermen de tendens te bespeuren, dat, zowel in Gronigen als in Zuid-Holland de opbrengst stijgt onder invloed van hogere N-watercijfers, zij het voor beide gebieden op verschillend niveau. Maar gezien de grote spreiding is uit dit onderzoek geen zekerheid verkregen bij welk stikstofgehalte van de grond, al of niet aangevuld door bemesting, de hoogste opbrengst wordt bereikt.

Het vaststellen van de meest gewenste bemonsteringstijdstippen is overigens een vraagpunt. Wellicht dat een ander bepalingsmoment, bij voorbeeld tussen twee overbemestingen in, een beter beeld had opgeleverd van de stikstofopneming en -behoefte van het gewas en de voor het gewas beschikbare stikstofvoorraad, maar vooralsnog is het met de hier ter beschikking staande gegevens niet mogelijk gebleken enig verband te leggen tussen het stikstofniveau van de grond, uitgedrukt in het N-watergehalte, en de opbrengst van spruitkool.

6.3. Gewasonderzoek op stikstof

De gelijktijdig met de grondbemonstering genomen gewasmonsters werden onderzocht op N-totaal en nitraat en wel in bladschijf en -steel afzonderlijk. Voor de bepaling van N-totaal werd de Kjeldahlmethode gevolgd, waarbij werd gedestrueerd volgens Lindner en Harley. Het nitraatgehalte werd fotometrisch vastgesteld volgens Sørensen.

TABEL XV. Overzicht van stikstofanalysecijfers in het gewas, gehalten aan N-totaal en nitraat in procenten van de droge stof

Proef-veld †		Bemestingstijdstip vóór 1e overbem. spreiding	gem.	vóór 2e overbem spreiding	gem.	vóór 3e overbem. spreiding	gem.
Gr 67	N-totaal blad	4,65-5,17	4,91	2,00-3,78	2,81	1,72-3,85	2,71
	nitraat blad	0,06-0,22	0,14	0 -0,01	0,00	0 -0,06	0,02
	N-totaal steel	2,51-2,95	2,72	0,77-2,25	1,33	0,88-2,23	1,37
	nitraat steel	2,67-4,37	3,51	0 -0,10	0,01	0 -0,25	0,03
ZH 67	N-totaal blad	5,11-5,96	5,63	1,79-3,58	2,67	1,75-3,43	2,61
	nitraat "	0,36-0,81	0,60	0 -0,03	0,01	0	0
	N-totaal steel	3,33-3,84	3,54	0,87-1,90	1,28	1,04-2,04	1,47
	nitraat ,,	6,45-9,92	8,28	0 -0,87	0,13	0,01-1,28	0,26
Gr 68	N-totaal blad	3,92-5,19	4,56	1,11-2,21	1,63*	1,50-2,90	2,05
	nitraat ,,	0,15-0,94	0,42	0 -0,03	0 *	0	0
	N-totaal steel	1,90-2,79	2,41	id. blad[x]		1,02-2,20	1,53
	nitraat ,,	2,38-7,11	4,82	,, ,,		0 -0,01	0
ZH 68	N-totaal blad			1,93-3,82	2,74	1,39-3,08	2,14
	nitraat ,,	nb**		0	0	0	0
	N-totaal steel			1,05-1,68	1,34	0,64-1,64	0,85
	nitraat ,,			0	0	0	0
Gr 69	N-totaal blad	4,97-5,88	5,56	1,35-3,17	2,04	1,34-3,56	2,39
	nitraat ,,	0,71-2,17	1,40	0	0	0	0
	N-totaal steel	id. blad*		0,50-1,26	0,76	0,63-1,42	0,89
	nitraat ,,	,, ,,		0 -0,14	0,01	0 -0,13	0,01
ZH 69	N-totaal blad	2,59-4,14	3,69	1,53-3,60	2,16	1,36-3,21	2,49
	nitraat ,,	0,01-0,15	0,07	0	0	0 -0,01	0
	N-totaal steel	1,31-3,60	1,98	0,67-1,26	0,90	0,82-1,59	1,15
	nitraat ,,	0,77-2,05	1,44	0	0	0	0

*Bladschijf en -steel gemengd geanalyseerd.

**nb = niet bemonsterd.

† Zie code tabel II.

In tabel XV wordt een overzicht gegeven van de stikstofanalysecijfers in steel en schijf van het jongste volgroeide blad, als N-totaal en nitraat in procenten van de droge stof. Evenals voor het N-watergehalte van de grond werden de hoogste stikstofgehalten, zowel van de bladschijf als van de bladsteel, aangetroffen kort voor de eerste overbemesting. De overeenkomstige gehalten ten tijde van de tweede overbemesting verschilden niet veel van die van vóór de derde overbemesting. Tussen de beide onderzoekgebieden bestonden geen systematische verschillen in gehalte. De enige vermeldenswaardige nitraatgehalten werden gevonden kort vóór de eerste overbemesting en dan nog in de bladsteel. In de overige monsters lag dit onderdeel van het stikstofgehalte voor zover aantoonbaar, meestal nog onder de 1%. Ook het verband tussen nitraatgehalte blad en opbrengst was, op een enkele uitzondering na, zwak te noemen, zodat de waarde voor de oogstverwachting op basis van het nitraatgehalte van spruitkoolblad niet hoog is aan te slaan (tabel XVI).
De in de tabel eveneens aangegeven collectieve correlatiecoëfficiënten tussen de totale opbrengst aan leverbaar produkt en de gehalten aan N-totaal in het jongste volgroeide blad zijn over het algemeen hoger dan voor nitraat en het lijkt verantwoord te zijn om aan de N-totaalgehalten van zowel bladsteel als -schijf betekenis toe te kennen voor de produktieverwachting.Met name geldt dit ten aanzien van de kort voor de tweede overbemesting in bladschijf en -steel gevonden stikstofgehalten, waarvan de correlatiecoëfficiënten met de totale opbrengst aan leverbare spruiten uiteenliepen van 0,54 tot 0,83.
In tabel XVII zijn enkele, uit tweedegraads regressieformules berekende, voor de produktie optimaal gebleken stikstofgehalten in het gewas weergegeven.
In een aantal gevallen viel dit optimum zo ver buiten het traject van de bepaalde gehalten of was het regressiebeeld dermate irreëel te achten, dat in de tabel geen waarde kon worden ingevuld.
Globaal gezien zou voor een goede produktie het N-totaalgehalte van de bladsteel in het beginstadium van de groei (juli) ca. 3% dienen te bedragen en ongeveer 5% in de bladschijf. Naarmate het groeiseizoen vordert, (sept/okt), kan dit gewenste gehalte lager worden, namelijk ca. 1,5% in de bladsteel en ongeveer 3% in de bladschijf.

TABEL XVI. Collectieve correlatiecoëfficiënten tussen de totale opbrengst aan leverbaar produkt en de gehalten aan N-totaal en nitraat in het jongst volgroeide blad (schijf en steel)

Proef-veld	Vóór overbemesting I				Vóór overbemesting II				Vóór overbemesting III			
	N-totaal		nitraat		N-totaal		nitraat		N-totaal		nitraat	
	schijf	steel	schijf	steel	schijf	steel	schijf	steel	schijf	steel	schijf	steel
Gr 67	0,584	0,210	0,240	0,090	0,702	0,589	-*	-	0,857	0,676	-	-
ZH 67	0,504	0,122	0,449	0,088	0,682	0,827	0,364	0,309	0,591	0,332	-	0,336
Gr 68	0,218	0,678	0,368	0,567	0,741**		-	-	0,231	0,626	-	-
ZH 68	n.b.***				0,711	0,829	-	-	0,855	0,420	-	-
Gr 69	0,356**		0,380**		0,786	0,535	-	0,404	0,649	0,594	-	0,589
ZH 69	0,149	0,524	0,071	0,517	0,674	0,590	-	-	0,586	0,826	-	-

* = geen verband door te lage gehalte.
** = Schijf en steel gemengd geanalyseerd.
*** n.b. = niet bemonsterd.

TABEL XVII. Berekende voor de spruitenproduktie optimaal gebleken stikstofgehalten in procenten van de droge stof in het jongste volgroeide blad.

bemonsteringstijdstip:	Bladsteel				Bladschijf			
	vóór 1e overbemesting		vóór 2e overb.	vóór 3e overb.	vóór 1e overbemesting		vóór 2e overb.	vóór 3e overb.
gehalte aan:	N-totaal	nitraat	N-totaal	N-totaal	N-totaal	nitraat	N-totaal	N-totaal
Proefveld Gr 67	3,7	3,7	1,5	1,7	5,0	-	3,2	3,2
ZH 67	3,5	-**	1,3	1,7	5,0	0,5	2,7	3,0
Gr 68	2,6	6,7	-	-	5,0	0,7	-	-
ZH 68	nb*	n.b.	1,6	1,6	n.b.	n.b.	2,7	3,3
Gr 69	5,5***	-	1,1	1,3	5,5***	1,3	2,6	3,3
ZH 69	2,3	1,8	1,6	1,5	3,5	0,1	3,0	3,0

* n.b. = niet bemonsterd
** = reël optimum niet aan te geven of ver buiten waargenomen traject
*** = en -steel gemengd geanalyseerd, gegeven is gemiddeld gehalte gehele blad

7. EINDBESCHOUWING EN CONCLUSIES

Dit onderzoek was gericht op de vraag met welke hoeveelheid stikstof en op welke tijdstippen spruitkool dient te worden overbemest, wanneer wordt uitgegaan van een lichte basisbemesting ten tijde van het planten. Ten aanzien van de totale stikstofhoeveelheid kwam uit de proefnemingen naar voren dat, althans op de bodemtypen die in dit onderzoek werden betrokken, t.w. de veel voor de teelt van spruitkool gebruikte poldervaaggronden, 250 kg N/ha (zijnde de hoogste gift die in deze proeven wordt toegepast) in de meeste gevallen nog niet of ternauwernood voldoende was om de maximale totaalproduktie te verkrijgen. Het verdient echter aanbeveling zich te baseren op de grootst mogelijke opbrengst aan leverbare spruiten, welke hoeveelheid iets minder stikstof vraagt dan de maximale totaalproduktie.
Variatie in bodemgesteldheid en verschillen in weersomstandigheden tijdens de groei van het gewas staan geen opgave toe van één,het meest doelmatig gebleken stikstofbemestingsregime. In Groningen bleek in totaal ca. 20 kg meer N nodig te zijn dan in Zuid-Holland. Onder natte tot normale omstandigheden is per overbemesting 20-30 kg N/ha meer gewenst dan bij geringe regenval. Gezien de goede ontwikkeling en produktie van het gewas bleek de methode waarbij een lichte tot matige basisbemesting à 25-50 kg N/ha werd gegeven, doelmatig te zijn. Het spruitengewas heeft gedurende de eerste weken na het planten nog geen grote N-opneming en derhalve geen sterk aanbod in de grond van node. Pas als de planten goed aan de groei raken en het wortelstelsel zich gaat uitbreiden, zal de aanwezige N-voorraad snel kunnen worden opgesoupeerd en is een snelle aanvulling in de vorm van een overbemesting gunstig. Dit zal, in afhankelijkheid van de mate van groei, ongeveer 1 maand na het planten het geval zijn. Het is in dat ontwikkelingsstadium nog mogelijk om, zonder het gewas al te veel te beschadigen , met een kunstmeststrooier te werken.
De zwaarte van die eerste overbemesting met stikstof kan niet exact worden opgegeven. Men zal deze moeten laten afhangen van de weers- en bodemomstandigheden gedurende de jeugdgroei. Zo was er in 1967, toen in de eerste groeimaand betrekkelijk weinig neerslag viel, in de eerste overbemesting minder stikstof nodig om een optimale groei te verkrijgen dan in de twee volgende jaren. Ongeveer 2 maanden na de eerste overbemesting was de stikstoftoestand in de grond die vlak na de eerste overbemesting hoog zal zijn geweest, weer zover gedaald, dat een tweede overbemesting gewenst was. Het laat zich aanzien dat deze stikstofgift iets lichter kan zijn dan die eerste overbemesting, wederom afhankelijk van grond- en weersomstandigheden. Een moeilijkheid bij die tweede overbemesting, die in de meeste gevallen zal moeten gebeuren als het gewas de grond al geheel of nagenoeg geheel bedekt, is, dat bij machinale toediening veel planten zouden worden beschadigd. Het met de hand strooien van 200 kg kas/ha (= ca. 50 kg N) vergt echter in de meeste gevallen niet veel meer dan twee manuren. Een andere mogelijkheid zou nog zijn als eerste overbemesting een langzaamwerkende stikstofkunstmeststof te geven en wel een zodanige, dat ongeveer 60% van de stikstof direct beschikbaar is, waarna het overige

ter vervanging zou kunnen dienen voor de tweede en derde overbemesting. Uit proeven met een langzaamwerkende N-meststof (Floranid Permanent 15+9+15), toegediend aan spruitkool als complete basisbemesting zonder enige overbemesting (IB 1578-1969 en IB 1746-1970), was al gebleken, dat de werking te snel was voor spruitkool, of, met andere woorden, dat er in feite een te zware stikstofbasisbemesting werd gegeven. Een compromis was, deze langzaamwerkende meststof in twee gedeelten te geven, maar eigenlijk is deze manier van bemesten in strijd met het arbeidbesparende aspect van deze meststoffen. Bovendien is de stikstof in deze vorm nog dusdanig veel duurder dan die in kalammonsalpeter, dat het kostendrukkend effect meer dan verloren gaat door die hogere kg prijs. Voorshands zijn we voor de stikstofbemesting van spruitkool nog aangewezen op de traditionele meststoffen, waarvan kas het meest wordt gebruikt. Het is interessant na te gaan in hoeverre de vooraf niet geprogrammeerde stikstofbemesting van de objecten "bemesting naar de praktijk" heeft voldaan. In tabel XVIII zijn daartoe de bruto-opbrengsten en de stikstofgiften van deze praktijkobjecten vergeleken met de op ieder proefveld behaalde maximale produktie en de daarbij behorende optimale N-gift. In twee van de zes gevallen, waarbij de praktijkgift hoog werd opgevoerd (230 kg N/ha op ZH 67 en ZH 68) evenaarde of overtrof de praktijkopbrengst de maximale produktie van de systematische objecten. Dit houdt echter niet in dat de praktijkgift voldoende was voor de theoretische topopbrengst per proefveld, die door extrapolatie van de opbrengst-N-curven kon worden vastgesteld en die werd bereikt bij giften van 220 tot meer dan 250 kg N/ha. Op de andere vier proefvelden bleek de praktijkbemesting te laag om tot de maximale opbrengst te kunnen geraken. Uit het gedeelte van tabel XVIII waarin de maximale bruto-opbrengst staat vermeld, komt naar voren dat vooraf de stikstofbemesting van de objecten 16 en 19 goed heeft voldaan. Dit waren giften van 200 kg N/ha, waarbij het merendeel van de stikstof (120 kg) in de eerste twee overbemestingen werd gegeven. Deze optimale totaalgift strookt met die, gedestilleerd uit de literatuurgegevens, waarbij echter moet worden aangetekend dat uit de aangehaalde experimenten niet is gebleken dat verdeling van de stikstofbemesting in de tijd een absolute voorwaarde is om tot maximale opbrengsten te komen.

Het advies voor de meest gewenste stikstofbemesting van meermaals te plukken spruitkool blijft, ondanks de bovengegeven normen en tijdstippen van toediening, voor de praktijk nog te vaag. Daarom is getracht verbanden te vinden tussen de gehalten aan stikstof van grond en gewas, de opbrengst en vorm voor een maximale produktie benodigde stikstofbemesting. Wanneer tussen deze gegevens nauwe relaties aanwezig zouden zijn, is de mogelijkheid aanwezig om aan de hand van een snelle bepaling van stikstofgehalten van grond of gewas geïnformeerd te raken omtrent de stikstofbehoefte van een gewas. Voor zover het de grond betreft, is dit niet gelukt en via de gehalten in het loof maar zeer ten dele. Dit falen berust enerzijds wellicht op een te starre keuze van de bemonsteringstijdstippen, anderzijds op de grilligheid van het gedrag van de stikstof in grond en gewas ten gevolge van weersfactoren. Wel is uit de proeven min of meer komen vast te staan, dat tijdens de eerste maanden van de groei (juli) een N-totaalgehalte in de bladsteel van ca. 3% van de drogestof en van

TABEL XVIII. Stikstofbemesting naar de praktijk versus optimale N-gift.

Proef-veld	*Praktijkbemesting (object 1)* Bruto-opbrengst in t/ha					*Optimale stikstofbemesting* Maximale bruto-opbrengst in t/ha*				
	pluk I	II	III	IV	I t/m IV	I	II	III	IV	I t/m IV
Gr 67	6,1	3,6	2,1	-	11,8	7,0(19)	4,6(16)	3,1(19)	-	14,0(19)
ZH 67	5,3	4,8	3,1	5,5	18,7	5,4(13)	4,9(12)	3,6(19)	5,5(1)	18,7(12)
Gr 68	5,5	1,9	-	-	7,5	8,3(16)	3,1(19)	-	-	11,1(16)
ZH 68	6,3	6,7	2,0	-	15,0	7,0(16)	6,6(22)	2,1(25)	-	14,9(21)
Gr 69	2,3	5,6	3,9	-	11,8	2,6(16)	7,8(19)	5,0(19)	-	15,4(19)
ZH 69	0,5	3,5	5,9	4,0	13,9	0,6(16)	4,2(16)	7,3(16)	4,7(19)	16,4(16)
	N-gift in kg N/ha					Optimale N-gift in kg N/ha				
	pluk I	II	III	IV	I t/m IV	I	II	III	IV	I t/m IV
Gr 67	140	140	140	-	140	110	170	200	-	200
ZH 67	110	110	230	230	230	70	140	200	230	230
Gr 68	80	140	-	-	140	170	200	-	-	200
ZH 68	170	230	230	-	230	170	250	250	-	210
Gr 69	80	110	140	-	140	140	170	200	-	200
ZH 69	110	110	170	170	170	140	140	200	200	200

*Tussen ( ) het betreffende object.

5% in de bladschijf gewenst is om een goede produktie te kunnen verkrijgen. In sept/okt dienen deze gehalten resp. 1,5 en 3% te bedragen. De correlaties zijn echter te zwak om voor de praktijk een bemestingsadvies op basis van gewasonderzoek aan te bevelen, mede gezien de kosten van bemonstering en stikstofanalyse.
Als globale richtlijn voor de stikstofbemesting van spruitkool in doorpluk zou kunnen gelden: een matige basisbemesting gevolgd door een zware eerste overbemesting ca. 1 maand na het planten, een zware tot matige tweede overbemesting 2 maanden na de eerste en een lichte tot matige derde overbemesting ongeveer 6 weken na de tweede. De vertaling van de termen zwaar, matig en licht zou resp. kunnen luiden 80, 50 en 30 kg N/ha. Of de tweede en derde overbemesting zwaar, matig of licht dienen te zijn, zal worden bepaald door de weersomstandigheden tijdens de teelt, alsmede door de natuurlijke N-levering van de grond.
Inzicht en ervaring zijn hierbij van grote betekenis.

Wanneer we tenslotte de resultaten van dit onderzoek samenvatten, komen de volgende algemene conclusies naar voren:

(1) De maximale opbrengst aan leverbaar produkt bij de middelvroege teelt van spruitkool in doorpluk op poldervaaggronden werd verkregen met een totale stikstofgift van 220 tot meer dan 250 kg/ha.

(2) Opvoering van de N-bemesting tot het optimum deed de sortering grover worden en het percentage van de totaalopbrengst dat veilbaar is, dalen.

(3) Hoewel meer stikstof over het algemeen een opbrengstverlatende invloed vertoonde, was dit effect zo klein dat omwille van de vroegheid niet met de stikstofbemesting behoeft te worden gemanipuleerd.

(4) Het tijdstip van de toediening van de overbemesting was van grote betekenis voor de opbrengst. De beste resultaten werden bereikt met een relatief zware eerste en/of tweede overbemesting. Een hoge derde overbemesting in oktober kon een eventuele achterstand door te weinig stikstof niet meer compenseren.

(5) Naarmate meer regen viel vóór een bepaalde overbemesting was een zwaardere gift noodzakelijk. Het stikstofeffect nam toe bij grotere neerslaghoeveelheden.

(6) Het is niet mogelijk gebleken met de uit dit onderzoek beschikbaar gekomen gegevens omtrent de stikstoftoestand van de bovenste 30 cm van de grond de juiste N-bemesting vast te stellen.

(7) Het aan de hand van stikstofgehalten in het gewas afwegen van de N-bemesting en uitspreken van een oogstverwachting biedt enig perspectief.

8. SAMENVATTING

Gedurende drie jaren (1967-1969) werd op zes eenjarige proefvelden met middelvroege spruitkool in doorpluk de betekenis nagegaan voor opbrengst en kwaliteit van tijdstippen en hoeveelheden van stikstofoverbemesting. Totale N-hoeveelheden van 100, 150, 200 en 250 kg/ha, toegediend als kalkammonsalpeter, werden verdeeld in een matige basisbemesting à 50 kg N/ha bij het planten, gevolgd door drie overbemestingen in vijf verschillende onderlinge gewichtsverhoudingen, t.w. 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 2:2:1, en 1:2:2.
De overbemestingen werden gegeven ongeveer 1, 3 en 4,5 maand na het planten.
Maximale produkties werden verkregen met een totale stikstofgift van 220 tot meer dan 250 kg per ha en een relatief zware eerste en/of tweede overbemesting.
Er diende daarbij rekening te worden gehouden met de neerslaghoeveelheden.
Grondonderzoek op stikstof bood geen, bladanalyse wel enig perspectief voor de stikstofoverbemestingsadvisering en het schatten van de produktie.

9. SUMMARY

Topdressing op Brussels sprouts

The nitrogen fertilizer requirement of Brussels sprouts was investigated in six field trials on light clay soils, during the years 1967-1969. The effect was studied of amound and time of topdressing on quality and quantity of Brussels sprouts harvested more than once. Total amounds of 100, 150, 200 and 250 kg N per ha were applied as ammonium nitrate limestone. Of these amounts, 50 kg was applied in each case at planting time, followed by three topdressings in five different weight ratios, viz., 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 2:2:1 and 1:2:2. Topdressings were given about 1, 3 and 4.5 months after planting. During the growing period also soil and leaf samples were taken for the purpose of finding relations between the percentage of nitrogen in soil and leaves and the nitrogen requirements of the crop.
It was found that the maximum marketable yield was obtained with total amounts of 220 to more than 250 kg N per ha.
Time of topdressing turned out te be very important for the production. The best results were obtained with a relatively high first and/or second topdressing. A heavy third topdressing in October could no longer compensate for a reduction in yield due to shortage of nitrogen.
Increasing the amount of nitrogen to the most favourable range mentioned above resulted in a coarses grading, and slightly lowered the percentage of marketable sprouts.
As more rain has fallen befor a certain topdressing, the rate had to be heavier. The effectiveness of nitrogen increased with higher amounts of precipitation.
The data on the nitrogen status of the upper 30 cm layer of the soil, obtained in this investigation, did not make it possible to determine exactly the optimum rate of fertilization with nitrogen.
However, determination of the total N content of the leaves appears to offer some promise as a means of estimating the nitrogen requirement and predicting the yield.

10. LITERATUUR

An Foras Talúntas , Dublin, 1969, 1972, 1973. Research Reports of the Agricultural Institute, Horticulture and Forestry Division .

Anonymous, 1968. Nitrogen topdressing trial 1966-1967. Kirbon Exp. Hortic. Stn. Rep. 3 (1966): 178-182.

Barnau Sijthoff, P.A. von, 1964. Invloed van de bemesting op de opbrengst en de kwaliteit van spruitkool. Groenten Fruit 19:1323 .

Boon, J. van der, 1953. Inventarisatie van de gegevens van bemestingsproefvelden in de tuinbouw. Rapp. Rijkstuinbouwconsulentschap voor Bodemaangelegenheden, Wageningen.

Cleaver, T.J. and Greenwoods,D.J.,1969. Nitrogen fertiliser requirements of Brussels sprouts. Annu. Rep., Nat. Veg. Res. Stn., Wellesbourne, 1968:42.

Cleaver, T.J., Greenwood, D.J., Whitwell, J.D. and Wood, M.B., 1971. Nitrogen and potassium fertilizer requirements of Brussels sprouts. J. Hortic. Sci. 46:17-31.

Effort Experimental Horticulture Station, Annu. Rep. 1971 (1972) .

Ellis, G.A.V., 1969. The nutrition of dwarf bean and Brussels sprout crops grown for processing. Phosphorus Agric. 53:23-30.

Greenwood, D.J. and Cleaver, T.J., 1971. Nitrogen fertilizer requirements of Brussels sprouts. Agriculture 78:32-35.

Laflin, T.,1973. Research on Brussels sprouts at NVRS. Annu. Rep., Nat. Veg. Res. Stn., Wellesbourne, 1972:19-32.

Luddington Experimental Horticulture Station, Annu. Rep. 1968-2 (1969): 16-17 .

Norman, R.G.,1969. Feeding sprouts grown for freezing. Grower 71: 575-576.

North, C., Taylor, H. and Frith, L.H.,1965. Some cultural techniques used with Brussels sprouts. Exp. Hortic. 12:92-102.

Provinciaal Land- en Tuinbouwinstituut Antwerpen, 1968. Bemestingsproef met spruitkool. Bericht 13:46-49.

Sandwell, I. and Wood, M.B.,1969. Sprout production programme. 2. Seed costs, nutrition and spacing. Commer. Grower 3816:281-283

Stiehl, A.,1965. Hinweise zum Anbau und zur Düngung von Rosenkohl. Gemüse 6:106-107.

Stockbridge House Experimental Horticultural Station 1967, 1968, 1969. Report 1966: 41-55, 1967: 46-49, 1968: 47-50, 51-54.

Tuinbouwkundig Onderzoek, Jaarverslagen 1954-1963. Directie Coördinatie Onderzoek, Min. Landbouw en Visserij, 's-Gravenhage.

Welch, N.C., Tyler, K.B. and Quick, J.,1970. Brussels sprouts growth and nutrient absorbtion. Calif. Agric. 24(7): 12-13.