

12 JAAR "DE SCHREEF"

Resultaten van het vruchtwisselings-  
onderzoek op de bouwplannenproef  
"De Schreef"

1963 t/m 1974

*Results of the crop rotation experiment*  
*"De Schreef"*

ing. O. Hoekstra  
ir. C.A.A.A. Maenhout

INHOUD

Inhoudsopgave	I
Voorwoord	III
1. Inleiding	1
2. Doel, opzet en werkwijze	2
3. Resultaten	4
3.1. Fysische bodemvruchtbaarheid	4
a. De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar	4
b. De actuele structuur van de grond	6
c. Opbouw van de aardappelruggen	10
3.2. Chemische bodemvruchtbaarheid	10
a. Het gehalte aan organische stof	11
b. De fosfaat- en kalitoestand	12
c. Stikstofhuishouding	13
3.3. Nematoden	17
3.4. Onkruidbezetting	20
3.5. Reactie van gewassen op teeltfrequentie en voorvrucht	23
3.5.1. Aardappelen	23
1. Algemeen	23
2. Opbrengsten	25
3. Kwaliteit	30
a. Sortering	31
b. Onderwatergewicht	31
c. Misvormingen	32
d. Knolbezetting met schurft ( <i>Streptomyces scabies</i> ) en <i>Rhizoctonia</i> ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	33
4. Oorzaken van opbrengstverschillen	35

3.5.2.	Suikerbieten	36
1.	Algemeen	36
2.	Opbrengsten	37
3.	De uitwendige kwaliteit en het suikergehalte van de bieten	40
4.	Oorzaken van de opbrengstverschillen	40
3.5.3.	Wintertarwe	40
1.	Algemeen	40
2.	Opbrengsten	41
3.	Oorzaken van de opbrengstverschillen	45
3.5.4.	Zommergerst	46
1.	Algemeen	46
2.	Opbrengsten	48
3.	Kwaliteit	51
4.	Oorzaken van opbrengst- en kwaliteitsverschillen	51
3.5.5.	Overige gewassen	53
3.6.	Synthese	53
3.7.	Bedrijfseconomische aspecten	56
a.	Saldo per gewas	56
b.	Verschillen tussen de praktijkstikstofgift en de optimale stikstofgift in kg-opbrengst en saldo per hectare	57
c.	Bouwplansaldo	60
d.	Bedrijfsuitkomsten	62
4.	Conclusies	66
5.	Samenvatting	69
6.	Summary and conclusions	70
7.	Literatuur	74

VOORWOORD

Het vruchtwisselingsproefveld op "De Schreef" werd in 1963 door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders aangelegd. Een der belangrijkste doelstellingen was na te gaan hoe de bodemvruchtbaarheid en daarmee de opbrengsten veilig konden worden gesteld onder omstandigheden van variërende bouwplansamenstelling.

In 1968, nadat de meest ruime, zesjarige rotaties een volledige omloop hadden doorlopen, besloot de Rijksdienst het proefveld op te heffen.

Het in die tijd opgerichte Proefstation voor de Akkerbouw had in het kader van het technische onderzoek in bedrijfsverband echter belang bij voortzetting van dit waardevolle en unieke proefveld. De mening dat de voor de akkerbouw noodzakelijke opbrengststijging niet alleen binnen de afzonderlijke gewassen, maar evenzeer in het kader van hun onderlinge relaties zou moeten worden gerealiseerd, won veld. De economische noodzaak van vernauwing van het bouwplan in de richting van gewassen met de meest gunstige saldo's per ha - aardappelen, suikerbieten en wintertarwe -, waarmee de praktijk van de akkerbouw in steeds sterkere mate werd geconfronteerd, versterkte de overtuiging dat diepgaand vruchtwisselingsonderzoek wenselijk was.

Om deze redenen nam de afdeling Technisch Onderzoek in Bedrijfsverband van het P.A. het proefveld over. Inmiddels is een tweede rotatiecyclus van zes jaar aan het leven van het proefveld "De Schreef" toegevoegd.

Het is de verdienste van ir. G. Liefstingh, tot 1975 hoofd van deze afdeling, dat hij op overtuigende wijze heeft aangeduid dat de onderlinge relaties tussen de gewassen in diverse vruchtwisselingen, samen met een reeks van bodemvruchtbaarheidsbepalende factoren de uiteindelijke gewasopbrengst in hoge mate mede bepalen. De energieke en deskundige aanpak van de projectleider ing. O. Hoekstra heeft er toe geleid, dat dit vruchtwisselingsproefveld metterdaad zeer belangrijke resultaten en aanwijzingen opleverde;

hij bevorderde daarbij tevens in sterke mate het interdisciplinair bestuderen van de vraagstukken rond de opbrengstbepalende factoren. Dit leidde ertoe dat binnen de afdeling Technisch Onderzoek in Bedrijfsverband tot een veelzijdige benadering werd gekomen. Bovendien ontstond de gelegenheid om kennis en onderzoekcapaciteit van buiten het P.A. in dit onderzoek te betrekken. Zo ontstond een onontbeerlijke en uitstekende samenwerking met medewerkers van CABO, IB, LH, RIJP, NIBEM, Stiboka en andere vakinstituten, die in een begeleidingscommissie zitting hebben. Het resultaat van dit veelzijdige onderzoek werd door ing. O. Hoekstra en ir. C.A.A.A. Maenhout samengevat in dit rapport. Zonder de gewaardeerde medewerking van ir. P. Boekel (IB), ir. J.W. Heringa (CABO), dr. ir. L.A.H. de Smet (Stiboka), ing. H. Vrugink (IPO), ing. L.M. Lumkes en ir. H.H.H. Titulaer (PA) en ing. H. Preuter (PA), die de economische evaluatie verzorgde, zou dit onmogelijk zijn geweest. Een woord van dank is daarom op zijn plaats; nog meer echter een beroep op allen die tot nu toe meewerkten om daarmee door te gaan. Dit laatste omdat het steeds duidelijker wordt dat nog veel vragen moeten worden beantwoord en omdat dit slechts mogelijk is door de hierboven aangeduide multidisciplinaire aanpak.

Zeker niet minder waardering moet uitgaan naar de medewerkers van het proefbedrijf "De Schreef", met name naar de bedrijfsleider, de heer J.A.M. Knipscheer, die op een uitermate bekwame en enthousiaste wijze meewerken aan het tot resultaat doen komen van dit voor de akkerbouw zo belangrijke vruchtwisselingsonderzoek.

Ik hoop dat de in dit rapport aangeduide onderzoekresultaten hun weg naar de Nederlandse akkerbouwers zullen vinden en dat zij er hun voordeel mee zullen doen. Deze resultaten zijn mogelijk niet zonder meer te betrekken op andere bodemtypen dan die van de IJsselmeerpolders; ze zijn echter sprekend genoeg, om er ook elders ernstig rekening mee te houden.

dr. ir. G.P. Termohlen  
directeur Proefstation  
voor de Akkerbouw.

## 1. INLEIDING

In het najaar van 1974 was sinds de aanvang van de proef op elk perceel van het bouwplannenproefveld "De Schreef" voor de 12e maal een gewas verbouwd. Dit betekende, dat de rotaties met 6 gewassen tweemaal een omloop hadden voltooid, de rotaties met 4 gewassen driemaal en de rotaties met 3 gewassen viermaal.

Een evaluatie van de tot dan toe behaalde resultaten is op zijn plaats. Gedurende de laatste jaren van het onderzoek begonnen zich opbrengstverschillen af te tekenen, die vooral afhankelijk lijken te zijn van de teeltfrequentie. Vóór 1970 waren reeds voorvruchteffecten waarneembaar. In dit verslag zijn de resultaten en de stand van het onderzoek naar oorzaken van de opbrengstverschillen weergegeven. Het sluit aan bij eerdere publikaties over de technische en economische resultaten van het vruchtwisselingsproefveld (Hoekstra 1971, Hoekstra en Preuter 1971).

Opgemerkt moet worden dat de in dit verslag vermelde opbrengsteffecten betrekking hebben op een proefveld dat op maagdelijke poldergrond is aangelegd. Een directe overdracht van de resultaten naar situaties op het oude land is niet zonder meer mogelijk, althans niet wanneer de oorzaken van de verschillen nog niet voldoende bekend zijn.

## 2. DOEL, OPZET EN WERKWIJZE

In 1963 ging de bouwplannenproef "De Schreef" te Dronten van start onder auspiciën van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. In 1970 is de proef overgenomen door het Proefstation voor de Akkerbouw.

Het doel van de proef is bij het begin als volgt omschreven:

"Bestudering van de invloed van verschillende systemen van vruchtopvolging op de bodemstructuur, bodemvruchtbaarheid, opbrengst en gezondheidstoestand van de gewassen."

De proef bestaat uit 14 bouwplannen, die in enkelvoud aanwezig zijn. De opzet is zodanig, dat van elk bouwplan elk gewas elk jaar aanwezig is.

De rotatieduur van de verschillende bouwplannen is als volgt:

zeven bouwplannen	6 jaar
twee bouwplannen	4 jaar
vijf bouwplannen	3 jaar

Als thema is een variërend aandeel rooivruchten (aardappelen en suikerbieten) in de proef ingebouwd.

In het overzicht op de uitklappagina zijn de bouwplannen met hun vruchtopvolging en het aandeel rooivruchten vermeld.

De geteelde graszaadsoort is steeds Italiaans raaigras.

De 65 proefstroken zijn elk 12 x 285 m groot. Dit maakt het mogelijk dat de proef op praktijkschaal wordt uitgevoerd en bewerkt, met de beperking dat het niet mogelijk is overdwars bewerkingen uit te voeren (zie foto 1).

De grond is zeer homogeen. De globale karakteristiek van de grond is in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Bodemkarakteristiek bouwplannenproef (gegevens 1962).

*Table 1. Soil characteristics.*

	0-20 cm	20-40 cm
% lutum	30.5	33.8
% CaCO <sub>3</sub>	10.7	9.8
% humus	2.8	2.7
pH water	7.95	7.85
P.citroen	35.2	40.2
P-Al	19.3	20.1
P-water	0.6	0.4

De kalitoestand is dusdanig hoog, dat tot nu toe geen der gewassen een kalibemesting behoefde. Aan fosfaat wordt jaarlijks 110 kg/ha  $P_2O_5$  aan aardappelen en suikerbieten en 55 kg/ha  $P_2O_5$  aan de overige gewassen gegeven.

De grondbewerkingen zijn zo goed mogelijk op de praktijk afgestemd, waarbij risicodragende bewerkingen worden vermeden.

Zaaien en oogsten van een gewas gebeurt zoveel mogelijk op dezelfde datum voor alle bouwplannen, zodat effecten van zaai- of oogsttijdstip worden vermeden. Tot nog toe varieerde de meest gunstige zaai-tijd voor de verschillende bouwplannen weinig.

Door voorzieningen aan de spuitapparatuur kunnen de gewassen worden behandeld tegen ziekten, plagen of onkruiden, zonder dat gewassen op naastliggende stroken gevaar lopen. Bestrijdingsmiddelen worden eveneens zoveel mogelijk met in de praktijk gangbare methoden en middelen uitgevoerd. Bouwplangebonden ziekten, zoals oogvlekkenziekte, worden echter jaarlijks proefsgewijs bestreden zodat naast de opbrengst zonder oogvlekkenziekte-aantasting ook het bouwplangebonden effect van oogvlekkenziekte op de opbrengst kan worden vastgesteld.

De opbrengstcapaciteit van de bouwplannen wordt gemeten met behulp van N-trappen in drievoud die in de gewassen aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst worden aangelegd. In 1969, het jaar waarin de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders het proefveld aan het P.A. heeft overgedragen, is geen stikstofonderzoek uitgevoerd.

Naar de oorzaken van de optredende opbrengstverschillen wordt gezocht in samenwerking met een groot aantal instellingen voor landbouwkundig onderzoek, w.o.

Centrum voor Agrarbiologisch Onderzoek	CABO
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid	IB
Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek	IPO
Landbouwhogeschool	LH
Nationaal Instituut voor Brouwgerst, Mout en Bier - TNO	NIBEM
Plantenziektenkundige Dienst	PD
Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders	RIJP
Stichting voor Bodemkartering en andere instellingen.	Stiboka



### 3. RESULTATEN

#### 3.1 Fysische bodemvruchtbaarheid

Vanaf 1970 is door het I.B. (Zwiers, 1976) medewerking verleend bij het onderzoek naar de invloed van vruchtwisseling op de fysische en chemische vruchtbaarheid van de grond. Het bodemfysisch onderzoek omvat de bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar, de actuele structuur van de grond tijdens de groeiperiode, de opbouw van de aardappelruggen en de ruimtelijke opbouw van het profiel.

##### a. De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar

Vanaf 1971 is ieder voorjaar, voordat met het zaai- en pootklaar maken van de grond werd begonnen, de bewerkbaarheid gekwalificeerd. Dit gebeurde a) door bepaling van het vochtgehalte;

- b) door onderzoek van de plasticiteit;
- c) door beoordeling van de grond op het oog en op het gevoel (waarbij een bewerkbaarheidscijfer tussen 1 en 10 werd gegeven; hierbij is een laag cijfer slecht en een hoog cijfer goed).

De plasticiteit is bepaald met behulp van een in de keramische industrie in gebruik zijnde "Plastizitätsmessgerät". In het algemeen kan worden gezegd dat de bewerkbaarheid minder is, en de plasticiteitswaarde ( $\text{kg/cm}^2$ ) geringer, naarmate het vochtgehalte hoger is. Nagegaan werd of er een invloed van het gewas, voor of tijdens de beoordeling aanwezig, of van het bouwplan was. Daartoe werden per gewas, per voorvrucht en per rotatie de gemiddelden van de waarderingcijfers voor de bewerkbaarheid, van de vochtgehalten en van de plasticiteitswaarden over de hele periode 1971-1975 berekend. Het resultaat is in tabel 2 samengevat. Daaruit kan worden geconcludeerd dat de verschillen in bewerkbaarheid van de akkerbouwpercelen tussen de rotaties zeer gering zijn. Wel kan enige invloed van de voorvrucht worden geconstateerd: zomergerst met Italiaans raaigras geeft een betere bewerkbaarheid dan zomergerst zonder raaigras (bewerkbaarheid 5.1 : 4.9). Grasland geploegd of niet geploegd gaf in het voorjaar een wat drogere grond.

Ten aanzien van het gewas (tabel 2b) blijken percelen die reeds



vóór de winter zijn ingezaaid in het voorjaar iets natter te zijn (wintertarwe, koolzaad, raaigras en grasland). Al langer liggende graslanden komen als droger naar voren.

Een rotatie-invloed op de bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar is uit het beschikbare cijfermateriaal niet af te leiden (tabel 2c).

#### b. De actuele structuur van de grond

Als maat voor de actuele structuur van de grond zijn in de jaren 1970 t/m 1973 gedurende de groeiperiode het poriënvolume en het luchtgehalte bij pF 2,0 bepaald. De verkregen cijfers betreffende poriënvolume en luchtgehalte zijn op dezelfde wijze als bij de bewerkbaarheid gerangschikt, waarbij de gemiddelde cijfers per voorvrucht, per verbouwd gewas en per rotatie zijn berekend.

Het resultaat is weergegeven in tabel 3. Daaruit lijken verschillen in actuele structuur naar voren te komen onder invloed van voorvrucht en verbouwd gewas. Na de voorvrucht groene erwten wordt de beste actuele structuur gevonden, na de voorvrucht grasland de slechtste (tabel 3a por.vol. 54.8 : resp. 51.9).

Ook lijkt de actuele structuur verband te houden met het aanwezige gewas (tabel 3b). Percelen met suikerbieten zijn het slechtst (por. vol. 51.8), percelen met haver, wintertarwe en koolzaad het gunstigst (por.vol. resp. 54.6, 55.0 en 53.8; visueel 6.70, 7.00 en 7.80).

Hier is echter een duidelijke koppeling met de voorvrucht aannemelijk. De haver en de meeste wintertarwe worden verbouwd na erwten. De relatie gewas : voorvrucht, uitgedrukt in het poriënvolume (vastgesteld per bouwplan en nadien, voorzover in variaties aanwezig, gemiddeld) is weergegeven in tabel 4. Op de actuele structuur in het groeiseizoen lijkt het aanwezige gewas een grotere invloed te hebben dan de voorvrucht.

Tabel 3. Actuele structuur van de bouwvoor (0-20 cm).  
 Table 3. Actual structure of the soil (0-20 cm).

a. voorvrucht	gem. 1970 t/m 1973		visuele beoord.	b. gewas	gem. 1970 t/m 1973		visuele beoord.	c. rotatie	gem. 1970 t/m 1973		visuele beoord.
	por. vol. % lucht vol. bij pf 2.0	% lucht vol. bij pf 2.0			por. vol. % lucht vol. bij pf 2.0	% lucht vol. bij pf 2.0			por. vol. % lucht vol. bij pf 2.0	% lucht vol. bij pf 2.0	
aardappelen	52,9	12,0	6,6	aardappelen	53,5	12,5	6,9	1	53,5	12,5	6,9
sukerbieten	52,8	11,7	6,6	sukerbieten	51,8	9,4	6,2	2a	53,2	12,6	6,7
haver	53,1	12,0	6,3	haver	54,6	15,0	6,7	2b	53,0	11,7	6,6
zomergerst	52,9	11,2	6,5	zomergerst	53,0	11,7	6,7	3a	52,5	11,0	6,5
zomergerst	52,7	11,3	6,5	vlas	52,5	11,8	6,3	3b	52,5	10,8	6,7
vlas	53,0	11,6	6,9	gr. erwten	53,1	11,7	6,4	3c	53,0	12,1	6,8
gr. erwten	54,8	15,3	6,9	wintertarwe	55,0	16,1	7,0	3d	52,5	10,3	6,5
luzerne				graszaad	53,4	13,2	6,8	4a	53,2	12,5	6,5
wintertarwe	52,1	11,3	6,3	koorzaad	53,8	12,7	7,9	4b	52,6	11,7	6,5
koorzaad	52,1	9,9	6,0	luzerne	51,8	9,7	6,8	5a	51,6	10,2	6,3
graszaad	52,5	11,0	6,6					5b	52,2	11,2	6,6
grasl. gepl.	51,9	8,5	6,4					6a	53,2	12,1	6,5
								6b	53,3	11,7	6,5
								6c	53,9	12,7	6,5
preceding crop	average 1970, 171, 172, 173		visual quality	crop	average 1970, 171, 172, 173		visual quality	rotation	average 1970, 171, 172, 173		visual quality
por. vol. % at pf 2.0	% at pf 2.0	por. vol. % at pf 2.0			% at pf 2.0	por. vol. % at pf 2.0			% at pf 2.0		

Tabel 4. Actuele structuur bij de verschillende gewassen, voorafgegaan door verschillende voorvruchten (1970-1973).

Table 4. Actual soil structure under different crops with the preceding crops (1970-1973).

gewas crop	voorvrucht preceding crop	poriën- volume pore volume	visuele beoord. visual structure value	volume % lucht volume % air
suikerbieten	graszaad	52,2	6,3	10,1
	vlas	51,2	6,3	7,6
	kunstweide	51,4	6,4	8,5
	wintertarwe	51,9	6,3	9,6
	aardappelen	51,7	6,2	9,3
groene erwten	zomergerst	52,4	6,4	9,9
	suikerbieten	53,2	6,5	12,6
graszaad	vlas	53,6	6,9	12,9
	zomergerst	53,3	6,6	13,3
	aardappelen	53,2	6,8	13,4
zomergerst	koolzaad	52,1	6,9	9,9
	aardappelen	53,3	6,7	12,6
	suikerbieten	52,7	6,6	11,3
	haver	53,1	6,7	12,0
	groene erwten	54,1	6,7	12,7
wintertarwe	groene erwten	55,2	7,1	16,2
	aardappelen	54,8	6,8	15,9
haver	groene erwten	54,6	6,7	15,0
vlas	wintertarwe	52,6	6,3	11,7
koolzaad	graszaad	53,9	7,8	12,7
luzerne	zomergerst	51,7	6,8	9,7

Wanneer uit de structuurcijfers, bij de verschillende gewassen, voor ieder bouwplan de gemiddelde structuur wordt berekend, dan blijken die waarden bij de meeste bouwplannen vrijwel in overeenstemming met de waargenomen gemiddelden (tabel 5). Alleen de bouwplannen 3a en 5a zijn slechter dan volgens de verbouwde gewassen zou worden verwacht, terwijl de bouwplannen 6b en 6c relatief gunstiger zijn (tabel 5, waargenomen en berekend poriënvolume, luchtgehalte en visuele beoordeling). Dit is een aanwijzing dat de actuele structuur van de grond bij de intensieve bouwplannen iets slechter is geworden en die met veel kunstweiden iets beter.

Tabel 5. Vergelijking van uit de verbouwde gewassen berekende structuurcijfers per rotatie met de waargenomen structuur.

Table 5. Comparison of measured figures and calculated from individual crops of the structure of the soil per rotation.

rotatie	waargenomen			berekend		
	por.vol.	vol.% lucht	visueel	por.vol.	vol.% lucht	visueel
	<i>measured</i> pore volume	<i>volume</i> % air	<i>visual</i> quality	<i>calculated from individual crops</i> pore volume	<i>volume</i> % air	<i>visual</i> quality
1	53,5	12,5	6,9	53,5	12,9	6,8
2a	53,2	12,6	6,7	53,4	12,9	6,6
2b	53,0	11,7	6,6	53,1	12,3	6,6
3a	52,5	11,0	6,5	53,1	12,1	6,5
3b	52,5	10,8	6,7	52,4	10,7	6,7
3c	53,0	12,1	6,8	53,2	12,5	6,8
3d	52,5	10,3	6,5	52,4	10,6	6,5
4a	53,2	12,5	6,5	53,3	12,4	6,6
4b	52,6	11,7	6,5	52,7	11,4	6,6
5a	51,6	10,2	6,3	52,4	10,6	6,5
5b	52,2	11,2	6,6	52,6	11,3	6,5
6a	53,2	12,1	6,5	53,1	12,0	6,5
6b	53,3	11,7	6,5	52,6	10,9	6,4
6c	53,9	12,7	6,5	52,4	10,6	6,5

c. Opbouw van de aardappelruggen

Gegevens over de hoeveelheid losse grond en het percentage kluiten groter dan 20 mm zijn vermeld in tabel 6.

Tabel 6. Opbouw van de aardappelruggen.

*Table 6. Quality of potatoe ridges.*

	totale hoeveelheid losse rotatie grond per meter ruglengte gemiddeld 1970/1973 <i>total amount of loose soil rotation per meter ridge (average 1970-1973)</i>		kluiten groter dan 20 mm in % gemiddeld 1970/1973 <i>clods bigger than 20 mm in % average 1970-1973)</i>
	<u>in kg</u>	<u>rel.</u>	
2a	58	106	4,3
3a	55	100	3,5
3b	55	100	3,3
3c	57	104	3,5
4a	57	104	4,5
4b	57	104	4,3
5a	57	104	4,5
5b	58	106	4,8
6a	64	116	4,3
6b	63	115	3,5
6c	60	109	2,8

Gemiddeld blijkt dat over de jaren 1970-1973 tussen de bouwplannen geringe verschillen voorkwamen. Alleen de bouwplannen met kunstweide hadden meer losse grond in de rug.

3.2 Chemische bodemvruchtbaarheid

Het IB en het PA volgen het verloop van de chemische bodemvruchtbaarheid in de proef. Daarbij zijn het organische stofgehalte, het fosfaatgehalte en het kaligehalte enkele malen bepaald. De N-huishouding wordt sinds 1974 bestudeerd. Ook andere chemische effecten onder invloed van de verschillende vruchtwisselingssystemen worden nagegaan.

a. Het gehalte aan organische stof

In verband met verschillen in voorziening met organische stof tussen de bouwplannen zou verwacht mogen worden dat de gehalten aan organische stof in de loop der jaren wat uiteen gingen lopen. In hoeverre dat het geval is, blijkt uit tabel 7, waarin de gemiddelden per rotatie van de organische stofgehalten, zoals in 1970, 1972 en 1975 op alle veldjes zijn bepaald, zijn vermeld. Het gemiddeld iets lagere gehalte in 1972 is niet goed verklaarbaar. Mogelijk speelt het tijdstip van bemonstering daarbij een rol.

Tabel 7. Gemiddelde gehalten aan organische stof.

*Table 7. Average content of organic matter in the soil.*

rotatie <i>rotation</i>	1970	1972	1975	gemiddelde van 1970, '72 en '75 <i>average over 1970, 1972 and 1975</i>
1	3,12	2,97	3,02	3,04
2a	3,11	2,93	2,96	3,00
2b	3,08	2,93	3,00	3,00
3a	3,08	2,98	3,01	3,02
3b	3,12	2,99	3,03	3,05
3c	3,13	3,02	3,05	3,07
3d	3,13	2,88	3,00	3,00
4a	3,04	2,96	3,03	3,01
4b	3,10	3,02	3,04	3,05
5a	3,05	2,93	2,99	2,99
5b	3,01	2,96	3,03	3,00
6a	3,10	2,98	3,08	3,05
6b	3,19	2,99	3,10	3,09
6c	3,26	3,06	3,20	3,17

Slechts de rotaties met twee- en driejarige kunstweide lijken een iets hoger gehalte aan organische stof te hebben. Tussen de andere objecten zijn de verschillen zeer gering. Er is geen aanwijzing, dat het gehalte aan organische stof door vernauwing en intensivering van het bouwplan is teruggelopen.



b. De fosfaat- en kalitoestand

De gegevens over de bemestingstoestand met fosfaat en kali zijn vermeld in tabel 8.

Tabel 8. Fosfaat- en kalitoestand bij verschillende rotaties.

*Table 8. Fosfate and potassium contents in different rotations.*

rotatie	1972		1975		jaarlijkse P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gift in kg/ha
	P <sub>w</sub>	K <sub>ox</sub> mg/100g	P <sub>w</sub>	K <sub>ox</sub> mg/100g	
<i>rotation</i>					<i>yearly dressing of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)</i>
1	25	37	28	43	56
2a	26	35	31	39	65
2b	26	41	29	42	65
3a	25	42	32	42	74
3b	26	35	30	36	74
3c	27	39	38	39	74
3d	27	39	27	40	74
4a	27	39	35	42	83
4b	26	39	35	42	83
5a	28	36	38	40	93
5b	28	40	35	41	93
6a	27	38	26	37	74
6b	22	39	28	36	74
6c	25	39	23	34	74
<i>gemiddeld average</i>	26	38	31	39½	

Over het geheel genomen is in de periode 1972-1975 het fosfaatgehalte iets toegenomen, terwijl de kalitoestand vrijwel gelijk is gebleven. Bovendien blijkt dat de fosfaatstoestand het hoogst is en het meeste toeneemt bij de rotaties met het grootste aandeel aan aardappelen en bieten. Mogelijk is dit een gevolg van de daarbij toegepaste zwaardere bemestingen. Alleen bij de rotaties met kunstweide neemt de fosfaatstoestand niet toe ondanks de toch vrij hoge bemestingen. De kalitoestand is niet bij alle rotaties gelijk.

De objecten met kunstweide hebben in 1975 een iets lager  $K_{Ox}$  dan gemiddeld over het gehele proefveld.

### c. Stikstofhuishouding

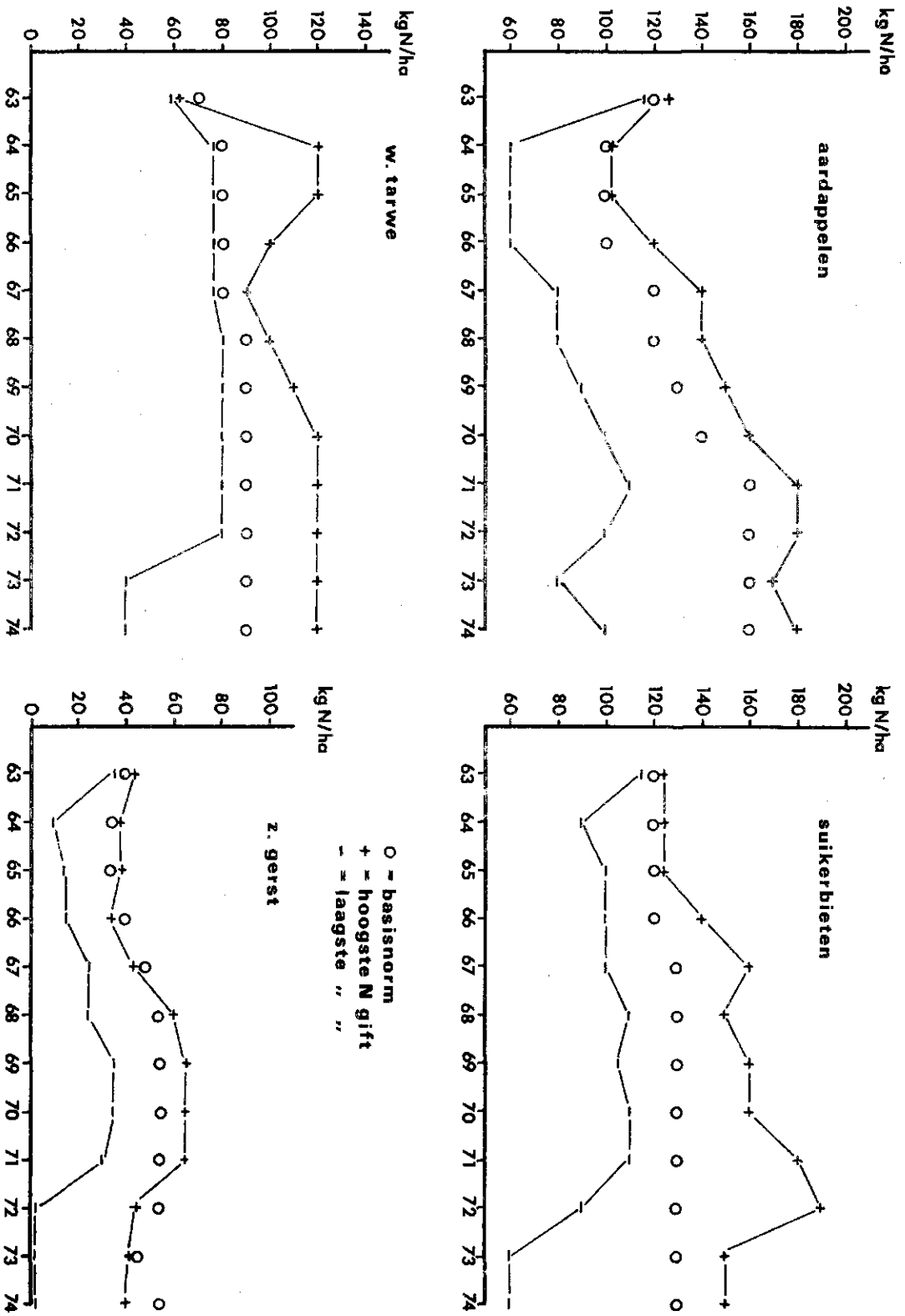
Zoals in de inleiding is vermeld, wordt de opbrengstcapaciteit van de testgewassen aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst in de bouwplannen gemeten met behulp van stikstoftrappen. Ook worden de opbrengsten in de N-trappen gebruikt om de praktijkstikstofgift te verfijnen. Bij het bepalen van de hoogte van de praktijkstikstofgift wordt uitgegaan van z.g. basisnormen. Dit zijn op ervaring gebaseerde globale giften voor de verschillende gewassen. De basisnorm voor aardappelen is na een daling in de eerste drie jaar van de proef vrij sterk en snel gestegen naar een niveau van 150 kg N/ha. Granen en suikerbieten hebben hun bemestingsniveau vrij snel bereikt en zijn vervolgens constant gebleven. De uiteindelijke praktijkgift voor een bepaald jaar komt voor de gewassen tot stand door het toepassen van toeslagen en aftrekposten op de basisnormen. Daarbij wordt o.a. rekening gehouden met verschillen in voorvrucht, groenbemesting, structuurbederf etc.

In de loop der jaren is de praktijkgift voor de gewassen in de verschillende bouwplannen sterk gaan verschillen (figuur 1).

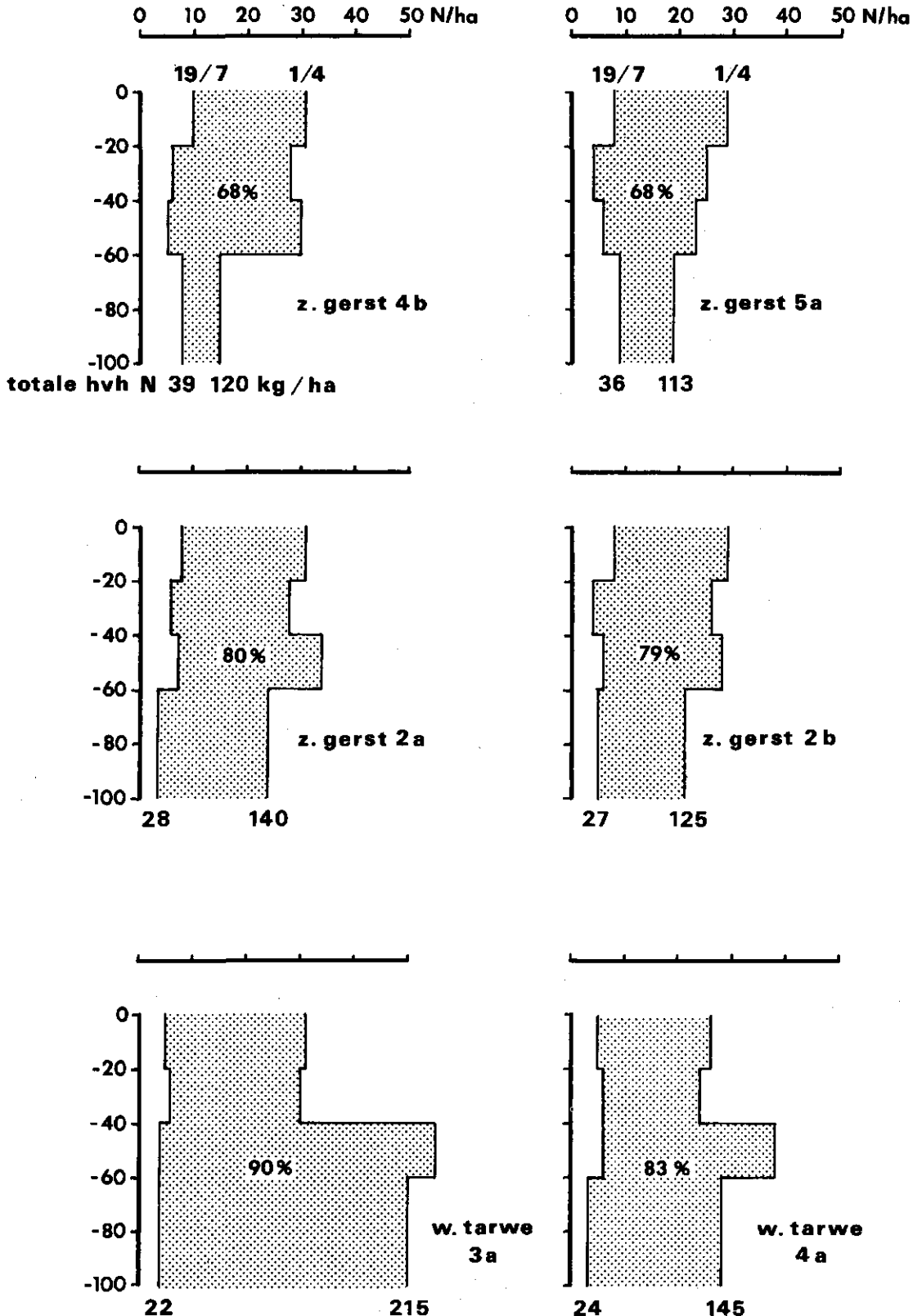
Bij het bepalen van de uiteindelijke praktijkgift worden de laatste jaren ook de resultaten van het stikstofprofielonderzoek betrokken. Daartoe werden bij granen, suikerbieten en aardappelen stikstofprofielmonsters genomen tot op een diepte van 100 cm per laag van 20 cm. De bemonsteringen zijn in 1974 op de 0-N-velden uitgevoerd op 1 april; tegen de afrijping van de granen en bij het loofmaximum van de aardappelen en suikerbieten. Vergelijking van de hoeveelheden in het profiel aanwezige stikstof op die data geeft een indicatie van de opname door de gewassen in de tussenliggende periode.

Gemiddeld over alle bemonsterde bouwplannen bedraagt in 1974 de onttrekking voor zomergerst 74% en voor wintertarwe 85%. In nauwe rotaties liggen deze percentages lager dan in ruimere (figuur 2).

Door zomergerst was in de ruime bouwplannen 2a en 2b op 19 juli ca. 80% van de op 1 april aanwezige stikstof verdwenen. In de nauwere bouwplannen 4b en 5a was dit 68%. Hetzelfde verschijnsel treedt op bij de wintertarwe in de bouwplannen 3a (zesjarig) en 4a (vierjarig).



Figuur 1. Basisnormen N-gift in kg/ha; rotatie-afhankelijke differentiatie van de werkelijke praktijkgift in de tijd. Rotation dependent differentiation of the practical N-application (1963 - 1974). The influence of weather conditions is leveled out by adapting the standard N-application (0 is standard ~; + highest ~ and - lowest N-application).



Figuur 2. Verdeling in het profiel van de hoeveelheid minerale N op resp. 1/4/1974 en 19/7/1974 en de N-onttrekking (in %).

Total amount of nitrogen (water soluble  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) and place in het profiel (0 - 100 cm) at 1/4/1974 and 19/7/1974. The decrease during this period is given in percentages.

De bouwplannen 2a en 2b, met een zesjarige rotatie verschillen slechts in één gewas, t.w. aardappelen resp. suikerbieten. Tussen deze rotaties blijkt een verschil in stikstofhuishouding op te treden na de teelt van deze gewassen. Voor het zaaien resp. poten van de suikerbieten en de aardappelen is de stikstofhoeveelheid en verdeling in het profiel gelijk. Voor het zaaien van het volgende gewas zomergerst blijkt na aardappelen meer stikstof in het profiel aanwezig te zijn, als gevolg van een geringere N-onttrekking door de aardappel. Twee jaar later bij wintertarwe is dit verschil weer grotendeels verdwenen (tabel 9).

Tabel 9. Stikstofhoeveelheid en verdeling in het profiel in de bouwplannen 2a en 2b.

Table 9. Amount of nitrogen and place in the profile in the rotations 2a en 2b.

bouwplan 2a <i>rotation</i> 2a	vlas <i>flax</i>	gras- zaad <i>grass</i> seed	aard- appelen <i>pota-</i> <i>toes</i>	zomer- gerst <i>spring-</i> <i>barley</i>	groene erwten <i>peas</i>	winter- tarwe <i>winter-</i> <i>wheat</i>
0-20	-	-	26,0	31,2	-	20,8 kg N/ha
20-40	-	-	26,2	28,2	-	24,2 " "
40-60	-	-	22,6	33,8	-	43,2 " "
60-100	-	-	26,0	47,2	-	78,0 " "
totaal in profiel <i>total in profile</i>			100,8	140,4		166,2 " "
bouwplan 2b <i>rot.</i> 2b	vlas <i>flax</i>	gras- zaad <i>grass-</i> <i>seed</i>	suiker- bieten <i>s.beet</i>	zomer- gerst <i>spring</i> <i>barley</i>	groene erwten <i>peas</i>	winter- tarwe <i>winter-</i> <i>wheat</i>
0-20	-	-	26,0	28,6	-	26,0 " "
20-40	-	-	26,2	26,2	-	28,2 " "
40-60	-	-	20,6	28,2	-	39,4 " "
60-100	-	-	28,4	42,4	-	75,6 " "
totaal in profiel <i>total in profile</i>			101,2	125,4		169,2 " "

Deze eerste resultaten van het stikstofprofielonderzoek geven aan, dat zich een bouwplangebonden stikstofhuishouding is gaan vormen. Verder onderzoek zal de betekenis hiervan voor de stikstofbemesting en opbrengstcapaciteit moeten aantonen.



Foto 1. Overzicht van de bouwplannenproef "De Schreef".  
*Crop rotation experiment "De Schreef"; general view.*



Foto 2. Aantasting door het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*) bij suikerbieten (foto P.D.).  
*Symptoms of rootknot nematode (*Meloidogyne naasi*) on sugarbeet.*

### 3.3 Nematoden

"De Schreef" is in 1968 steekproefsgewijs onderzocht op de aanwezigheid van plantenparasitaire aaltjes. Op dat moment zijn praktisch geen nematoden in de grond aangetoond (tabel 10).

Tabel 10. Aaltjesdichtheid per 100 ml grond op de bouwplannenproef; 13 februari 1968.

Table 10. Nematode population per 100 ml of soil in the crop rotation experiment (13-02-'68).

bouwplan rotation	gewas 1967 crop 1967	Paratylenchus sp.	Pratylenchus sp.
1	koolzaad <i>rape</i>	0	0
1	vlas <i>flax</i>	6	0
3a	aardappelen <i>potatoes</i>	0	0
3c	aardappelen <i>potatoes</i>	0	0
3d	suikerbieten <i>s.beet</i>	5	0
4a	aardappelen <i>potatoes</i>	0	24
4b	suikerbieten <i>s.beet</i>	0	0
5a	suikerbieten <i>s.beet</i>	0	0
5b	aardappelen <i>potatoes</i>	0	0

Na 12 jaar teelt van gewassen in verschillende frequenties tekent zich een van de vruchtwisseling afhankelijke besmetting met aaltjes in de bouwvoor af. Op percelen waar een ruime vruchtwisseling met qua waardplantgeschiktheid verschillende gewassen heeft plaats gehad, komen vrijlevende plantenparasitaire aaltjes nog nauwelijks in aantoonbare dichtheden voor (bijv. op bouwplan 3a; vlas - suikerbieten - zomergerst - erwten - aardappelen - wintertarwe). Cystevormende aaltjes zijn nog nergens op het proefveld in aantoonbare dichtheden aanwezig.

In rotaties die nauwer of eenzijdiger zijn dan het bouwplan 3a komen *Pratylenchus*- en *Paratylenchus*soorten voor. Hierbij is de frequentie van geschikte waardplanten in de rotaties bepalend voor de populatiedichtheden van de aaltjes.

Bij het bereiken van hoge populatiedichtheden speelt ook, behalve de samenstelling van het bouwplan, het tijdstip van beginbesmetting een

belangrijke rol. Globaal kan echter worden gesteld, dat in rotaties met een belangrijk aandeel gramineeën beduidend hogere dichtheden aanwezig zijn dan in voor wat betreft grasachtigen minder eenzijdige bouwplannen (tabel 11).

Tabel 11. Invloed van het bouwplan op het voorkomen van vrijlevende plantenparasitaire nematoden, najaar 1974.

Table 11. Influence of the crop rotation on the number of freeliving plantparasitic nematodes.

aantal aaltjes per 100 ml grond number of nematodes per 100 ml of soil						
bouwplan 3a rotation 3a						
crops 1974 gewassen 1974	flax vlas	s.beet suiker- bieten	s.barley zomer- gerst	peas erwten	potatoes aardap- pelen	w.wheat winter- tarwe
aaltjessoort nematode species						
Pratylenchus sp.	10	5	10	5	10	0
Paratylenchus sp.	0	5	0	0	5	0
bouwplan 4a rotation 4a						
crops 1974 gewassen 1974		s.beet suiker- bieten	s.barley zomer- gerst	potatoes aardap- pelen	w.wheat winter- tarwe	
aaltjessoort nematode species						
Pratylenchus sp.		350	585	325	905	
Paratylenchus sp.		25	430	10	840	
bouwplan 5a rotation 5a						
crops 1974 gewassen 1974		sugarbeet suikerbieten	s.barley zomergerst	potatoes aardappelen		
aaltjessoort nematode species						
Pratylenchus sp.		75	140	100		
Paratylenchus sp.		30	10	0		

De gemeten dichtheden van Pratylenchus- (vnl. neglectus) en Paraty-



lenchussoorten doen, voor zover bekend, geen schade aan de gewassen. In bouwplannen met 2/3 granen komt een wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne naasi*, voor in dichtheden die mogelijk economische schade kunnen veroorzaken (bouwplan 3c, aardappelen - zomergerst - graszaad, en bouwplan 3d, suikerbieten - zomergerst - grasland)(zie foto 2). Tijdens een steekproefsgewijze aaltjesbemonstering in mei 1972 zijn in bouwplan 3 d - na grasland - 345 larven per 100 ml grond gevonden; in maart 1973 waren op bouwplan 3c - na graszaad - 1340 larven per 100 ml grond aanwezig. Daar vooral suikerbieten schade van dit aaltje kunnen ondervinden, is vanaf 1973 in bouwplan 3d onderzoek uitgevoerd naar de mate van voorkomen van *Meloidogyne naasi* en de invloed op de opbrengst. Gedurende de drie jaar van dit onderzoek is op "De Schreef" geen toename van de aaltjesdichtheid waargenomen. Tussen de drie gewasstroken van bouwplan 3d was een duidelijk verschil in besmetting aanwezig: op strook één en twee kwamen geen populaties van betekenis voor, terwijl op strook drie (in het bijzonder op de noordzijde) populaties tot 500 larven per 100 ml grond voorkwamen.

Door cumulatieve toepassing van 50 kg Temik 10G/ha breedwerpig in drievoud vanaf 1973 op elk gewas in het voorjaar toegepast, is getracht een indruk te verkrijgen van de schadelijkheid van *Meloidogyne naasi*. Hoewel in zomergerst en suikerbieten in de jaren 1974 en 1975 na toepassing van Temik meeropbrengsten van 5 tot 10% zijn verkregen, kon alleen in 1975, toen de bieten op strook 3 werden verbouwd, een relatie tussen de aaltjesdichtheid, de mate van wortelsymptomen en de opbrengst worden waargenomen, hetgeen op enige schade kan duiden. In de zomergerst is op met Temik behandelde veldjes een toename van het halmgetal waargenomen ten opzichte van onbehandelde veldjes. In 1973 had dit een negatieve invloed op de opbrengst, in 1975 een positieve. De oorzaak van dit effect is niet duidelijk.

Concluderend kan worden gesteld, dat in de bouwplannenproef "De Schreef", na 12 jaar vruchtwisseling, plantenparasitaire aaltjes aan betekenis beginnen te winnen, maar dat zij in dit stadium waarschijnlijk nog geen rol van betekenis spelen, voor wat betreft de opbrengst van de gewassen.

### 3.4 Onkruidbezetting

Zowel met chemische als mechanische middelen wordt in alle gewassen een zo goed mogelijke onkruidbestrijding nagestreefd. Toch komen tussen de bouwplannen als gevolg van de veelheid van vruchtopvolgingssituaties en teeltfrequenties verschillen voor in aard en mate van onkruidbezetting.

Gedurende de jaren 1971-1974 is per gewas voor elk bouwplan de onkruidbezetting vastgesteld. De beoordelingscijfers werden vlak voor de onkruidbestrijding gegeven.

In tabel 12 zijn deze cijfers weergegeven voor de belangrijkste zaad- en wortelonkruiden en de opslag van Italiaans raaigras.

Tabel 12. Onkruidbezetting (relatieve cijfers) per bouwplan over de periode 1971-1974.

Table 12. Presence of weeds (relative figures) per rotation in the period 1971-1974.

bouwplan rotation	1	2a	2b	3a	3b	3c	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
soort onkruid weed species														
<u>zaadonkruiden</u> annual weeds														
muur chickweed	8	4	5	6	7	5	7	2	3	2	2	5	2	3
perzikkruid persicaria	1	1	1	4	1	5	2	2	2	5	2	2	2	1
kleefkruid goosegrass	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>wortelonkruiden</u> perennial weeds														
melkdistel sow thistle	1	0	0	2	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
akkerdistel creeping thistle	2	1	1	5	10	1	5	2	1	4	1	1	1	1
klein hoefblad colts food	1	0	1	2	13	0	2	4	0	3	1	1	1	0
akkermeikdistel perennial sow thistle	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
opslag It. raaigras regrowth It. rye grass	8	6	5	0	0	12	0	0	7	0	4	0	0	0

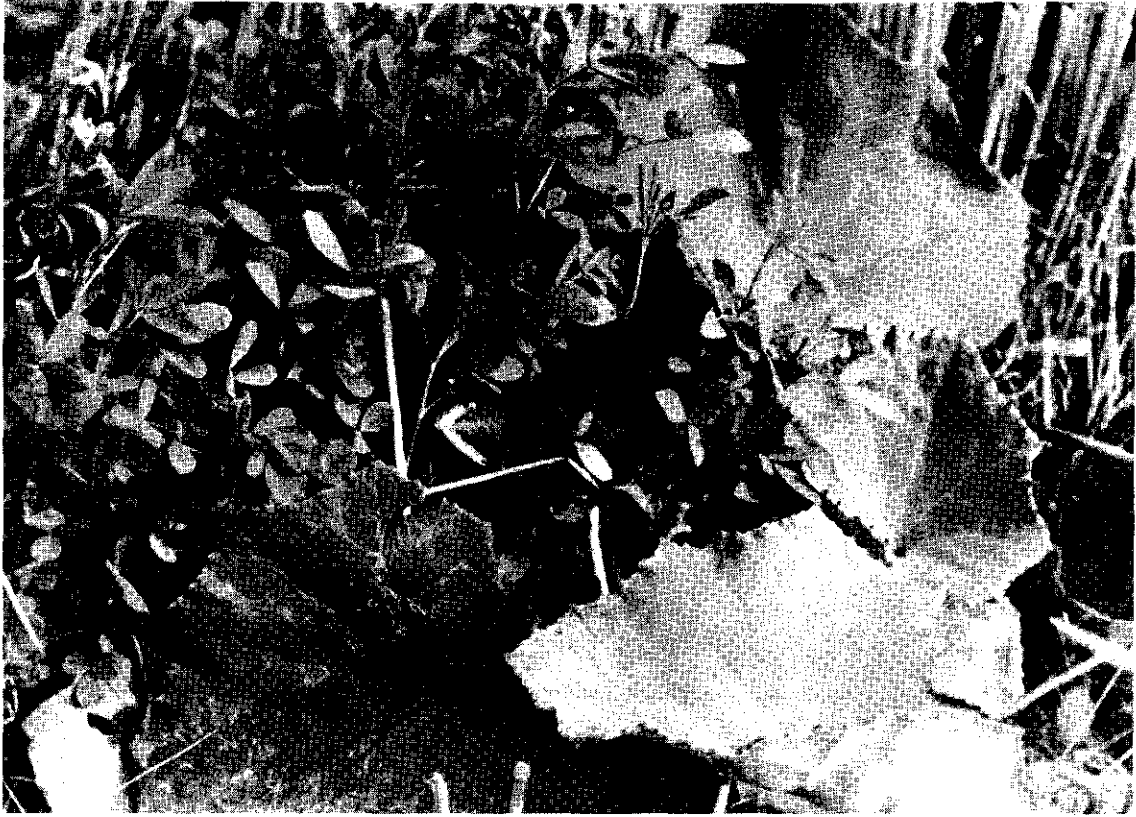


Foto 3. Klein hoefblad vormt een probleem in bouwplan 3b.  
*Coltsfoot (Tussilago farfara) specially occurs in rotation  
3b (potatoes-barley-alfalfa) where spraying of growth  
regulating substances is not possible in most of the crops.*



Foto 4. Italiaans raaigras voor zaadwinning kan makkelijk aanleiding  
geven tot opslag in volggewassen.  
*Italian ryegrass for seed production can easily lead to  
regrowth in succeeding crops.*



Foto 5. Aardappelopslagplanten in suikerbieten.  
*Volunteer potatoes in sugarbeets.*

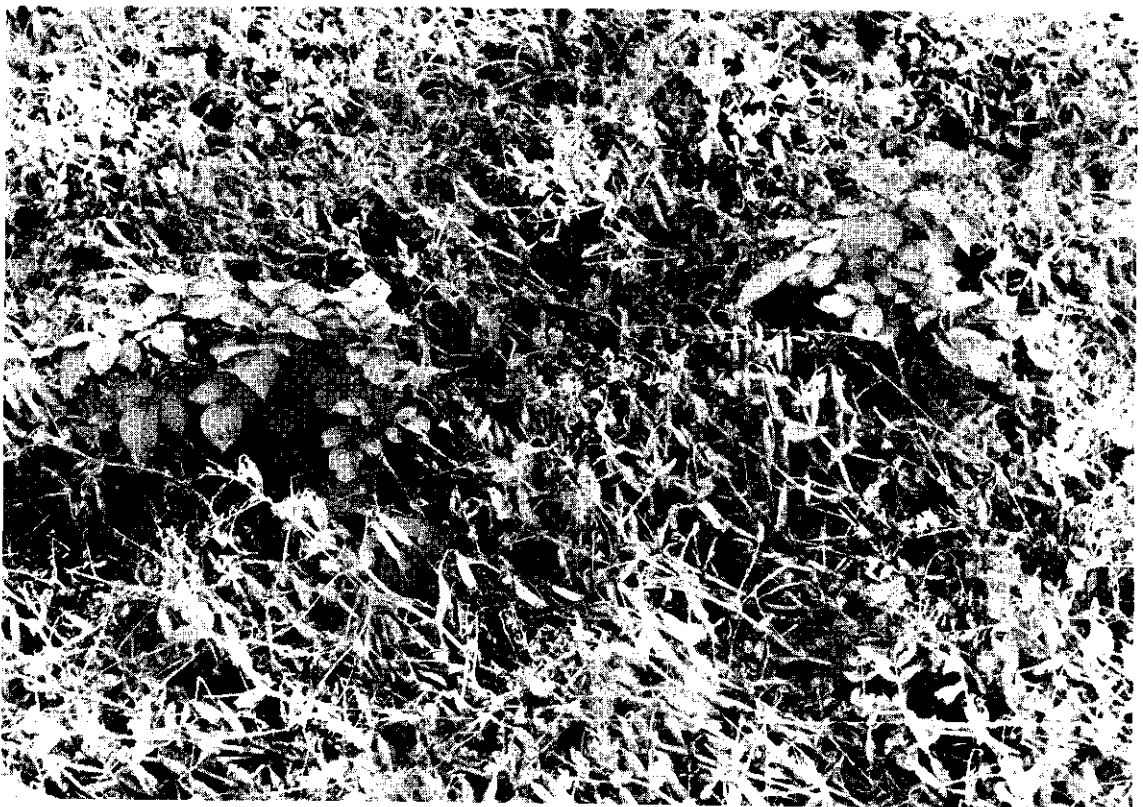


Foto 6. Aardappelopslagplanten in groene erwten.  
*Volunteer potatoes in peas.*

Muur komt in alle bouwplannen voor; in de nauwe bouwplannen 4a, 4b, 5a en 5b is de bezetting minder dan in ruimere bouwplannen.

Perzikkruid is vooral waargenomen in de bouwplannen 3a, 3c en 5a.

Kleefkruid komt vooral voor in de bouwplannen met veel maaigewassen (1, 2a en 2b). De laatste jaren kon ook in bouwplan 3a kleefkruid worden waargenomen. Vooral in de wintertarwe en het koolzaad van bouwplan 1 dreigt kleefkruid een probleem te gaan vormen.

Wortelonkruiden zoals akkerdistel en klein hoefblad krijgen in bouwplan 3b door het ontbreken van mogelijkheden tot chemische bestrijding gelegenheid in grote aantallen voor te komen (zie foto 3). Het optreden van deze onkruiden vormde een zodanig probleem, dat najaar 1974 er toe is overgegaan de laatste snede luzerne op te offeren teneinde een bestrijding met groeistoffen in de herfst uit te kunnen voeren.

Verder valt op, dat in de bouwplannen 3a, 3d, 4a en 5a wortelonkruiden van betekenis voorkomen.

Opslag van Italiaans raaigras komt uiteraard alleen voor in bouwplannen waar dit gewas als hoofdgewas voorkomt. Deze opslag draagt een cumulatief karakter vooral in bouwplannen met 1 op 3-teelt van Italiaans raaigras (zie foto 4).

Een bijzonder probleem vormt de aardappelopslag, die in de volggewassen na aardappelen steeds is voorgekomen (zie foto's 5 en 6). Sinds najaar 1972 is de herfstgrondbewerking na aardappelen gewijzigd van ploegen in cultivateren, waardoor het rooiverlies bovenin de bouwvoor is gebleven. Door de milde winters 1972/73 en 1973/74 heeft dit echter weinig bijgedragen tot de vermindering van dit opslagprobleem. Als onkruid zijn de opslagplanten vooral hinderlijk in de bieten die direct op het aardappelgewas volgen, nl. in de bouwplannen 5a, 6a, 6b en 6c. Opslagplanten kunnen bovendien bijdragen tot het instandhouden van knolziekten in de bodem, zoals Phoma, Rhizoctonia en schurft; de beide laatste ziekten blijken in afhankelijkheid van de teeltfrequentie aantasting te kunnen veroorzaken. Bovendien kunnen opslagplanten de populaties van zich op aardappelen vermeerderende nematoden in stand houden of zelfs vermeerderen. In tabel 13 is het aantal opslagplanten in de diverse gewassen van de verschillende bouwplannen weergegeven.

Aan de hand van tabel 13 is voor de periode 1971-1974 globaal het volgende op te merken.

Tabel 13. Aantal opslagplanten aardappelen (x 1000) per ha 1971/'74 per eind mei  
 Table 13. Number of volunteerpotatoes per hectare (x1000) 1971-'74 - counted end of May

bouwplan	1970 t/m 1973	1971 '72 '73 '74 gem.	1971 '72 '73 '74 gem.	1971 '72 '73 '74 gem.	1971 '72 '73 '74 gem.	1971 '72 '73 '74 gem.
2a	aardappelen potatoes	zomergerst* s. barley 6 68 12 177 66	erwten peas 1 1 8 3 3	wintertarwe 0 0 1 sp sp	vlas 0 0 sp sp sp	graszaad 0 0 0 0
3a	aardappelen	wintertarwe w. wheat 1 35 2 40 20	vlas* flax 1 1 1 5 2	sukkerbieten 2 7 sp 4 3	zomergerst 0 1 sp sp sp	erwten 0 0 sp sp
3b	aardappelen	zomergerst 17 55 8 134 54	luzerne alfalfa 1 0 5 - -			
3c	aardappelen	zomergerst 17 48 10 141 54	graszaad 2 3 10 - -			
4a	aardappelen	wintertarwe* 7 35 sp 35 19	sukkerbieten 4 7 8 5 6	zomergerst* sp 1 2 2 1		
4b	aardappelen	graszaad grass seed 4 31 11 - -	sukkerbieten 1 19 6 1 7	zomergerst* 0 0 3 sp 1		
5a	aardappelen	sukkerbieten s. beet 25 45 19 184 68	zomergerst* 1 2 1 5 1			
5b	aardappelen	graszaad 4 25 8 - -	sukkerbieten 2 9 9 3 6			
6a	aardappelen	sukkerbieten 57 51 39 205 88	erwten* 3 3 4 3 3	haver oats 2 1 1 2 2	zomergerst 0 3 1 2 2	grasland sp sp 1 sp sp
6b	aardappelen	sukkerbieten 46 71 38 177 83	erwten* 8 13 3 2 7	zomergerst 3 4 6 1 4	grasland sp sp 1 sp sp	grasland sp sp sp sp
6c	aardappelen	sukkerbieten 44 71 35 187 84	zomergerst 1 2 16 2 5	grasland ley sp sp 2 sp 1	grasland sp sp sp sp sp	grasland sp sp sp sp sp

sp = minder dan 500 planten per ha  
 less than 500 plants per ha

In wintertarwe en graszaad (Italiaans raaigras) zijn meestal minder opslagplanten gevonden dan in gewassen die in het voorjaar gezaaid worden. Bij herfstinzaai kan een relatief gesloten ligging van de grond worden verkregen, hetgeen de levensvatbaarheid van de aardappelknollen verkleint.

In de bieten van de bouwplannen 6a, 6b en 6c komt, behalve in 1974, vaak een dubbel zo groot aantal opslagplanten voor als in de bieten van 5a. Waarschijnlijk houdt dit verband met de kunstweide in deze bouwplannen.

In erwten met daarin Italiaans raaigras als groenbemester krijgen de opslagplanten twee perioden met goede ontwikkelingskansen: de eerste na het strijken van het erwtengewas tot de oogst; de tweede in de tijd dat het Italiaans raaigras door voorlopig onvoldoende grondbedekking de aardappelopslagplanten voldoende ruimte geeft. Hetzelfde geldt voor vlas met daarin stoppelklaver.

Zelfs in een zesjarige rotatie met 1/6 aardappelen komen in alle fasen aardappelopslagplanten voor.

Aardappelopslagplanten in aardappelen werden bij 1/6 en 1/4 aardappelen niet gesignaleerd, echter wèl bij 1/3 aardappelen. Het aantal was moeilijk te bepalen en is daarom niet vermeld in het overzicht.

### 3.5 Reactie van gewassen op teeltfrequentie en voorvrucht

#### 3.5.1 Aardappelen

##### 1. Algemeen

De aardappelen komen in 11 van de 14 bouwplannen voor. In vijf gevallen is de teeltfrequentie 1/6, tweemaal 1/4 en viermaal 1/3. Daarnaast variëren ook het aandeel rooivruchten en de voorvrucht. Aardappelen worden driemaal na kunstweide verbouwd, waarbij het aantal jaren kunstweide varieert. Verder komen de aardappelen driemaal na zomergerst voor, tweemaal na graszaad, eenmaal na erwten, luzerne of suikerbieten. In tabel 14 zijn de rotaties met aardappelen weergegeven.

Tabel 14. De bouwplannen waarin aardappelen voorkomen.

Table 14. Rotations with potatoes.

bouw- plan rota- tion	vruchtopvolgning  crop sequence	aandeel aard. frequency potatoes	aandeel rooivruchten frequency rooterops
2a	z.gerst <sup>+</sup> - erwten - w.tarwe - vlas - graszaad - <u>aardappelen</u>	1/6	1/6
3a	w.tarwe - vlas <sup>+</sup> - s.bieten - z.gerst - erwten <sup>+</sup> - <u>aardappelen</u>	1/6	2/6
3b	z.gerst - luzerne - <u>aardappelen</u>	1/3	1/3
3c	z.gerst - graszaad - <u>aardappelen</u>	1/3	1/3
4a	w.tarwe <sup>+</sup> - s.bieten - z.gerst <sup>+</sup> - <u>aardappelen</u>	1/4	2/4
4b	graszaad - s.bieten - z.gerst <sup>+</sup> - <u>aard.</u>	1/4	2/4
5a	s.bieten - z.gerst <sup>+</sup> - <u>aardappelen</u>	1/3	2/3
5b	graszaad - suikerbieten - <u>aardappelen</u>	1/3	2/3
6a	s.bieten - erwten <sup>+</sup> - haver - z.gerst - kunstweide - <u>aardappelen</u>	1/6	2/6
6b	s.bieten - erwten <sup>+</sup> - z.gerst - kunstweide - kunstweide - <u>aardappelen</u>	1/6	2/6
6c	s.bieten - z.gerst - kunstweide - kunst- weide - kunstweide - <u>aardappelen</u>	1/6	2/6

De aardappelen in de bouwplannen 2a en 3c zijn goed vergelijkbaar wat invloed van de teeltfrequentie betreft, omdat ze dezelfde voorvrucht hebben. Een soortgelijke vergelijkingsmogelijkheid doet zich voor tussen de aardappelen van de bouwplannen 4a en 4b t.o.v. 5a waarbij bouwplan 3a als referentie kan worden beschouwd. Voorvruchtvergelijking is goed mogelijk tussen de bouwplannen 3b en 3c waar de teeltfrequentie gelijk is en eveneens tussen 5a en 5b.

De aardappelen (ras Bintje) zijn steeds volgens in de praktijk gangbare methoden verbouwd. Bijzondere aandacht is besteed aan de pootgoedkwaliteit; steeds werd zoveel mogelijk knolziektenvrij en ontsmet pootgoed gebruikt (klasse E).

De opbrengstcapaciteit wordt sinds 1965 van de bouwplannen 2a, 3b en 3c met behulp van N-trappen in drievoud bepaald. Sinds 1971 zijn in alle bouwplannen stikstoftrappen in de aardappelen aangelegd. Tot en met 1974 is geen grondontsmetting uitgevoerd. Daarna is in overleg met de P.D. van de bouwplannen met 1 op 3 aardappelen de helft van



de strook na aardappelen ontsmet.

## 2. Opbrengsten

Van de aardappelen zijn steeds de netto-knolopbrengst, de sortering en het onderwatergewicht bepaald. Tevens werden monsters van het geoogste produkt beoordeeld op kwaliteit.

In tabel 15 zijn van de bouwplannen de maximale knolopbrengsten (>35 mm) weergegeven, zoals bepaald uit de stikstoftrappen.

Tabel 15. Maximale opbrengst aardappelen (>35 mm per bouwplan en per jaar in ton/ha.

Table 15. Maximum yield of potatoes (>35 mm) per rotation and per year in tons/hectare.

	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
1965	36	-	36	36	-	-	-	-	-	-	-
1966	43	-	43	42	-	-	-	-	-	-	-
1967	61	-	61	59	-	-	-	-	-	-	-
1968	62	-	64	62	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	46	-	45	45	-	-	-	-	-	-	-
1971	66	63	60	63	64	63	58	56	66	65	66
1972	60	57	61	53	55	67	52	48	56	56	56
1973	62	59	52	52	56	-	53	46	57	59	61
1974	71	72	59	65	69	69	63	57	70	70	71
gemiddeld <i>average</i> 1965-1970	50	-	50	49	-	-	-	-	-	-	-
gemiddeld <i>average</i> 1971-1974	65	63	58	58	61	-	56	52	62	63	64
relatief <i>relative</i>	100	97	89	89	94	-	87	80	96	97	98
aandeel aardappelen <i>cropping frequency</i>	1/6	1/6	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6

In de eerste periode van de proef, toen alleen op de bouwplannen 2a, 3b en 3c N-trappen zijn aangelegd, waren de verschillen in opbrengstcapaciteit tussen deze bouwplannen nog bijzonder gering. Na 1970 zijn op alle bouwplannen N-trappen aangelegd (uitgezonderd 4b in 1973). In de periode 1971-1974 beginnen duidelijke verschillen in opbrengstcapa-

citeit aan het licht komen, die overwegend frequentie-afhankelijk lijken te zijn. De gemiddelde opbrengsten van aardappelen in de 1 op 6-teelt ten opzichte van 1 op 4 en 1 op 3 verhouden zich als 100 : 96 : 88. Verder lijkt de voorvrucht suikerbieten (5b) de aardappelopbrengst bij gelijke frequentie t.o.v. voorvrucht zomergerst (5a) negatief te beïnvloeden. Het gemiddelde verschil in opbrengst tussen 5a en 5b is ca. 9%.

In de figuren 3 en 4 is de gemiddelde opbrengstcurve van de bouwplannen 2a, 3b en 3c weergegeven, waarbij 2a en 3c direct vergelijkbaar zijn vanwege dezelfde voorvrucht en verschillende frequentie, en 3b en 3c vanwege dezelfde frequentie en verschillende voorvrucht over de perioden 1965-1970 en 1971-1974.

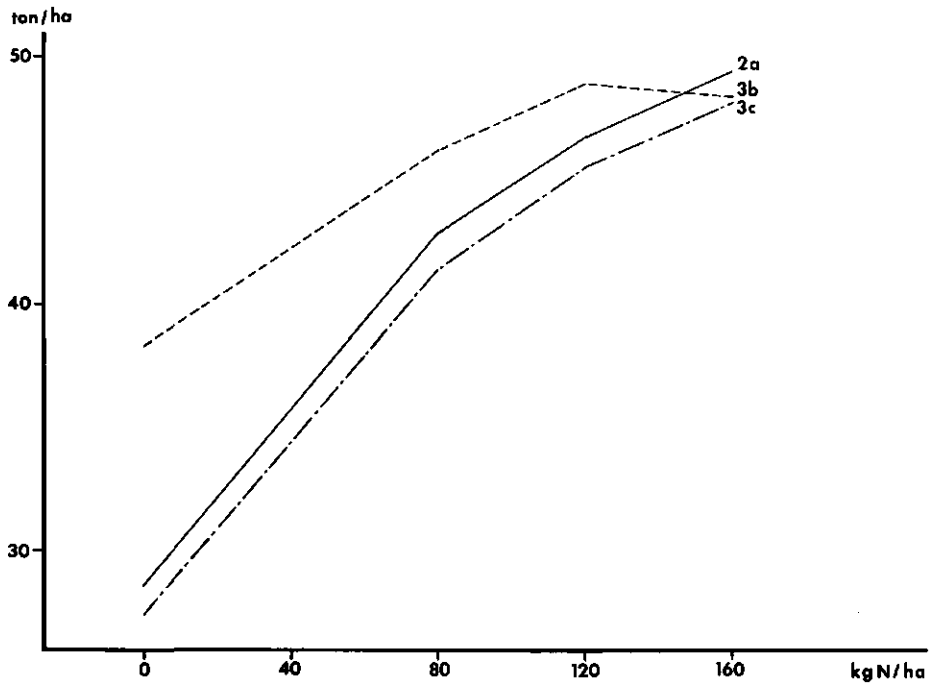
De hoogste opbrengsten zijn in de periode tot 1970 voor deze drie bouwplannen praktisch gelijk. Daarna beginnen verschillen op te treden. De opbrengstcurve van bouwplan 2a steekt duidelijk uit boven die van 3b en 3c. Vergelijking van 3b en 3c laat zien dat de stikstofcurve een verschillend verloop heeft, hetgeen mogelijk een gecumuleerd voorvruchteffect is (luzerne). De opbrengstcapaciteit is over de periode 1965-1974 evenwel gelijk.

In figuur 5 is de gemiddelde opbrengstcurve van de bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b weergegeven over de periode 1971-1974. Vóór 1971 is in deze bouwplannen de opbrengstcapaciteit niet met behulp van N-trappen bepaald. Opvallend in deze grafiek zijn de duidelijke verschillen in opbrengst die frequentie-afhankelijk zijn. Tevens valt het verschil op tussen de opbrengst in bouwplan 5a en 5b, waar alleen een voorvruchteffect aanwezig is (zie foto 7).

Figuur 6 illustreert de ontwikkeling van de opbrengstverschillen in de tijd. De maximale opbrengst van bouwplan 2a is hier voor elk jaar op 100 gesteld en de opbrengsten van 3b en 3c zijn hieraan gerefereerd. Figuur 7 geeft hetzelfde voor 4a, 5a en 5b ten opzichte van de opbrengst van bouwplan 3a.

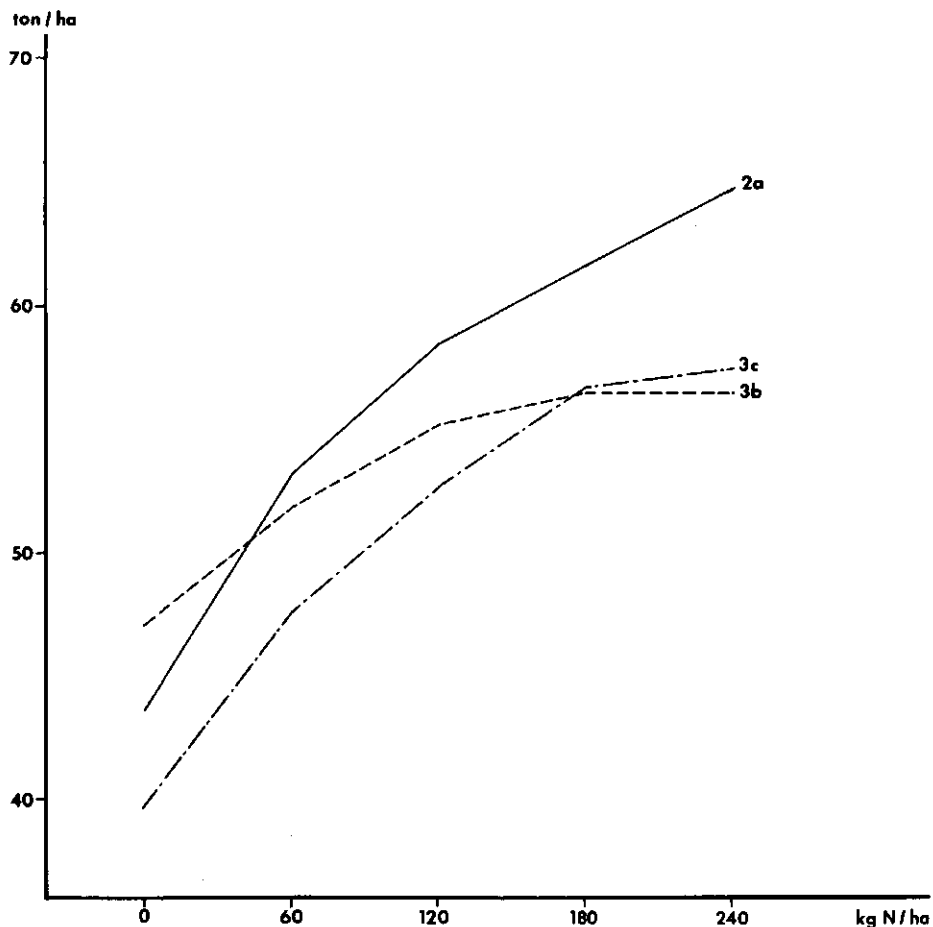
Beide grafieken geven de tendens van toenemende opbrengstverschillen weer, vanaf 1971.

De laatste jaren is door periodieke rooingen, uitgevoerd vanaf



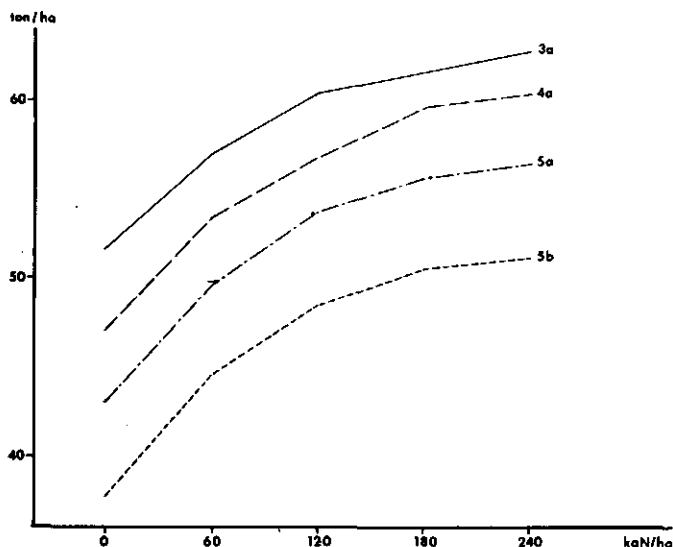
Figuur 3. Gemiddelde opbrengst van aardappelen (> 35 mm) in ton/ha bij verschillende N-giften over de periode 1965 - 1970. Bouwplannen 2a, 3b en 3c.

*Average yield of potatoes (> 35 mm) in tons/ha at different N-levels during the period 1965 - 1970. Rotations 2a, 3b en 3c.*



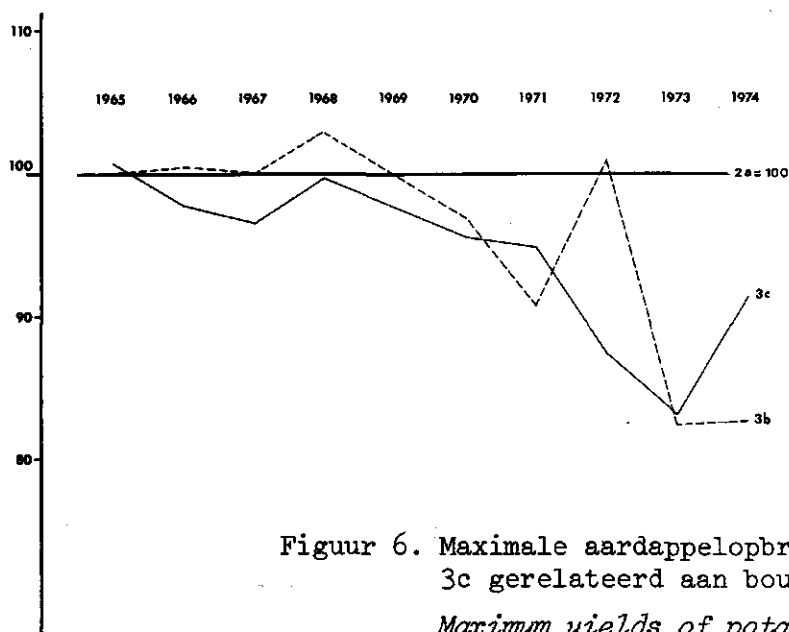
Figuur 4. Gemiddelde opbrengst van aardappelen (> 35 mm) in ton/ha bij verschillende N-giften over de periode 1971 - 1974. Bouwplannen 2a, 3b en 3c.

*Average yield of potatoes (> 35 mm) in tons/ha at different N-levels during the period 1971 - 1974. Rotations 2a, 3b and 3c.*



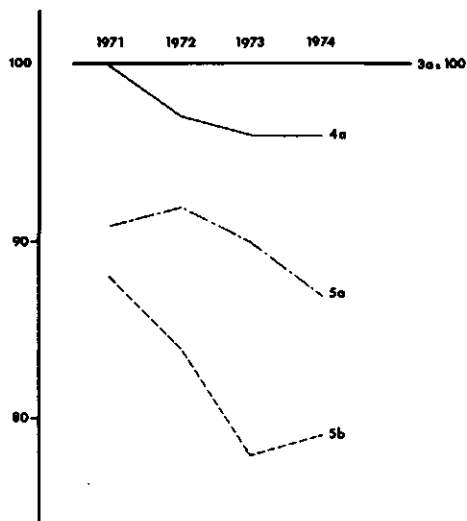
Figuur 5.  
Gemiddelde opbrengst van aardappelen (> 35 mm) in ton/ha bij verschillende N-giften over de periode 1971 - 1974. Bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b.

*Average yield of potatoes (> 35 mm) in tons/ha at different N-levels during the period 1971 - 1974. Rotations 3a, 4a, 5a and 5b.*



Figuur 6. Maximale aardappelopbrengsten van de bouwplannen 3b en 3c gerelateerd aan bouwplan 2a (1965 - 1974).

*Maximum yields of potatoes in the rotations 3b and 3c related to rotation 2a (1965 - 1974).*



Figuur 7.  
Maximale aardappelopbrengsten van de bouwplannen 4a, 5a en 5b, gerelateerd aan bouwplan 3a (1971 - 1974).

*Maximum yields of potatoes in the rotations 4a, 5a and 5b related to rotation 3a (1971 - 1974).*



Foto 7. De aardappelen in een nauw bouwplan (rechts) hebben het veld later vol dan in een ruim bouwplan (links).  
*Potatoes grown in a 3-year rotation (right) completely cover the soil later than when grown in a 6-year rotation (left).*

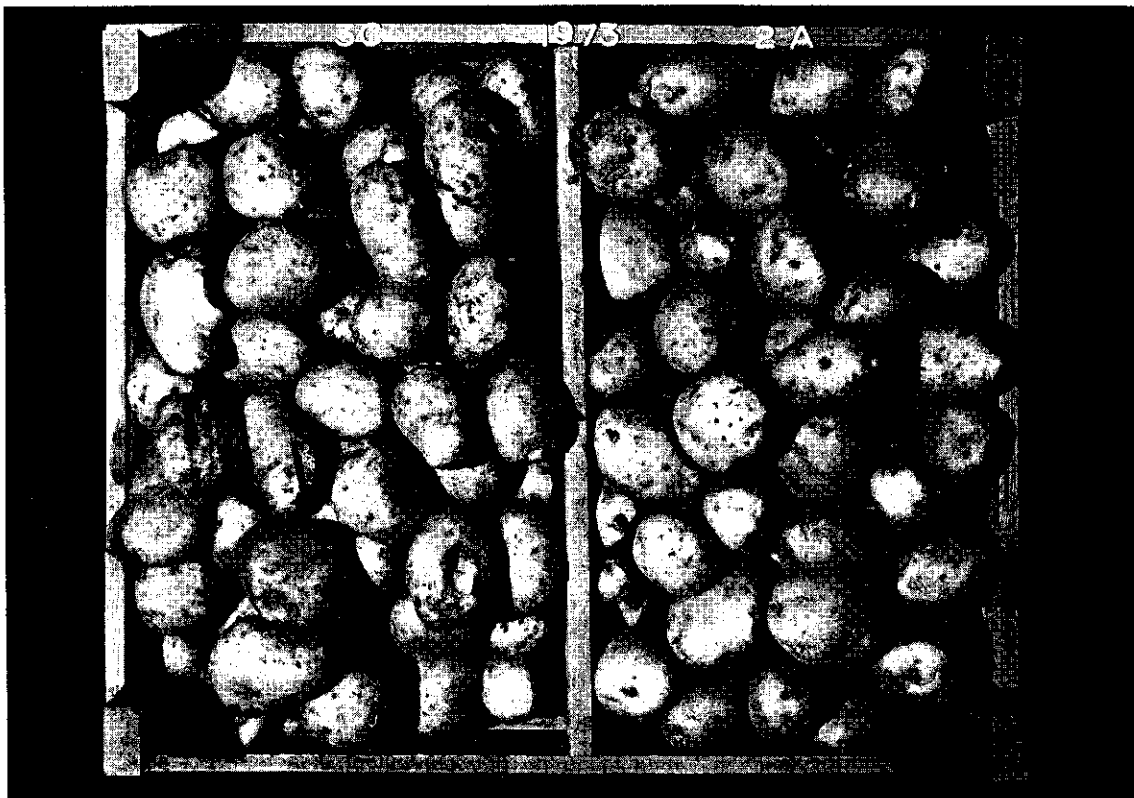
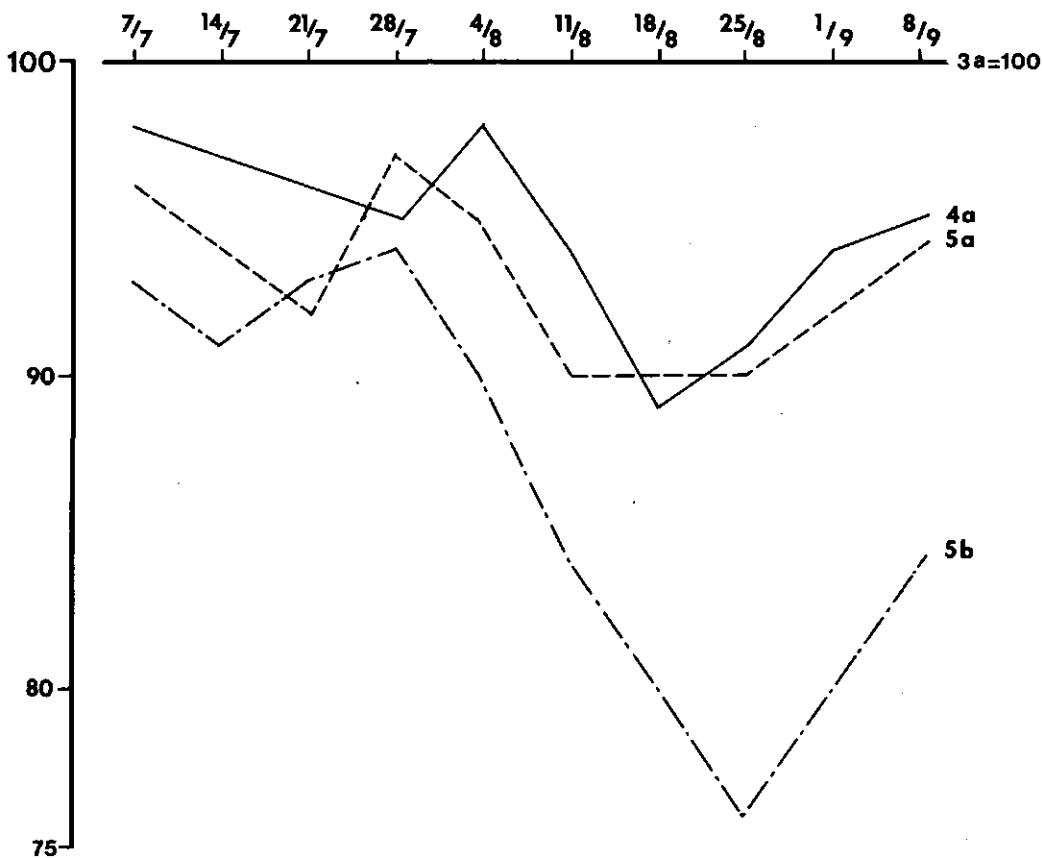


Foto 8. Verschil in kwaliteit (groeischeuren, schurft en Rhizoctonia) tussen aardappelen uit een ruim bouwplan (2a) en een nauw bouwplan (3c).  
*Difference in quality (deformation, scab and Rhizoctonia) between potatoes in a 6-year rotation (2a) and a 3-year rotation (3c).*

begin juli, getracht inzicht te krijgen in het tijdstip waarop de verschillen in opbrengst beginnen te ontstaan.

In figuur 8 zijn de opbrengsten van de proefrooiingen in 1974 in de bouwplannen 4a, 5a en 5b gerelateerd aan die in bouwplan 3a. Hieruit blijkt, dat eind juli de verschillen nog gering zijn, om daarna tot half augustus toe te nemen, waarna enigszins een herstel optreedt. Een verklaring hiervoor is niet te geven.

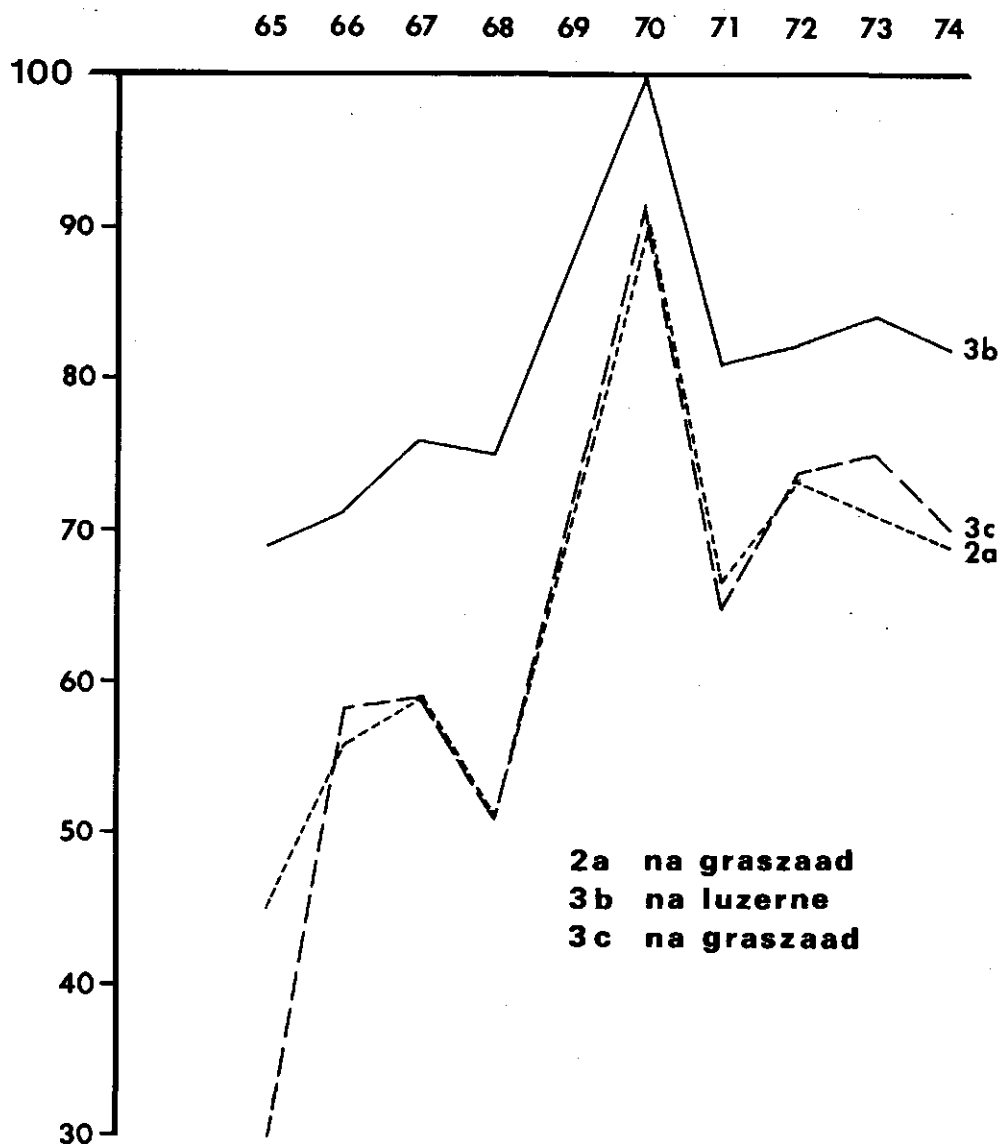


Figuur 8. Aardappelopbrengsten van periodieke rooiingen in 1974 in de bouwplannen 4a, 5a en 5b, gerelateerd aan 3a (totale opbrengst > 0 mm, bij praktisch N-gift).

*Yield of potatoes harvested weekly in 1974 in the rotations 4a, 5a and 5b, related to the yield in rotation 3a (total yield > 0 mm at practical N-application).*

De opbrengst bij 0 N blijkt in de loop der jaren steeds dichter bij de maximale opbrengst te liggen (Figuur 9). Het stikstofrijker worden van de grond is daarvan de oorzaak. Enerzijds zal dit veroorzaakt zijn door de betrekkelijk droge winters van de laatste jaren, ander-

zijds kan de groenbemesting daartoe ook hebben bijgedragen.



Figuur 9. Aardappelopbrengsten (> 35 mm) bij 0 N gerelateerd aan de maximale opbrengst.

*Yield of potatoes (> 35 mm) at 0 N related to the maximum yield.*

### 3. Kwaliteit

Behalve verschillen in opbrengstcapaciteit van de aardappelen in de verschillende bouwplannen zijn ook kwaliteitsverschillen aanwezig. Hiertoe kunnen gerekend worden verschillen in sortering, in misvorming en doorwas, in bezetting van de knollen met schurft en Rhizoctonia en in droge-stofgehalte (zie foto 8).

a. sortering

In tabel 16 is van alle bouwplannen het gewichtspercentage knollen >55 mm bij de maximale opbrengst over de jaren 1971-1974 weergegeven. Opvallend zijn de grote jaarverschillen, waaraan o.a. het optreden van doorwas debet is. Tussen de bouwplannen zijn de verschillen betrekkelijk gering. Gemiddeld gezien hebben 3b en 3c wat meer grote knollen dan 2a; dit verschil treedt echter slechts op in een jaar met een gering percentage grote knollen.

Bij vergelijking van de bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b blijkt de sortering tussen 3a en 4a weinig te verschillen. Bouwplan 5a heeft elk jaar ongeveer 10% minder gewichtsaandeel in >55 mm; bij 5b is dit ongeveer 15% minder dan bij 3a.

Tabel 16. Percentage kg-opbrengst >55 mm bij de maximale opbrengst.

*Table 16. Percentage of yield >55 mm at maximum yield.*

<i>rotation</i> bouwplan	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
<i>jaar year</i>											
1971	62	68	63	60	63	60	58	58	65	68	70
1972	29	32	36	39	33	-	25	22	34	36	38
1973	24	22	21	22	23	-	19	18	18	17	18
1974	63	66	61	68	65	68	65	60	66	68	67
<i>gem. average</i>	44.5	47	45.2	47.2	46		41.7	39.5	45.7	47.2	48.2
<i>relatief relative</i>	95	100	96	100	98		89	84	97	100	102

b. onderwatergewicht

Hoewel het onderwatergewicht bij consumptie-aardappelen binnen bepaalde grenzen geen invloed heeft op de verkoopbaarheid is het een goede norm voor de voedingswaarde van het geoogste produkt en een globale benadering van de ds-productie. Van jaar tot jaar variëren de onderwatergewichten nogal. Soms zijn ook de bouwplannen in eenzelfde jaar duidelijk verschillend. Verschil in mate van doorwas kan daarvan de oorzaak zijn (tabel 17).



Tabel 17. Onderwatergewicht bij de maximale opbrengst.

Table 17. Under water weight at maximum yield.

bouwplan rotation	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
jaar year											
1970	378	-	396	373	-	-	-	-	-	-	-
1971	377	365	376	363	363	363	372	388	368	356	364
1972	374	381	393	377	375	388	398	377	380	368	379
1973	371	337	368	346	335	-	345	356	340	324	333
1974	370	349	382	372	358	356	379	387	365	359	356

c. misvormingen

De knolvorm is belangrijk voor de visuele kwaliteit van het produkt. In de jaren 1972-1974 is opgevallen dat de aardappelen van de bouwplannen 2a en 3a een regelmatigere, meer afgeronde vorm hadden en blanker van schil waren dan van de bouwplannen met een nauwere teeltfrequentie. Van alle bouwplannen is na de oogst steeds het percentage misvorming, vnl. als gevolg van groeischeuren, bepaald (volgens PD-export-norm West-Duitsland).

In tabel 18 zijn deze waarnemingsresultaten weergegeven.

Tabel 18. Percentage groeischeuren bij de maximale opbrengst in de sortering >35 mm.

Table 18. Percentage of deformation at maximum yield (> 35 mm).

bouwplan rotation	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
jaar year											
1971	3	10	10	13	8	11	10	6	5	4	4
1972	2	3	12	7	13	3	14	5	2	5	3
1973	1	1	3	4	1	-	1	2	1	0	2
1974	5	5	4	5	5	8	7	4	8	5	7
gemiddeld average	3	5	7	7	7	-	8	4	4	4	4
aandeel aardappelen cropping frequency	1/6	1/6	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6

Uit tabel 18 blijkt, dat het percentage uitval wegens misvorming van jaar tot jaar sterk varieert. Gemiddeld blijkt over deze periode dat de bouwplannen met een hogere frequentie aardappelen een hoger percen-

tage misvormingen hebben (uitgezonderd 5b). Dit verschil is echter niet elk jaar even duidelijk.

d. knolbezetting met schurft (*Streptomyces scabies*) en *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*)

In het algemeen kan gesteld worden dat vooral de bezetting van de knollen met schurft invloed heeft op de uitwendige kwaliteit van het produkt. Hetzelfde geldt voor *Rhizoctonia*, echter pas wanneer zware aantastingen aanwezig zijn. Bovendien kan aantasting door *Rhizoctonia* aanleiding geven tot vorming van veel kleine knollen, waardoor het rooiverlies kan toenemen en een minder gewenste sortering kan optreden. Uit de bouwplannenproef is gebleken dat de hoogte van de stikstofgift geen invloed heeft op de mate van aantasting door *Rhizoctonia* en schurft, waardoor de bepalingen in de N-trappen konden worden gemiddeld.

In tabel 19 is de *Rhizoctonia*bezetting per bouwplan en per jaar weergegeven, zoals bepaald na de oogst in de sortering 35-55 mm (10= geen *Rhizoctonia*).

Tabel 19. *Rhizoctonia*-aantasting in de sortering 35-55 mm (gem. van alle N-trappen).

Table 19. Attack by *Rhizoctonia* in tubers in the size of 35-55 mm (10 = no symptoms).

bouwplan rotation	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
jaar year											
1966	10	-	3.5	5.3	-	-	-	-	-	-	-
1967	8.8	-	8.7	6.9	-	-	-	-	-	-	-
1968	9.3	-	9.1	8.6	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	5.4	-	4.7	5.3	-	-	-	-	-	-	-
1971	8.3	9.0	8.3	6.9	7.5	7.3	7.9	8.6	9.7	-	9.5
1972	9.0	9.5	7.7	6.3	6.8	7.1	7.1	6.7	9.8	9.4	9.6
1973	8.6	8.9	7.5	6.8	7.3	-	7.9	6.9	8.5	8.3	8.1
1974	8.4	9.6	7.6	7.0	7.3	7.7	7.9	6.9	8.9	9.5	9.5
gemiddeld 1971-'74 average	8.6	9.2	7.8	6.8	7.2	-	7.7	7.3	9.2	-	9.2
aandeel aardappelen cropping frequency	1/6	1/6	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6

Uit deze tabel blijkt enigszins, dat de bouwplannen met de hoogste opbrengsten de geringste Rhizoctonia-aantasting hebben. Duidelijk frequentiegebonden is de aantasting echter niet; verschillen tussen 1 op 4 en 1 op 3 aardappelen zijn niet duidelijk aanwezig. Verder is het verschil in aantasting tussen 2a en 3b, 3c in 1966 opmerkelijk groot. Tevens valt ook de jaarinvloed af te lezen van 1970, toen zeer veel Rhizoctonia voorkwam.

De schurftaantasting betrof voornamelijk netschurft. Pokschurft kwam wel voor, maar nooit in belangrijke mate.

In tabel 20 is de schurftaantasting op dezelfde wijze weergegeven.

Tabel 20. Schurftaantasting in de sortering 35-55 mm (gem. van alle N-trappen).

Table 20. Attack by scab in tubers in the size 35-55 mm (10 = no symptoms).

bouwplan rotation	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
jaar year											
1966	8.6	-	7.7	7.1	-	-	-	-	-	-	-
1967	7.2	-	4.4	5.4	-	-	-	-	-	-	-
1968	8.9	-	8.3	8.3	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	8.9	-	4.9	5.6	-	-	-	-	-	-	-
1971	8.6	8.1	7.0	7.5	7.3	6.9	7.8	8.3	8.2	8.1	8.1
1972	9.1	8.1	6.7	6.3	6.9	7.7	6.3	7.3	8.6	8.9	9.0
1973	8.7	8.3	5.7	6.2	6.5	-	6.3	6.8	8.3	7.7	7.9
1974	8.9	8.5	6.1	7.0	7.4	7.3	6.4	7.1	8.6	8.9	8.8
gemiddeld 1971-1974 average	8.8	8.2	6.4	6.8	7.0	-	6.7	7.4	8.4	8.4	8.4
aandeel aardappelen cropping frequency	1/6	1/6	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6

Evenals uit tabel 19, blijkt ook hier dat de bouwplannen met de hoogste opbrengst (en de laagste teeltfrequentie) de minste netschurftaantasting hebben. De aantastingsgraad in bouwplan 5b is evenwel lager dan in vergelijkbare 1 op 3 rotaties.

Aan de knollen van de tussentijdse rooiingen in 1974 werden door het

IPO bepalingen gedaan betreffende het verloop van de aantasting door *Rhizoctonia*. De mate van aantasting van de knol aan het eind van het groeiseizoen door schurft is in tabel 21 weergegeven.

Tabel 21. Percentage knoloppervlak bedekt door netschurft en pokschurft (IPO).

Table 21. Percentage of tubersurface covered by grassland scab and common scab.

bouwplan <i>rotation</i>	pokschurft <i>common scab</i>	netschurft <i>grassland scab</i>
3a	1,7	1,7
4a	3,1	3,7
5a	1,3	8,8
5b	1,8	6,5

#### 4. Oorzaken van de opbrengstverschillen

- . De gedeeltelijk met de teeltfrequentie samenhangende verschillen in aantasting door schurft en *Rhizoctonia* zouden voor een deel van de opbrengstverschillen verantwoordelijk kunnen zijn. Onderzoek is gaande naar de relaties tussen de mate van aantasting door deze knolziekten en opbrengsten (in samenwerking met IPO).
- . De opmerkelijk lagere opbrengst van de aardappelen in het bouwplan 5b (graszaad - suikerbieten - aardappelen), niet alleen t.o.v. een bouwplan met 1 op 6 aardappelen, maar ook t.o.v. het vergelijkbare bouwplan 5a (suikerbieten - zomergerst - aardappelen) hangt behalve met de teeltfrequentie ook samen met verschil in voorvrucht. Onderzoek naar de voorvruchtwaarde van de suikerbiet is in samenwerking met het CABO, Stiboka en de LH gaande. Een slechtere structuur als gevolg van bewerken en berijden van het bietenland t.o.v. andere voorvruchten kon nauwelijks worden aangetoond.
- . Plantenparasitaire aaltjes komen op het proefveld niet in dichtheden voor die van invloed zouden kunnen zijn op de groei en de opbrengst van de gewassen (pag.19).
- . Verschillen in structuur en bewerkbaarheid van de grond zijn wel aanwezig, maar niet in die mate, dat duidelijke tendensen in de

- richting van invloed op groei en opbrengst kunnen worden verondersteld (pag. 4 e.v.)
- . Tenslotte zijn ook de bewortelbaarheid van de profielen bij de verschillende rotaties en de mogelijkheid tot onttrekking van mineralen uit de diverse lagen van het profiel factoren die een rol spelen bij het bereiken van een hoge opbrengst (pag. 4 e.v.).

### 3.5.2 Suikerbieten

#### 1. Algemeen

Suikerbieten komen voor in tien bouwplannen. In vijf gevallen komen de suikerbieten voor in een 1 op 6 bouwplan, twee keer in een 1 op 4 en drie keer in een 1 op 3 bouwplan (tabel 22).

Tabel 22. De bouwplannen waarin suikerbieten voorkomen.

*Table 22. Rotations with sugarbeets.*

bouwplan rotation	vruchtopvolgning crop sequence	frequentie s.bieten frequency sugarbeets	frequentie rooivruchten frequency rootcrops
2b	z.gerst - erwten - w.tarwe - vlas - graszaad - <u>suikerbieten</u>	1/6	1/6
3a	z.gerst - erwten - aardappelen - w.tarwe - vlas - <u>suikerbieten</u>	1/6	2/6
3d	z.gerst - grasland - <u>suikerbieten</u>	1/3	2/6
4a	z.gerst - aardappelen - w.tarwe - <u>s.bieten</u>	1/4	3/6
4b	z.gerst - aardappelen - graszaad - <u>s.bieten</u>	1/4	3/6
5a	z.gerst - aardappelen - <u>suikerbieten</u>	1/3	4/6
5b	aardappelen - graszaad - <u>suikerbieten</u>	1/3	3/6
6a	erwten - haver - z.gerst - grasland - aardappelen - <u>suikerbieten</u>	1/6	2/6
6b	erwten - z.gerst - grasland - grasland - aardappelen - <u>suikerbieten</u>	1/6	2/6
6c	z.gerst - grasland - grasland - grasland - aardappelen - <u>suikerbieten</u>	1/6	2/6

De suikerbieten zijn steeds verbouwd volgens de in de praktijk gangbare methoden.

Vergelijking van de reactie van de suikerbiet op de teeltfrequentie is goed mogelijk tussen de rotaties 2b, 4b en 5b, waar de voorvrucht dezelfde is (graszaad) en de frequentie 1/6 resp. 1/4 en 1/3 bieten. Ook de bouwplannen 5a en 6a zijn onderling goed vergelijkbaar. Binnen de 1 op 6- en 1 op 3-frequenties is voorvruchtvergelijking mogelijk.

De opbrengstcapaciteit wordt bepaald met behulp van stikstoftrappen, die sinds 1965 in drievoud in elk bouwplan voorkomen.

Bij de teelt van suikerbieten wordt bijzondere aandacht besteed aan de bestrijding van bietenkevertjes, daar in het proefveld de bietenpercelen op verschillende plaatsen aansluiten aan het bietenperceel van het voorgaande jaar.

Het gebruikte bietenras is steeds Zwaanpoly geweest. In tabel 22 zijn de bouwplannen waarin suikerbieten voorkomen aangegeven.

## 2. Opbrengsten

Van de suikerbieten zijn steeds de wortel- en loofopbrengst, het tarrapercentage en het suikergehalte bepaald. In tabel 23 zijn voor elk jaar van alle bouwplannen de maximale suikeropbrengsten, zoals bepaald m.b.v. de stikstoftrappen, weergegeven. In de eerste jaren van de proef werd bij de hoogste N-gift de maximale opbrengst waarschijnlijk niet altijd bereikt. Vanaf 1967 is tot een hogere N-gift overgegaan, waarbij de laatste 40 N als overbemesting werd gegeven vanwege het gevaar van zoutschade.

Opvallend is, dat tussen de bouwplannen nog weinig verschillen in suikeropbrengst bestaan. De resultaten over de laatste vijf jaar geven eveneens nauwelijks opbrengstverschillen te zien. Vergelijking van de suikeropbrengst in de rotaties 2b, 4b, 5b, met dezelfde voorvrucht en toenemende teeltfrequentie, geeft een enkele procenten lagere opbrengst voor bouwplan 4b, terwijl de gemiddelde opbrengst in 5b gelijk is aan die in het ruime bouwplan 2b.

Het niveau van de suikeropbrengst in de bouwplannen met kunstweide is gemiddeld iets lager. Ook deze verschillen zijn echter steeds gering.

Tabel 23. Maximale opbrengst suikerbieten (ton suiker/ha) per bouwplan en per jaar.

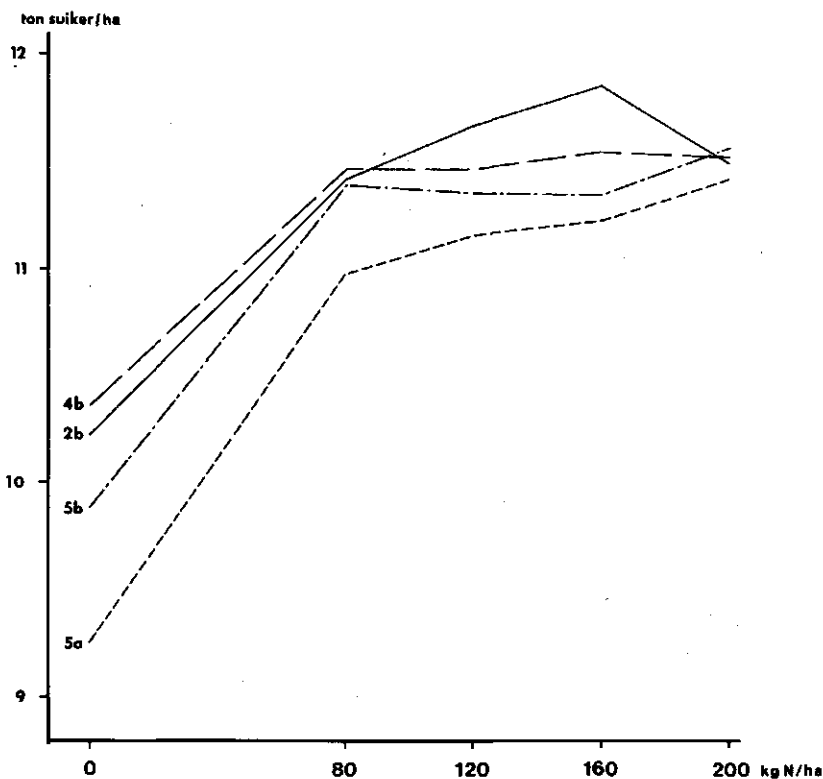
Table 23. Maximum yield of sugarbeets (tons per hectare) per rotation and per year.

bouwplan rotation	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
jaar year										
1965	11,0	10,5	10,3	11,0	11,0	11,4	11,3	9,4	9,4	10,0
1966	9,3	9,6	10,3	8,9	9,4	9,3	8,8	9,2	9,5	9,6
1967	12,2	12,4	11,8	12,2	12,9	12,4	13,0	12,6	12,2	12,4
1968	13,5	13,0	12,5	12,9	12,0	12,7	12,4	12,4	12,7	12,4
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	11,3	11,9	11,9	11,2	11,2	11,1	11,2	11,2	11,6	11,1
1971	13,5	14,1	13,7	14,0	13,8	13,2	13,5	13,3	12,9	13,2
1972	12,4	11,6	10,9	12,0	11,7	12,3	12,4	12,2	12,3	12,1
1973	12,5	12,8	12,1	12,7	12,2	12,0	12,8	-	-	-
1974	10,2	9,8	10,0	10,1	9,5	8,8	10,0	-	-	10,4
gemiddeld 1965-'68 average	11,5	11,4	11,2	11,2	11,3	11,4	11,4	10,9	10,9	11,1
relatief relative	100	99	97	98	98	100	99	95	95	97
gemiddeld 1970-'74 average	12,0	12,0	11,7	12,0	11,7	11,5	12,0			
relatief relative	100	100	98	100	98	96	100			
aandeel s.bieten crop frequency	1/6	1/6	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6

Het verband tussen de opbrengst en de N-gift zoals in figuur 10 weergegeven, geeft een opbrengstverloop op een lager niveau aan voor bouwplan 5a t.o.v. 2b. Ook hier zijn echter de verschillen gering, waar bijkomt dat de maximale opbrengst in 5a en 5b bij de hoogste N-gift mogelijk nog niet bereikt is.

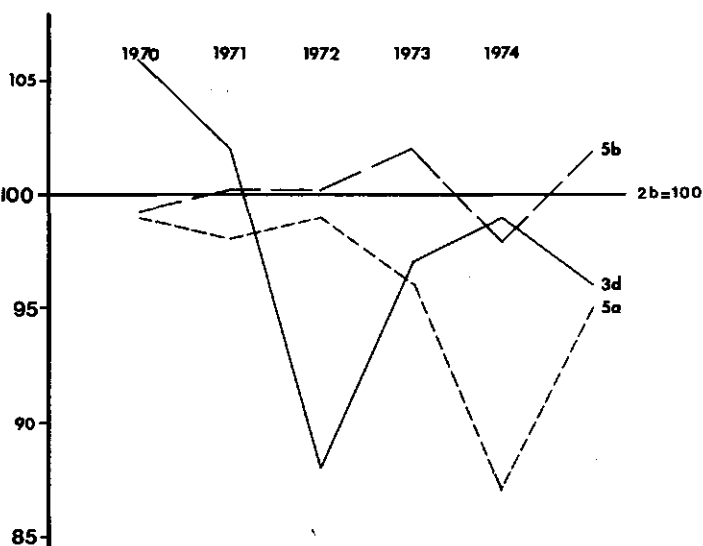
De opbrengst bij bouwplan 3d tendeert ook naar een iets lager niveau dan die bij 2b en 5b. In figuur 11 zijn de relatieve opbrengsten weergegeven.

De hoogte van de opbrengst bij 0 N geeft aan (figuur 12) dat de N-hoeveelheid in de grond tot 1967 gering was en dat de hoeveelheid stikstof daarna duidelijk is toegenomen.



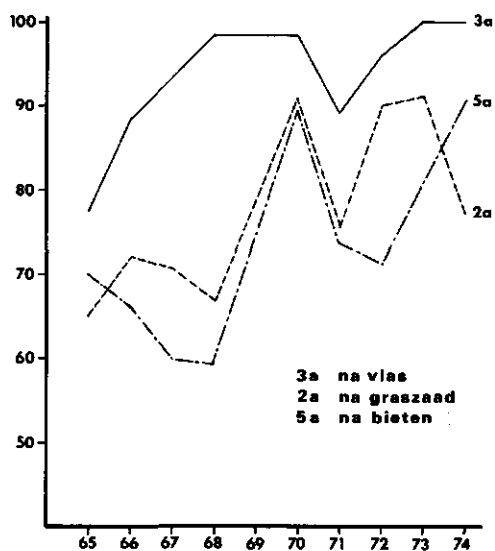
Figuur 10.  
Gemiddelde suikeropbrengst (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1970 - 1974. Bouwplannen 2b, 4b, 5a en 5b.

*Average sugar yield (tons/ha) at different N-levels during the period 1970 - 1974. Rotations 2b, 4b, 5a and 5b.*



Figuur 11.  
Maximale suikeropbrengst van de bouwplannen 3d, 5a en 5b gerelateerd aan 2b.

*Maximum sugar yield in the rotations 3d, 5a and 5b related to the yield in rotation 2b.*



Figuur 12.  
Suikeropbrengst bij 0 N gerelateerd aan de maximale opbrengst.

*Sugar yield at 0 N related to the maximum yield.*



### 3. De uitwendige kwaliteit en het suikergehalte van de bieten

Het handrooien van de bieten op de N-trappen heeft praktisch geen rooiverliezen tot gevolg. Wanneer in een perceel echter veel vertakte bieten of "kiezen" (sterk vertakte bieten) voorkomen, zal bij mechanisch rooien gemakkelijk een behoorlijk rooiverlies kunnen optreden doordat de punten afbreken. De mate van "takkigheid" van de bieten in de verschillende vruchtopvolgingen is steeds vastgesteld. De takkigheid varieert sterk van jaar tot jaar en van bouwplan tot bouwplan, zonder onderlinge samenhang. Geconcludeerd mag dan ook worden, dat na 12 jaar t.a.v. de uitwendige kwaliteit nog geen blijvende verschillen tussen de bouwplannen zijn ontstaan.

De suikergehalten varieerden sterker tussen de jaren dan binnen de jaren. Verschillen tussen de bouwplannen zijn niet aanwezig.

### 4. Oorzaken van de opbrengstverschillen

De verschillen in suikeropbrengst tussen de verschillende rotaties zijn nog zeer gering. Oorzaken voor dergelijke geringe verschillen zijn vrijwel niet aan te geven, daar toevallige omstandigheden hierbij verstorend hebben kunnen werken.

Enige aanwijzingen over vruchtwisselingsgebonden opbrengsteffecten zijn echter wel verkregen.

In het bouwplan 3d, met bieten, zomergerst en grasland, beginnen wortelknobbelaaltjes waarschijnlijk plaatselijk de schadegrens te bereiken (pag. 19).

In de bouwplannen met grasland en in bouwplan 5a waarin bieten na aardappelen worden verbouwd, tendeert de opbrengst ook naar een iets lager niveau.

Mogelijk speelt hierbij een voorvruchteffect een rol.

### 3.5.3 Wintertarwe

#### 1. Algemeen

Wintertarwe komt in vijf bouwplannen voor. In drie gevallen is de voorvrucht groene erwten en tweemaal wordt de wintertarwe na aardappelen verbouwd (tabel 24).

Tabel 24. De bouwplannen waarin wintertarwe voorkomt.

Table 24. Rotations with winterwheat.

bouw- plan rota- tion	vruchtopvolging crop sequence	aandeel granen cereal frequency
1	vlas - graszaad - koolzaad - zomergerst - groene erwten - <u>wintertarwe</u>	2/6
2a	vlas - graszaad - aardappelen - zomergerst - groene erwten - <u>wintertarwe</u>	2/6
2b	vlas - graszaad - suikerbieten - zomergerst - groene erwten - <u>wintertarwe</u>	2/6
3a	vlas - suikerbieten - zomergerst - groene erwten - aardappelen - <u>wintertarwe</u>	2/6
4a	suikerbieten - zomergerst - aardappelen - <u>wintertarwe</u>	2/4

De rotaties waarin wintertarwe na erwten wordt verbouwd, hebben een soortgelijke vruchtopvolgingsopbouw (tabel 24). Alleen het derde gewas voor wintertarwe is verschillend. De beide overige bouwplannen hebben wat de granen betreft een evenwichtige opbouw, met eenderde resp. de helft granen in het bouwplan. De wintertarwe is steeds verbouwd volgens de in de praktijk gangbare methode. Tot 1971 is het ras Manella verbouwd, daarna Lely. In het najaar van 1972 is de zaaibedbereiding na aardappelen d.m.v. ploegen gewijzigd in diep cultivateren met een vastetand cultivator.

De opbrengst werd vanaf 1965 op de bouwplannen 1, 2a, 2b en 3a gemeten met behulp van een stikstoftrappenreeks in drievoud. Vanaf 1967 is dit ook in bouwplan 4a gebeurd. In de bouwplannen 2a en 2b zijn vanaf 1973 geen stikstoftrappen meer aangelegd. De stikstof is steeds in twee gedeelten toegediend.

CCC-toediening en/of ziektebestrijding heeft sinds 1971 plaatsgevonden, echter steeds met handhaving van de onbehandelde stikstoftrappenreeks.

## 2. Opbrengsten

De zaadopbrengst is steeds in drievoud bepaald en omgerekend op 15% vocht.

In tabel 25 is de maximale opbrengst per jaar per bouwplan weergegeven.

Tabel 25. Maximale opbrengst wintertarwe per bouwplan en per jaar (ton/ha).  
 Table 25. Maximum yield of winterwheat (tons/ha) per rotation and per year.

jaar year	bouwplan rotation	1	2a	2b	3a	4a
1965		5,9	6,0	5,8	6,0	-
1966		5,2	5,2	5,3	5,3	-
1967		6,1	6,1	5,8	6,3	5,6
1968		4,9	4,9	5,1	5,5	4,7
1969		-	-	-	-	-
1970		5,6	5,7	5,7	6,1	5,9
1971		5,3	6,3	5,5	7,0	6,5
1972		4,8	4,5	4,6	4,9	4,5
1973		6,4	-	-	7,2	7,0
1974		8,3	-	-	9,3	8,2
gemiddeld average	1967-'72	5,3	5,5	5,3	6,0	5,4
relatief relative		90	92	90	100	91
aandeel wintertarwe cropping frequency		1/6	1/6	1/6	1/6	1/4

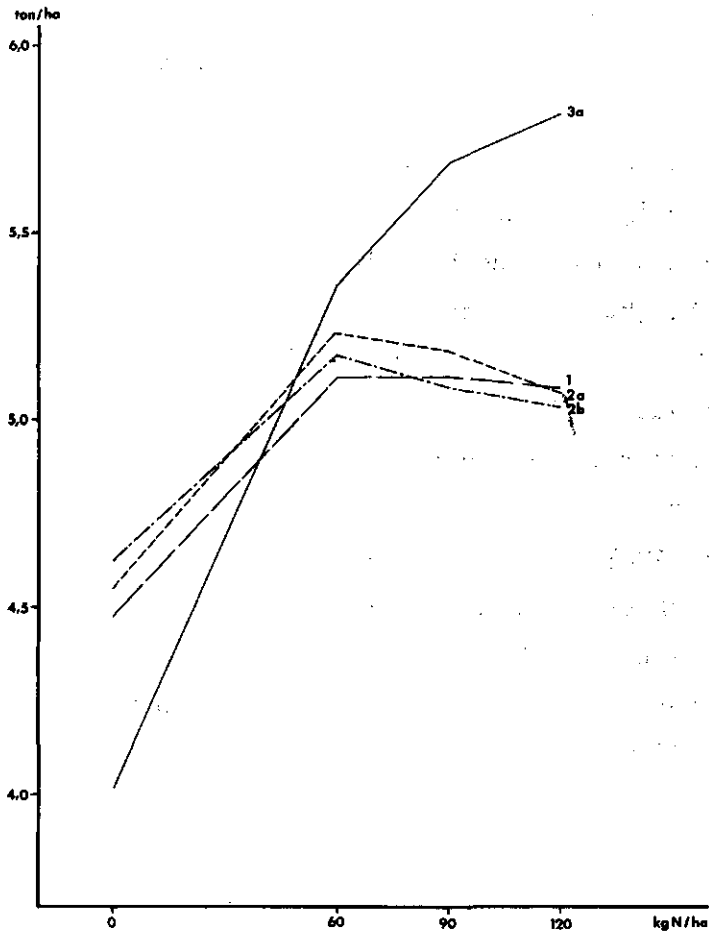
Uit tabel 25 blijkt dat de maximaal bereikte opbrengsten bij de bouwplannen 1, 2a en 2b elk jaar ongeveer gelijk zijn (uitgezonderd 2a in 1971). De opbrengst bij bouwplan 3a is steeds duidelijk het hoogste, terwijl de wintertarwe in bouwplan 4a steeds ongeveer 10% minder opbrengt dan in bouwplan 3a.

De N-gift waarbij de maximale opbrengst wordt bereikt, is in de bouwplannen met wintertarwe na groene erwten steeds duidelijk lager dan met wintertarwe na aardappelen (gemiddeld ca. 75 t.o.v. ca. 110 kg N/ha)

De hoogte van de N-gift waarbij de maximale opbrengst werd bereikt op de bouwplannen 1, 2a en 2b neemt in de loop der jaren af.

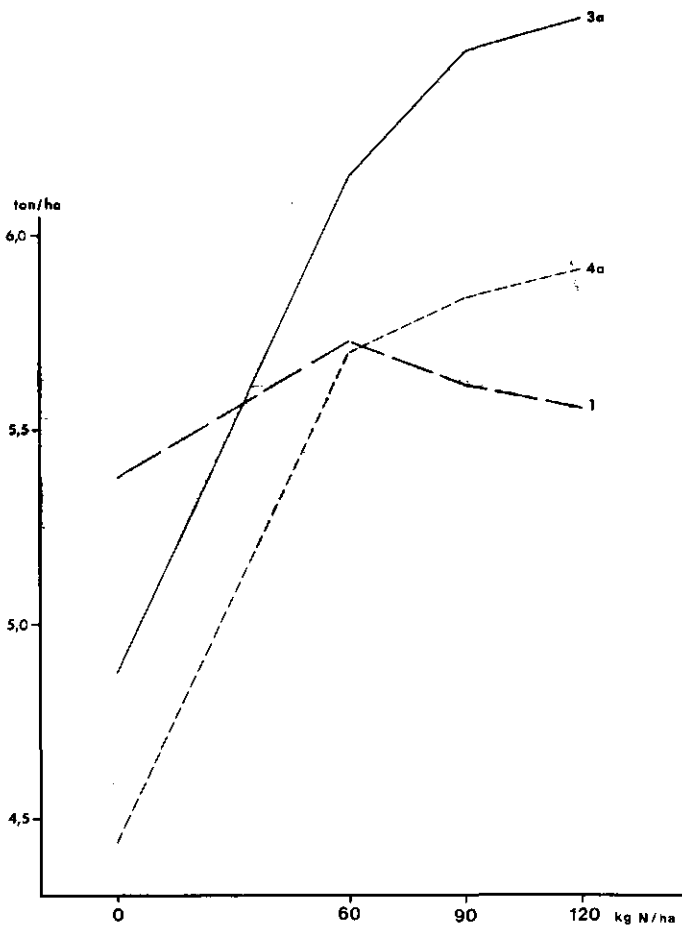
Het verband tussen de opbrengst van wintertarwe en de N-gift gemiddeld over de jaren is weergegeven in de figuren 13 en 14.

Opvallend is, dat het verband tussen N-gift en opbrengst voor de bouwplannen 1, 2a en 2b, praktisch gelijk is en duidelijk afwijkt van de N-curves voor de bouwplannen 3a en 4a. Verder is het hoogste opbrengstniveau bij de bouwplannen 1, 2a en 2b gemiddeld bij 60 N



Figuur 13.  
Gemiddelde opbrengst wintertarwe (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1965 - 1972. Bouwplannen 1, 2a, 2b en 3a.

*Average yield of winter wheat (tons/ha) at different N-levels during the period 1965 - 1972. Rotations 1, 2a, 2b and 3a.*



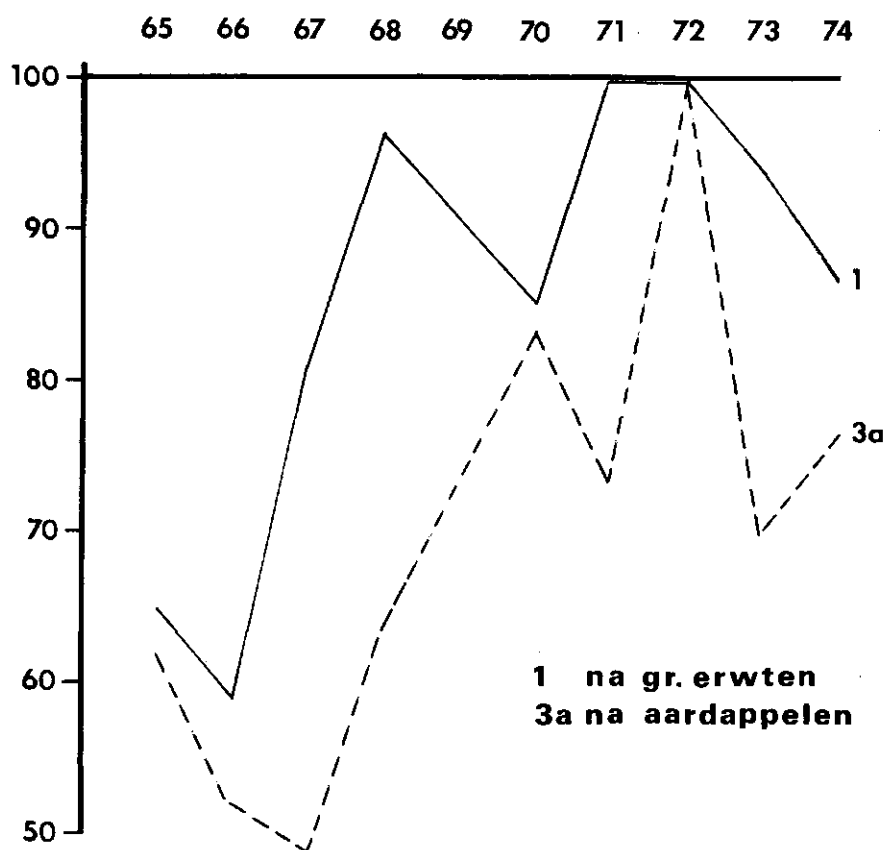
Figuur 14.  
Gemiddelde opbrengst wintertarwe (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1967 - 1974. Bouwplannen 1, 3a en 4a.

*Average yield of winter wheat (tons/ha) at different N-levels during the period 1967 - 1974. Rotations 1, 3a and 4a.*

bereikt, en is duidelijk lager dan bij 3a en 4a, waar bij de hoogste gift de maximale opbrengst waarschijnlijk nog niet helemaal is bereikt. Ook het verschil in opbrengstniveau tussen de bouwplannen 3a en 4a, die gelijkvormige N-curves hebben, blijkt duidelijk.

De stikstofrijkdome van het profiel heeft zich vooral geuit in hoogte van de opbrengst bij 0 N. Uit figuur 15 blijkt, dat het profiel in de loop der jaren steeds stikstofrijker is geworden.

Tot 1967 was het maximale opbrengstniveau van de bouwplannen 1, 2a en 2b nog gelijk aan dat van 3a. In 1967 begon verschil in het voordeel van 3a te verschijnen hetgeen zich steeds heeft voortgezet. Daar de eerste jaren van een vruchtwisselingsproef nog geen rotatie-effecten vertonen, kan de tweede omloop vanaf 1968 als maat voor het vruchtwisselingseffect beschouwd worden (Figuur 16).

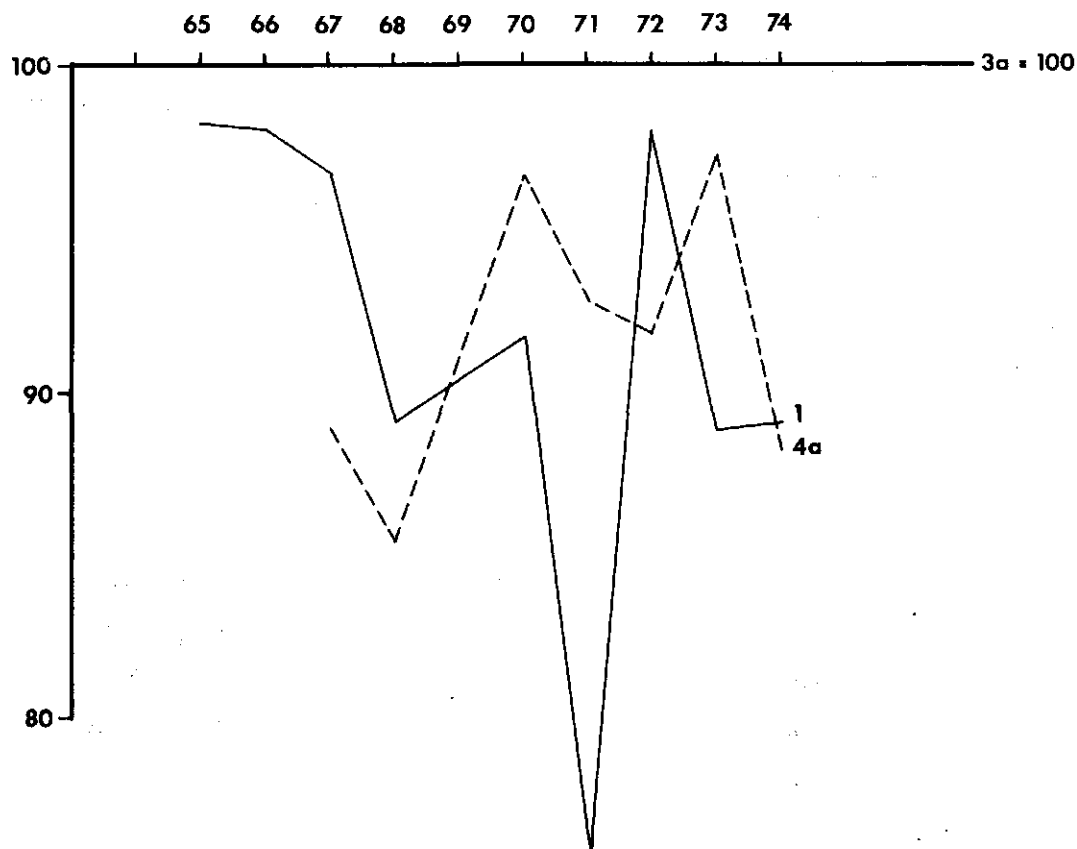


Figuur 15. Opbrengst wintertarwe bij 0 N gerelateerd aan de maximale opbrengst.

*Yield of winter wheat at 0 N related to maximum yield.*



Foto 9. Aantasting door oogvlekkenziekte (*Cercospora herpotrichoides* Fron) in wintertarwe.  
*Symptoms of eyespot (Cercospora herpotrichoides Fron) in winter wheat.*



Figuur 16. Maximale opbrengst wintertarwe van de bouwplannen 1 en 4a, gerelateerd aan 3a.

*Maximum yield of winter wheat in the rotations 1 and 4a, related to rotation 3a.*

### 3. Oorzaken van de opbrengstverschillen

De belangrijkste oorzaken voor de opbrengstverschillen zijn de aantastingen door voet-, blad- en aarziekten. Sinds 1971 is onderzoek verricht naar het voorkomen en de betekenis van oogvlekkenziekte (zie foto 9).

Ook is aandacht besteed aan het optreden van blad- en aarziekten. De eindaantastingen door oogvlekkenziekte in de bouwplannen 1, 3a en 4a zijn in tabel 26 weergegeven.

Het aantastingsniveau in bouwplan 4a kan in 1973 en 1974 verlaagd zijn door de verandering in herfstgrondbewerking die vanaf 1972 is ingevoerd toen ploegen is vervangen door cultivateren.

Tabel 26. Eind aantasting door oogvlekkenziekte (% aangetaste halmen).

Table 26. Final attack by eyespot (% of culms with symptoms) in winterwheat.

jaar <i>year</i>	bouwplan <i>rotation</i>	1	3a	4a
1971		94	26	88
1972		71	56	72
1973		75	47	53
1974		74	15	45

Door oogvlekkenziektebestrijding in deze bouwplannen kon het opbrengstniveau van 1 en 4a dichterbij dat van 3a gebracht worden (Maenhout, 1975). In 1972 was het opbrengstverschil tussen 3a en 4a als gevolg van oogvlekkenziektebestrijding volledig weggewerkt. In 1973 was bij gelijke aantasting het opbrengstniveau gelijk. In 1974 kon slechts een gedeelte van het opbrengstverschil door oogvlekkenziekte worden verklaard.

Opmerkelijk is dat sinds 1972 de halmlengte op perceel 4a steeds geringer was dan op 3a. Tevens is ook het nematodenbestand duidelijk hoger (zie pag. 8). Of deze en nog andere oorzaken ten grondslag liggen aan de opbrengstverschillen zal in de komende jaren verder moeten worden nagegaan.

Ook met oogvlekkenziektebestrijding kon de opbrengst van bouwplan 1 het niveau van bouwplan 3a niet halen. Oorzaken hiervoor zullen waarschijnlijk voornamelijk liggen in het sterkere optreden van afrijpingsziekten in het stikstofrijkere gewas.

### 3.5.4 Zomergerst

#### 1. Algemeen

Zomergerst komt in de bouwplannenproef in alle rotaties voor behalve in 5b.

In zeven rotaties is de voorvrucht suikerbieten, driemaal wordt de gerst na aardappelen verbouwd, terwijl ook koolzaad, haver en erwten eenmaal voorvrucht voor de zomergerst zijn. Ook is de frequentie van de zomergerst en de frequentie van granen verschillend tussen de



bouwplannen.

In tabel 27 zijn de vruchtopvolgingen met zomergerst weergegeven.

Tabel 27. De bouwplannen waarin zomergerst voorkomt.

*Table 27. Rotations with spring barley.*

bouw- plan rota- tion	vruchtopvolging <i>crop sequence</i>	aandeel z.gerst fre quency s.barley	aandeel granen fre quency cereals
1	erwten - w.tarwe - vlas - graszaad - koolzaad - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/6	2/6
2a	erwten - w.tarwe - vlas - graszaad - aardappe- len - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/6	2/6
2b	erwten - w.tarwe - vlas - graszaad - s.bieten - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/6	2/6
3a	erwten <sup>+</sup> - aardappelen - w.tarwe - vlas <sup>+</sup> - s.bie- ten - <u>zomergerst</u>	1/6	2/6
3b	luzerne - aardappelen - <u>zomergerst</u>	1/3	2/6
3c	graszaad - aardappelen - <u>zomergerst</u>	1/3	2/6
3d	k.weide - s.bieten - <u>zomergerst</u>	1/3	2/6
4a	aardappelen - w.tarwe <sup>+</sup> - s.bieten - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/4	3/6
4b	aardappelen - graszaad - s.bieten - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/4	3/6
5a	aardappelen - suikerbieten - <u>zomergerst</u> <sup>+</sup>	1/3	2/6
6a	k.weide - aardappelen - s.bieten - erwten <sup>+</sup> - haver - <u>zomergerst</u>	1/6	2/6
6b	k.weide - k.weide - aardappelen - s.bieten - erwten <sup>+</sup> - <u>zomergerst</u>	1/6	1/6
6c	k.weide - k.weide - k.weide - aardappelen - s.bieten - <u>zomergerst</u>	1/6	1/6

De bouwplannen 1, 2a en 2b verschillen alleen in voorvrucht. De bouwplannen 4a en 4b zijn ook uitstekend te vergelijken, evenals 5a en 6c. Tenslotte is 3d met 4b en 2b goed vergelijkbaar voor wat betreft de invloed van de teeltfrequentie.

De zomergerst is steeds verbouwd volgens de in de praktijk gangbare methode. Vanaf 1973 is het ras Aramir gebruikt, daarvoor werd Delisa verbouwd.

Op de bouwplannen 1, 3d, 4a, 4b, 6a, 6b, 6c is vanaf 1965 de opbrengstcapaciteit jaarlijks vastgesteld met behulp van stikstoftrappen in

drievoud. Vanaf 1970 is dit ook op een groot aantal andere bouwplannen gebeurd.

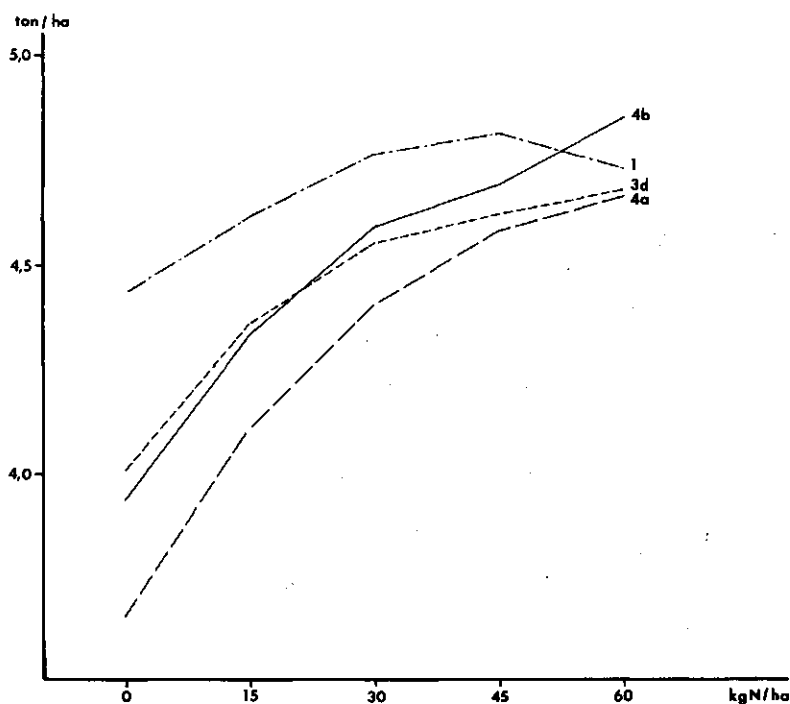
## 2. Opbrengsten

De zaadopbrengst is steeds in drievoud bepaald en omgerekend op 15% vocht. In tabel 28 is de maximale zaadopbrengst per bouwplan en per jaar weergegeven.

Tabel 28. Maximale opbrengst zomergerst (ton/ha) per bouwplan en per jaar.

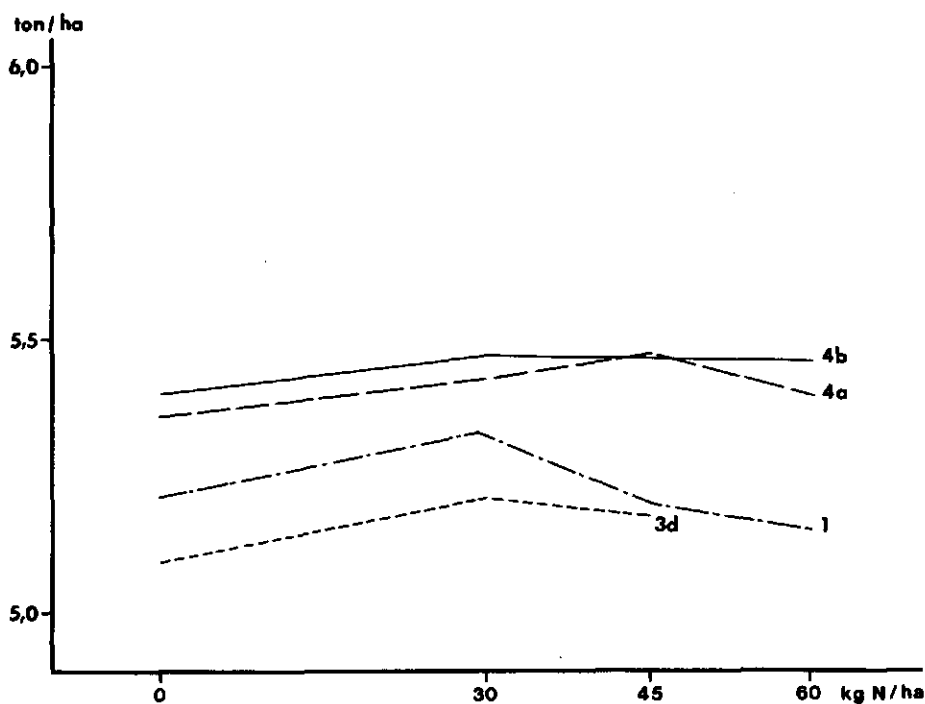
Table 28. Maximum yield of spring barley (tons/ha) per rotation and per year.

bouwplan rotation	1	2a	2b	3a	3b	3c	3d	4a	4b	5a	6a	6b	6c
jaar year													
1965	4,7	-	-	-	-	-	4,6	4,6	4,6	-	4,3	4,4	4,5
1966	3,9	-	-	-	-	-	3,8	4,2	4,4	-	3,8	4,0	4,2
1967	5,7	-	-	-	-	-	5,7	5,1	5,5	-	5,5	5,7	5,6
1968	5,0	-	-	-	-	-	4,9	4,8	5,1	-	4,8	5,0	5,3
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	5,3	-	-	-	-	-	5,7	5,4	5,4	-	5,1	5,8	5,8
1971	4,9	5,0	5,2	5,5	4,9	4,4	5,0	5,1	5,0	5,1	4,9	4,4	4,8
1972	4,1	4,6	4,7	4,4	4,3	4,3	4,0	4,6	4,9	4,9	5,1	3,9	4,5
1973	6,3	6,0	5,8	5,8	-	-	5,7	6,2	6,1	6,2	-	-	-
1974	6,4	6,3	6,4	6,0	-	-	6,1	6,3	6,3	5,9	-	-	6,2
gemidd. average 1965-'68	4,8						4,7	4,7	4,9		4,6	4,8	4,9
gemidd. average 1971-'74	5,4	5,5	5,5	5,4			5,2	5,6	5,6	5,5			
relatief	100	101	102	100			96	102	103	102			
aandeel z.gerst	1/6	1/6	1/6	1/6	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/6	1/6	1/6



Figuur 17. Gemiddelde opbrengst zomergerst (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1965 - 1968. Bouwplannen 1, 3d, 4a en 4b.

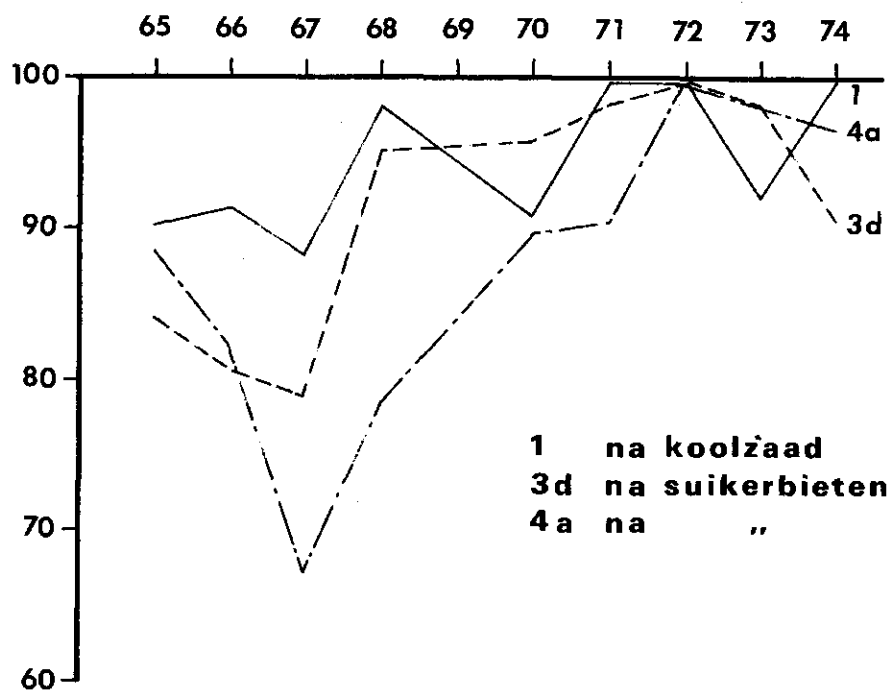
*Average yield of spring barley (tons/ha) at different N-levels during the period 1965 - 1968. Rotations 1, 3d, 4a and 4b.*



Figuur 18. Gemiddelde opbrengst zomergerst (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1970 - 1974. Bouwplannen 1, 3d, 4a en 4b.

*Average yield of spring barley (tons/ha) at different N-levels during the period 1970 - 1974. Rotations 1, 3d, 4a and 4b.*

Behalve in bouwplan 3d wordt de maximaal bereikte gerstopbrengst nauwelijks beïnvloed door de vruchtwisseling en de teeltfrequentie. Wel was de opbrengst van bouwplan 4a in 1972 ca. 10% lager dan die van 4b. De verschillen in opbrengstcapaciteit zijn overigens gering. In de figuren 17 en 18 zijn de gemiddelde opbrengstcurven van de bouwplannen 1, 3d, 4a en 4b weergegeven. Behalve de geschetste niveauverschillen is duidelijk, dat in tegenstelling tot de eerste proefjaren vanaf 1970 de stikstofgift nauwelijks een invloed op de opbrengst heeft gehad. Dit blijkt ook uit de opbrengsten bij 0 N (figuur 19) in de loop der jaren, die evenals bij de wintertarwe een duidelijk stijgend verloop hebben.



Figuur 19. Opbrengst zomergerst bij 0 N gerelateerd aan de maximale opbrengst.

*Yield of spring barley at 0 N related to the maximum yield.*

### 3. Kwaliteit

Naast de opbrengst is de brouwkwaliteit van de zomergerst belangrijk. De korrelsortering en het eiwitgehalte spelen daarbij een grote rol. In tabel 29 is over de jaren 1971, 1972 en 1974 de brouwkwaliteit van de gerst aangegeven.

Tabel 29. Percentage brouwgerst ( $>2\frac{1}{2}$  mm) en eiwitgehalte (%) bij de maximale opbrengst zomergerst.

Table 29. Percentage malting barley ( $>2\frac{1}{2}$  mm) and proteincontent (%) at maximum yield of spring barley.

bouwplan rotation	jaar year	1971		1972		1974	
		% brouw- gerst % malting barley	eiwit- gehalte protein content	% brouw- gerst % malting barley	eiwit- gehalte protein content	% brouw- gerst % malting barley	eiwit- gehalte protein content
1		67	10,0	42	11,5	89	12,3
2a		70	9,7	54	11,0	89	12,1
2b		69	9,7	52	10,9	89	12,0
3a		79	10,4	57	11,1	92	12,7
3d		49	13,2	45	11,5	92	12,6
4a		77	10,0	67	10,7	89	11,7
4b		75	10,1	79	10,4	94	12,3
5a		83	9,9	70	10,2	92	11,9
6a		72	9,7	68	11,5	-	
6b		51	11,1	38	12,1	-	
6c		61	10,8	52	11,7	91	12,1

Hoewel het aantal gegevens over de brouwkwaliteit betrekkelijk gering is, kan toch worden vastgesteld, dat de meeste bouwplannen niet erg geschikt zijn voor brouwgerstteelt, omdat óf het percentage  $>2,5$  mm te gering is, óf het eiwitgehalte boven de norm van 11% ligt.

### 4. Oorzaken van opbrengst- en kwaliteitsverschillen

. De mate van aantasting door oogvlekkenziekte (*Cercospora herpotri-  
choides*) is vanaf 1971 jaarlijks vastgesteld. Vooral interessant is

daarbij de vergelijking tussen aantastingspercentage en opbrengst van de bouwplannen 4a en 4b. In tabel 30 zijn de aantastingen aan het eind van het groeiseizoen voor een aantal bouwplannen weergegeven.

Tabel 30. Aantasting door oogvlekkenziekte (% aangetaste halmen).

Table 30. Final attack by eyespot (% of culms with symptoms) in spring barley.

bouwplan rotation	1	4a	4b	5a
jaar year				
1971	-	40	1	3
1972	32	98	26	5
1973	5	33	10	6
1974	3	61	11	2

In 1973 en 1974 is in bouwplan 4a, 4b en 5a oogvlekkenziektebestrijding uitgevoerd, hetgeen echter niet tot opbrengsttoename heeft geleid. Slechts in 1972 was de aantasting in bouwplan 4a zodanig ernstig dat opbrengstderiving verwacht mocht worden (25% van de stengels doorgerot!). De opbrengst was inderdaad lager dan in het vergelijkbare bouwplan 4b. Gemiddeld gesproken mag worden aangenomen dat schade door oogvlekkenziekte in zomergerst slechts zelden onder onze weersomstandigheden zal voorkomen (1972: erg koele, natte voorzomer).

- Sinds 1973 is in drievoud periodiek de populatiedichtheid van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne naasi*) bepaald in de gewassen van bouwplan 3d. De wortelknobbelaaltjes bleken onregelmatig verspreid voor te komen. De opbrengst in het bouwplan 3d is gedurende de jaren 1971-1974 gemiddeld ca. 5% lager geweest dan in het vergelijkbare bouwplan 4b. Ook in de eerste jaren van de proef was reeds een opbrengstverschil tussen 3d en 4b aanwezig.

De populatiedichtheid van wortelknobbelaaltjes was in de meeste jaren onvoldoende hoog om opbrengstvermindering te veroorzaken. Bovendien zijn de opbrengstverschillen nog gering.

- De brouwerstkwaliiteit (korrelgrootte en eiwitgehalte) varieert van bouwplan tot bouwplan. In het algemeen kan echter gesteld worden dat de zomergerst op het proefveld "De Schreef" niet erg geschikt is als brouwerst. Een belangrijke reden hiervoor is de hoge stikstofrijksdom

van de grond ( grafiek 18), vooral in de laatste jaren. Hierdoor wordt het kwaliteitsniveau over de hele linie zodanig negatief beïnvloed, dat de aanwezige kwaliteitsverschillen (tabel 29: 4a, 4b en 5a beter dan de overige) nauwelijks meer relevant zijn.

### 3.5.5 Overige gewassen

Behalve aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst komen in de bouwplannenproef nog andere gewassen voor, waarvan de opbrengstcapaciteit niet met N-trappen wordt gemeten. Wel worden opbrengsten bepaald bij praktisch N-gift. Opbrengstverschillen als gevolg van diverse bouwplannen doen zich bij deze gewassen niet voor. Jaarinvloeden kunnen soms aanzienlijk zijn.

Gemiddeld over de periode 1970-1974 bracht Italiaans raaigras 1650 kg/ha, vlas 9400 kg/ha, erwten 3900 kg/ha, koolzaad 2850 kg/ha, haver 5400 kg/ha en 1e, 2e en 3e jaars kunstweide resp. 6700, 6600 en 6100 kg zetmeelwaarde op.

### 3.6 Synthese

Gezien de resultaten en tendensen die in de vorige hoofdstukken zijn beschreven, is het zinvol na 12 jaar vruchtwisselingsonderzoek op de bouwplannenproef "De Schreef" enkele kanttekeningen te plaatsen t.a.v. de consequenties van een toenemend aandeel aardappelen en suikerbieten in het bouwplan.

Herhaald dient te worden dat de resultaten zijn verkregen op een proefveld dat aangelegd is op pas drooggelegde poldergrond, met bepaalde karakteristieke bodemeigenschappen. Voor poldergronden met vergelijkbare zwaarte en minerale samenstelling zijn de resultaten direct overdraagbaar; voor akkerbouw op het oude land ligt dit minder duidelijk. In een aantal gevallen, waar de oorzaken van opbrengstverschillen bekend zijn, is globaal aan te geven of soortgelijke effecten in de lijn der verwachtingen liggen. Voor het overige zal verder onderzoek hierop een antwoord moeten geven. Als algemene opmerkingen kan het volgende gelden:

. De grondbewerking na aardappelen kan het beste niet-kerend worden

uitgevoerd, teneinde de kans op aardappelopslag te verminderen.  
. Graszaad in het bouwplan geeft in het geval van Italiaans raaigras de kans op opslag in volggewassen, dat zelfs zaaddragend kan worden en daardoor als "bouwplanvervuiler" moet worden gezien.

Van zesjarige rotaties, met 1/6 suikerbieten, 1/6 aardappelen, 2/6 granen en 2/6 diversen, bijv. handelsgewassen, kan worden opgemerkt, dat in analogie met de rotaties 1, 2a, 2b en 3a hoge opbrengsten te verkrijgen zijn, die voor zover bekend is niet beïnvloed worden door afnemende fysische, chemische of biologische bodemvruchtbaarheid. Ten aanzien van de rangschikking van de gewassen in deze rotaties kan worden gesteld, dat de granen (wintertarwe) het beste door twee niet-graangewassen kunnen worden gescheiden, zodat de kans op schadelijke aantastingen met name door oogvlekkenziekte zo gering mogelijk is. Aardappelen en suikerbieten kunnen beter niet direct na elkaar worden verbouwd. Bij bieten geeft dit vaak problemen met aardappelopslag en de tendens naar een lagere opbrengst; aardappelen dienen bij voorkeur niet direct na bieten te worden verbouwd vanwege het negatieve voorvruchteffect, zoals blijkt uit vergelijking van de aardappelopbrengst in de bouwplannen 5a en 5b.

. Bouwplannen met een vierjarige rotatie van aardappelen, suikerbieten en twee granen blijken in de bouwplannenproef zowel voor wat betreft de wintertarwe als de aardappelen lagere opbrengsten te geven dan in een zesjarige rotatie.

e belangrijkste oorzaak van de opbrengstvermindering in wintertarwe is de oogvlekkenziekte. Dit bouwplan-gebonden verschijnsel komt in Nederland algemeen voor; op zavel- en kleigronden in ongeveer dezelfde mate. Gerichte bestrijding met systemische fungiciden kan opbrengstderiving voorkomen.

Aardappelen blijken in deze frequentie na negen jaar een lagere opbrengst te bereiken dan in vergelijkbare rotaties met 1 op 6 aardappelen. In 1974 was de opbrengst 5% minder; er zijn aanwijzingen dat deze dalende tendens zich nog voortzet. Bovendien is de kwaliteit van de aardappelen minder goed door een hoger percentage misvorming en zwaardere aantasting door knolziekten als *Rhizoctonia* en netschurft. Schurft- en *Rhizoctonia*-aantasting kunnen mogelijk mede schuld hebben aan de lagere



opbrengst. Deze knolziekten komen in overeenkomstige mate op het "oude land" voor.

Wat de volgorde van de gewassen in het bouwplan betreft, lijkt aardappelen - wintertarwe - suikerbieten - zomergerst het meest aanbevelenswaardig. Dit vanwege de slechte voorvruchtwaarde van suikerbieten voor aardappelen en in mindere mate ook omgekeerd.

Driejarige rotaties met 1/3 aardappelen, 1/3 granen en 1/3 diversen (graszaad of luzerne) geven in de bouwplannenproef vanaf 1970 een opbrengstvermindering van de aardappelen te zien in vergelijking met de aardappelen in zesjarige en vierjarige rotaties. In 1974 was de aardappelopbrengst ca. 15% lager dan in een 1 op 6 bouwplan met aardappelen en ca. 10% lager dan in een 1 op 4 bouwplan. Oorzaken voor de opbrengstvermindering zijn nog niet aan te geven. Wel treden schurft en Rhizoctonia in sterkere mate op dan wanneer de aardappelen in een 1 op 6 teeltfrequentie worden verbouwd.

Voor granen in een driejarige rotatie met 1/3 granen kan hetzelfde opbrengstniveau worden bereikt als in een zesjarige rotatie met 2/6 granen.

Voor wat betreft het opbrengstniveau kunnen driejarige rotaties met 1/3 aardappelen en 1/3 granen beter niet worden aangevuld met luzerne, omdat een dergelijk bouwplan te weinig mogelijkheden biedt om wortel-onkruiden te bestrijden, waardoor deze het bouwplan sterk kunnen vervuilen.

In driejarige rotaties met 1/3 suikerbieten en 2/3 granen bestaat bij de bieten de kans op een wat lagere opbrengst. Mogelijk speelt hierbij het gramineeënwortelknobbelaaltje een rol, zoals in hoofdstuk "Nematoden" (blz. 17) is beschreven. Ook de granen in een dergelijk bouwplan kunnen lagere opbrengsten geven, zowel door de kans op schade door het gramineeënwortelknobbelaaltje als door de kans op oogvlekkenziekte-aantasting. In driejarige rotaties met 1/3 aardappelen, 1/3 suikerbieten en 1/3 granen geven de bieten bij dezelfde voorvrucht geen opbrengstderiving te zien t.o.v. ruimere teeltfrequenties. Wanneer de bieten voorafgegaan worden door aardappelen, geven de bieten een ca. 5% lagere opbrengst dan na andere voorvruchten.

De aardappelen geven in deze vruchtopvolging een opbrengstvermindering

te zien in vergelijking met bouwplannen met 1/4 of 1/6 aardappelen. Wanneer de bieten niet direct aan de aardappelen voorafgaan, is het opbrengstniveau gelijk aan dat van aardappelen in driejarige rotaties waarin geen bieten voorkomen. Het hogere rooivruchtenaandeel op zich heeft dus geen invloed op de aardappelopbrengst. Suikerbieten als voorvrucht voor de aardappelen geeft een opbrengstvermindering van ca. 10% in vergelijking met een driejarige rotatie waarin suikerbieten niet de directe voorvrucht van aardappelen zijn.

Om een zo hoog mogelijk opbrengstniveau van de gewassen te verkrijgen, kan de opvolging in deze rotatie het beste aardappelen - suikerbieten - granen zijn. In een driejarige rotatie dient overigens rekening te worden gehouden met inpassing van grondontsmetting, hetgeen hoge eisen stelt aan het structuurherstellend vermogen van de grond.

Welke bouwplannen bedrijfseconomisch het beste zijn, hangt niet uitsluitend af van de opbrengst van de gewassen. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk ingegaan.

### 3.7 Bedrijfseconomische aspecten

De bedrijfseconomische benadering vindt plaats op grond van de gegevens over de periode 1970 t/m 1974. Deze gegevens zijn vermeld in rapport nr. 31 van het Proefstation voor de Akkerbouw (Preuter 1976).

Van alle gewassen zijn de kg-opbrengsten bekend bij de praktijkstikstofgift.

De kg-opbrengsten van wintertarwe, zomergerst, aardappelen en suikerbieten zijn tevens bekend bij de optimale stikstofgift. Dit is de stikstofgift waarbij in de N-trappenreeks de hoogste kg-opbrengst werd verkregen.

#### a. Saldo per gewas

Het saldo per gewas bestaat uit de bruto-geldopbrengst, verminderd met de toegerekende kosten.

De bruto-geldopbrengst is bepaald door de gemiddelde afleverbare opbrengsten aan hoofd- en bijproduct over de periode 1970 t/m 1974, te vermenigvuldigen met de te verwachten prijzen in 1975/76. Bij vlas en graszaad is daarnaast nog met een E.E.G.-toeslag gerekend.

Onder de toegerekende kosten vallen de kosten van zaaizaad en pootgoed, meststoffen, bestrijdingsmiddelen, verzekering, rente, touw, drogen, schonen en afleveren. Deze gegevens zijn zo veel mogelijk afkomstig van "De Schreef", wat betreft de gebruikte hoeveelheden.

Tabel 31 geeft een overzicht van de opbrengsten, prijzen en de saldi bij een verschillend aandeel van de gewassen in het bouwplan bij de praktijkstikstofgift. De saldi van het grasland en van de gewassen die slechts bij één percentage voorkomen, zijn niet vermeld.

De saldoberekeningen in tabel 31 zijn een gemiddelde van de gewassen per bouwplan. Hierbij is geen rekening gehouden met de voorvruchten. Bij de aardappelen is geen rekening gehouden met een eventueel effect van grondontsmetting.

De prijzen voor de aardappelen en de suikerbieten variëren enigszins als gevolg van verschil in kwaliteit of suikergehalte, veroorzaakt door de samenstelling van het bouwplan.

De rotatieduur heeft weinig invloed op het saldo per ha bij zomergerst en graszaad.

Bij de aardappelen is het saldo van de vierjarige rotaties ruim 3% en bij de driejarige rotaties 15% lager dan bij de zesjarige rotaties. Voor de suikerbieten zijn deze cijfers achtereenvolgens 0% en bijna 5%.

b. Verschil tussen de praktijkstikstofgift en de optimale stikstofgift in kg-opbrengst en saldo per hectare.

In tabel 32 worden de kg-opbrengst van het hoofdprodukt, de stikstofgift en het saldo bij de optimale N-gift, uitgedrukt als percentage van de opbrengst en het saldo bij de praktijk N-gift weergegeven.

Uit tabel 32 blijkt dat de kg-opbrengst bij de optimale N-gift 1 tot 5% hoger ligt dan bij de praktijk N-gift.

De optimale N-gift is bij de granen en suikerbieten gemiddeld lager geweest dan de praktijk N-gift.

De optimale N-gift bij de aardappelen is gemiddeld 50 tot 73% hoger geweest dan de praktijk N-gift.

Het saldo is door de correcties in de opbrengst van het hoofdprodukt en de kosten van stikstof, drogen en afleveren gemiddeld met 3 tot 7% toegenomen.

Tabel 31. Opbrengsten, prijzen en saldi van de gewassen, bij variërend aandeel in het bouwplan bij de praktijkstofgift.

Table 31. Yields, prices and balance of the crops, at varying cropping frequency at the standard nitrogen application.

omschrijving	aandeel in het bouwplan	opbrengst in kg/ha	hoofdprodukt in gld/kg	brutogelddopbrengst in gld/ha		toegerekende kosten	saldo	
				hoofdprodukt	bijprodukt			
description of crop	frequency of cropping	yield kg/ha	main product in Dfl/kg	gross financial result (Dfl/ha)		costs	balance	
				main product	add. product			
				total				
wintertarwe	1/6	6.058	0,42	2.544	356	2.900	595	2.305
wintertarwe	1/4	6.110	0,42	2.566	347	2.913	647	2.266
wintertarwe	1/3	---	---	---	---	---	---	---
zomergerst	1/6	5.017	0,39	1.957	256	2.212	484	1.729
zomergerst	1/4	5.160	0,39	2.013	248	2.261	502	1.759
zomergerst	1/3	4.943	0,39	1.928	246	2.174	454	1.728
graszaad	1/6	1.630	1,30	2.119	957 <sup>1</sup>	3.076	662	2.414
graszaad	1/4	1.640	1,30	2.132	940 <sup>1</sup>	3.072	655	2.417
graszaad	1/3	1.665	1,30	2.165	975 <sup>1</sup>	3.140	663	2.477
aardappelen	1/6	52.740	0,151	7.964	367	8.331	1.766	6.565
aardappelen	1/4	51.700	0,149	7.704	444	8.148	1.787	6.351
aardappelen	1/3	46.975	0,148	6.940	425	7.365	1.779	5.586
suikerbieten	1/6	65.220	0,0994	6.483	---	6.483	1.325	5.158
suikerbieten	1/4	64.400	0,1015	6.537	---	6.537	1.371	5.166
suikerbieten	1/3	62.833	0,0998	6.270	---	6.270	1.349	4.921

<sup>1</sup>Incl. de toeslag per 100 kg gecertificeerd zaaizaad.  
<sup>1</sup>Included bonus per 100 kg certified seed.

Tabel 32. Opbrengst, stikstofgift en saldo bij de optimale stikstofgift in % van de praktijkstikstofgift.

Table 32. Yield, nitrogen-application and balance at the optimum N-application in % of standard N-application<sup>1</sup>.

gewas	aandeel in het bouwplan	optimale N-gift in % van de praktijk-N-gift		
		kg-opbrengst hoofdprodukt	stikstof-gift	saldo
crop	cropping frequency	optimum N-application in % of standard N-application		
		yield(kg/ha) main product	amount of nitrogen	balance
wintertarwe	1/6	105	48	107
wintertarwe	1/4	105	75	107
zomergerst	1/6	104	72	105
zomergerst	1/4	102	82	103
zomergerst	1/3	103	81	104
aardappelen	1/6	103	173	103
aardappelen	1/4	105	150	105
aardappelen	1/3	105	154	104
suikerbieten	1/6	103	98	104
suikerbieten	1/4	101	82	103
suikerbieten	1/3	105	88	107

<sup>1</sup>standard N-application: Amount of nitrogen usually applied in practise.

optimum N-application : Amount of nitrogen in the N-steps that resulted in the highest yield.

In tabel 33 is het relatieve saldo per ha gegeven bij een verschillend aandeel van het gewas in het bouwplan. Het saldo bij 1/6 in het bouwplan is op 100 gesteld.

Tabel 33. Relatief saldo per ha bij een aandeel van het gewas in het bouwplan van 1/6, 1/4 en 1/3.

Table 33. Relative balance per ha at varying frequency of cropping.

gewas <i>crop</i>	stikstof- gift <i>amount of nitrogen</i>	relatief saldo per ha gewas bij een percen- tage in het bouwplan van		
		1/6	1/4	1/3
		<i>relative balance of a crop per ha at cropping frequencies of</i>		
		1/6	1/4	1/3
wintertarwe	praktijk <i>standard</i>	100	98	-
wintertarwe	optimaal <i>optimum</i>	100	99	-
zomergerst	praktijk	100	102	99
zomergerst	optimaal	100	99	98
graszaad	praktijk	100	100	103
aardappelen	praktijk	100	97	85
aardappelen	optimaal	100	99	87
suikerbieten	praktijk	100	100	95
suikerbieten	optimaal	100	99	98

c. Bouwplansaldo.

Om na te gaan hoe sterk een bepaald bouwplan staat op basis van de saldi van de gewassen in dat bouwplan, is per bouwplan het saldo per ha berekend. Dit bouwplansaldo kan worden bepaald door de saldi van de gewassen van het desbetreffende bouwplan op te tellen en te delen door de rotatieduur.

De "sterkte" van een bouwplan op basis van het saldo valt geheel samen met het percentage hakvruchten in het bouwplan. Wel treedt, afhankelijk van de samenstelling van de bouwplannen, o.a. bij de bouwplannen met 2/6 deel hakvruchten nog een vrij sterke variatie in het bouwplansaldo op. Het bouwplansaldo in gld per ha cultuurgrond is bij:

2/3 hakvruchten f 4.151,- - f 4.113,- per ha,  
 2/4 hakvruchten f 3.811,- - f 3.810,- per ha,  
 1/3 hakvruchten f 3.355,- - f 2.832,- per ha,  
 1/6 hakvruchten f 2.795,- - f 2.557,- per ha,  
 0 hakvruchten f 1.924,- per ha.

De voorgaande saldi gelden bij de praktijkstikstofgift.

Voor een normatieve beoordeling is het werkelijke bouwplansaldo vergeleken met het berekende bouwplansaldo.

Het berekende bouwplansaldo is verkregen door van ieder gewas het saldo per ha te bepalen als gemiddelde uit alle aanwezige bouwplannen.

Daarna is op basis van dit gemiddelde van ieder bouwplan opnieuw het saldo per ha berekend. In tabel 34 is dit per rotatie berekende bouwplansaldo vergeleken met het werkelijke bouwplansaldo.

Tabel 34. Vergelijking tussen het werkelijke en het berekende bouwplansaldo in gld per ha bij de praktijkstikstofgift en de optimale stikstofgift.

Table 34. Comparison between actual and calculated balance of the cropping plan in Dfl. per ha at standard and optimum N-application.

bouwplan	rotatietijd in jaren	praktijkstikstofgift			optimale stikstofgift		
		bouwplansaldo	werkelijk in % van berekend	werkelijk berekend	bouwplansaldo	werkelijk in % van berekend	werkelijk berekend
cropping plan	rotation time (years)	standard N-application			optimum N-application		
		cropp. plan balance actual	actual in calculated	% of calculated	cropp. plan balance actual	actual in calculated	% of calculated
5b	3	4.151	4.527	92	4.395	4.672	94
5a	3	4.113	4.259	97	4.238	4.428	96
4a	4	3.811	3.715	103	3.941	3.881	102
4b	4	3.810	3.775	101	3.955	3.902	101
6c	6	3.416	3.307	103	3.463	3.391	102
3a	6	3.355	3.176	106	3.412	3.287	104
6b	6	3.263	3.206	102	3.339	3.291	101
3c	3	3.231	3.408	95	3.356	3.505	96
6a	6	3.088	3.109	99	3.188	3.194	100
3d	3	2.990	3.028	99	3.120	3.125	100
3b	3	2.832	3.006	94	2.952	3.103	95
2a	6	2.795	2.724	103	2.904	2.798	104
2b	6	2.557	2.543	101	2.625	2.618	100
1	6	1.924	1.964	98	1.960	2.002	98

Het werkelijke bouwplansaldo in % van het berekende varieert bij de praktijk N-gift bij de driejarige rotaties van 92 tot 99, bij de vierjarige van 101 tot 103 en bij de zesjarige van 98 tot 106.

Het bouwplansaldo van de driejarige rotaties ligt door de opbrengsten en/of toegerekende kosten ongunstiger dan het gemiddelde. De vierjarige en de zesjarige bouwplannen liggen, met uitzondering van bouwplan 1 en 6a, gunstiger dan het gemiddelde. In bouwplan 1 hebben vooral wintertarwe en groene erwten een saldo dat lager is dan het gemiddelde. In bouwplan 6a hebben groene erwten en grasland een laag saldo.

Het bouwplan 5b met de vruchtopvolging suikerbieten - aardappelen - graszaad heeft een belangrijk lager saldo dan het berekende. De aardappelen in dit bouwplan hebben namelijk een lage opbrengst.

Het bouwplan 3a met de vruchtopvolging wintertarwe - vlas - suikerbieten - zomergerst - groene erwten - aardappelen is zeer gunstig wegens de hoge opbrengsten van wintertarwe, suikerbieten en aardappelen.

Bij optimale N-gift varieert het werkelijke saldo in % van het berekende saldo van 94 tot 104. De variatie in het saldo is via de correctie van de N-gift kleiner dan bij de praktijkstikstofgift met als grenzen 92 en 106.

#### d. Bedrijfsuitkomsten.

Om een oordeel te vormen over de bedrijfseconomische betekenis van de aanwezige bouwplannen is het noodzakelijk te weten hoe het financiële resultaat is als deze bouwplannen in een bepaalde bedrijfsopzet worden toegepast.

Uit de vele mogelijkheden is gekozen voor twee situaties.

In de eerste situatie is de arbeidsbezetting gesteld op twee man. Uitgaande van dit arbeidsaanbod is voor ieder bouwplan de maximale bedrijfsoppervlakte berekend. Ieder bouwplan krijgt op deze wijze een optimale man/grond-verhouding.

In de tweede situatie is de arbeidsbezetting gesteld op één man en de bedrijfsoppervlakte op 43,5 ha.

In beide gevallen is de mogelijkheid verondersteld om voor het handwerk, o.a. wieden, hokken en schelven, los personeel aan te trekken. In hoeverre dit nodig is, hangt af van de samenstelling van het bouwplan. Bij de oppervlakte van 43,5 ha is het bij enkele bouwplannen nodig om



voor een gering aantal uren arbeid aan te trekken voor het bedienen van machines of voor het transport van produkten.

Bij de arbeidsbezetting van twee man zonder beperking van de oppervlakte varieert deze per bedrijf van 69 tot 135 ha, afhankelijk van het bouwplan.

De zesjarige rotaties geven in het algemeen een grotere mogelijkheid tot arbeidsspreiding dan de kortere rotaties.

De bouwplannen met een saldo per ha van f 3.350,- of hoger hebben een positief ondernemersoverschot. Dit zijn de bedrijfsopzetten 5b, 5a, 4a, 4b, 6c en 3a. De overige plannen hebben geen ondernemersoverschot.

Bij de bouwplannen met een arbeidsbezetting van één man en een bedrijfsoppervlakte van 43,5 ha ontstaat een duidelijk verband tussen de hoogte van het bouwplansaldo en de hoogte van het ondernemersoverschot.

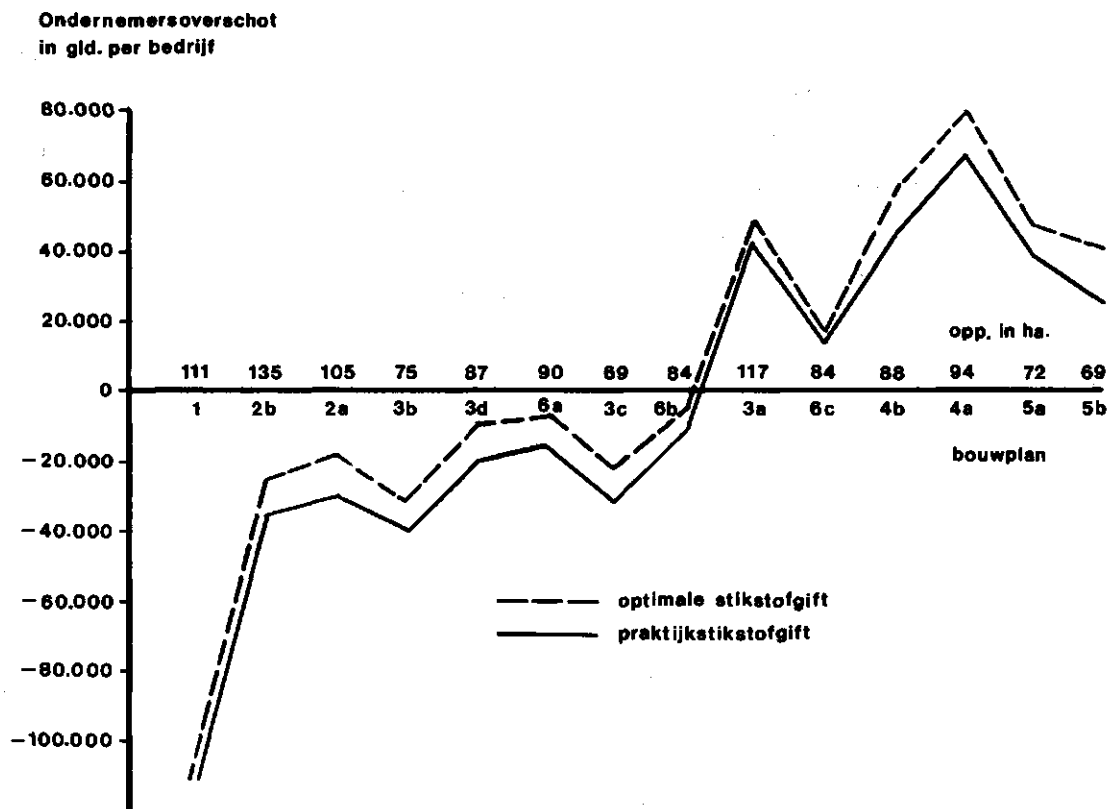
De oorzaak hiervan is het geringe verschil per ha in de niet-toegerekende kosten.

In figuur 20 is het ondernemersoverschot per bouwplan bij een arbeidsbezetting van twee man zonder beperking van de oppervlakte grafisch weergegeven.

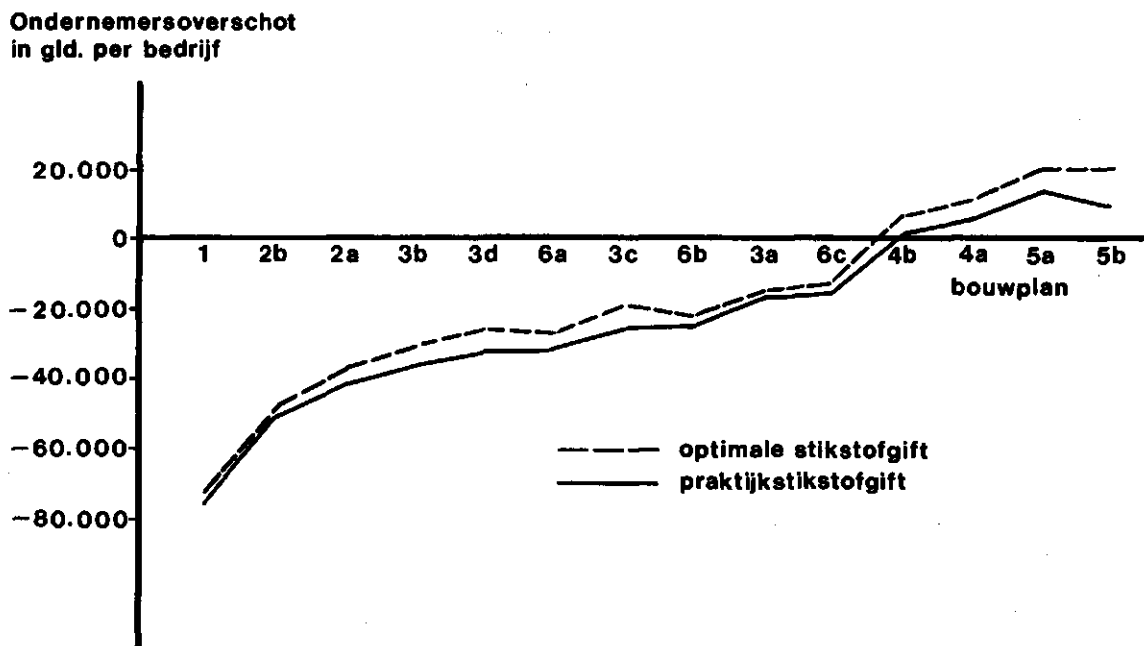
Uit figuur 20 blijkt dat de bedrijfsuitkomsten bij de optimale stikstofgift hoger zijn dan bij de praktijkstikstofgift. Daar alleen de opbrengsten van wintertarwe, zomergerst, aardappelen en suikerbieten bij de optimale stikstofgift bekend zijn, is een aantal bouwplannen hierdoor bevoordeeld. In bouwplan 1 is van 33% van de gewassen de opbrengst bij de optimale stikstofgift berekend; bij de bouwplannen 4a en 5a van alle gewassen.

In figuur 21 is het ondernemersoverschot per bouwplan bij een arbeidsbezetting van één man en een oppervlakte van 43,5 ha cultuurgrond gegeven. Een vergelijking van de figuren 20 en 21 leert, dat in het algemeen het ondernemersoverschot zonder beperking van de oppervlakte hoger is dan met beperking van de oppervlakte.

Bij de bouwplannen 3b en 3c moesten bij een oppervlakte van 43,5 ha iets meer uren van losse arbeidskrachten worden aangetrokken om het bouwplan bij een vaste arbeidsbezetting van één man te kunnen uitvoeren. Zonder het aantrekken van deze uren zou bij handhaving van de arbeidsbezetting de oppervlakte moeten worden verlaagd. De genoemde bouwplannen geven daarom bij de vaste oppervlakte een iets hoger ondernemersoverschot dan bij de variabele oppervlakte.



Figuur 20. Ondernemersoverschot per bouwplan bij een arbeidsbezetting van 2 man zonder beperking van de oppervlakte.  
*Entrepreneur's surplus per cropping plan in a 2-men farming system without a limited acreage.*



Figuur 21. Ondernemersoverschot per bouwplan bij een arbeidsbezetting van 1 man en een oppervlakte van 43,5 ha.  
*Entrepreneur's surplus per cropping plan in a 1-man farming system of 43.5 ha.*

Het ondernemersoverschot per bouwplan is laag omdat bij de berekening is uitgegaan van de eigenaarsbasis met een grondrente van 9%. Op pachtbasis is het netto-overschot ca. duizend gulden hoger per hectare.

De bouwplannen 4b, 4a, 5a en 5b hebben zowel bij de variabele als bij de vaste bedrijfsoppervlakte een positief ondernemersoverschot. Daar graszaad een gewas is dat niet onbeperkt tegen een redelijke prijs kan worden verbouwd, zijn de bouwplannen 4a en 5a het beste.

#### 4. CONCLUSIES.

- . Na 12 jaar verbouw van gewassen in verschillende opvolgingen en frequenties, zijn nog geen duidelijke verschillen in bodemfysische eigenschappen van de grond ontstaan.
- . De fosfaat- en kalitoestand van de grond is evenmin verschillen gaan vertonen tussen de bouwplannen.  
De stikstofhuishouding van de verschillende bouwplannen loopt wel duidelijk uiteen. Naast de algemene tendens van het stikstofrijker worden van het profiel komen de laatste jaren bouwplaneffecten naar voren.
- . Plantenparasitaire nematoden komen in toenemende mate op het proefveld voor. Cystevormende soorten zijn nog niet aangetoond; vrijlevende soorten komen in dichtheden voor die afhankelijk zijn van de frequentie van de teelt van waardplanten. Schadelijke niveaus zijn echter nog niet bereikt.
- . De onkruidbezetting toont een bouwplanafhankelijk patroon. In bouwplan 3b (aardappelen - zomergerst - luzerne) komen, door de geringe toepassingsmogelijkheid van herbiciden, veel akkerdistel en klein hoefblad voor. Opslag van Italiaans raaigras en aardappelen kan in gewassen volgend op die teelten een belangrijke rol spelen.  
De reactie van de gewassen op de teeltfrequentie blijkt te verschillen.
- . De aardappelen reageren na 6 jaar verbouw van gewassen in een 1 op 3-teelt met afnemende opbrengsten t.o.v. de 1 op 6-teelt. De 1 op 4-teelt gaf na ca.8 jaar verbouw van gewassen een lager opbrengstniveau dan de 1 op 6-teelt. Met deze opbrengstverschillen gaan verschillen in knolkwaliteit samen. Deze uiten zich in de mate van misvorming en bezetting met *Rhizoctonia* en schurft. Oorzaken van deze opbrengst- en kwaliteitsverschillen zijn nog onvoldoende bekend.
- . De suikerbieten reageren in de 4e rotatie van een 1 op 3-teelt nog niet met een lager opbrengstniveau dan in de 1 op 6-teelt. Geringe opbrengstdepressies gaan samen met de voorvrucht aardappelen, en komen voor in bouwplan 3d (suikerbieten - zomergerst - grasland) waar het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne* naasi een mogelijke oorzaak is.

- . De wintertarwe reageert na één rotatie in de 1 op 4-teelt (50% granen) met een lagere opbrengst dan in de 1 op 6-teelt (33% granen) waarin de granen door twee niet-graangewassen zijn gescheiden. De oorzaak van dit opbrengstverschil is grotendeels gelegen in het verschil in aantasting door oogvlekkenziekte. Mogelijk zijn, vooral in de laatste jaren van het onderzoek, daarnaast andere oorzaken aanwezig. De voorvrucht erwten laat bijvoorbeeld meer stikstof in de grond achter dan de voorvrucht aardappelen. Het tarweras Lely heeft hierop in 1970-1974 met lagere maximale opbrengsten gereageerd. Een zwaardere aantasting door blad- en aarziekten lijkt hieraan ten grondslag te liggen.
- . De zomergerst reageert nauwelijks op de teeltfrequentie. Opbrengstdepressies als gevolg van aantasting door oogvlekkenziekte kunnen voorkomen, maar zijn waarschijnlijk zeer incidenteel. Alleen het bouwplan 3d (suikerbieten - zomergerst - grasland) toont een lagere opbrengst over de periode 1971-1974 dan de overige bouwplannen. Meloidogyne naasi-aantastingen zouden hiertoe hebben kunnen bijgedragen. De brouwgerstkwaliteit van de zomergerst op het proefveld is slecht, aangezien door de stikstofrijkdome van de bodem, óf de korrelgrootte óf het eiwitgehalte niet aan de brouwgerstnorm voldeed.
- . Het onderzoek op de proef geeft duidelijke aanwijzingen over de keuze van het optimale bouwplan. Als schakeling van gewassen blijken, gezien de geconstateerde reacties op voorvruchten en de opslagproblemen, de volgende bouwplannen de hoogste opbrengsten te geven:
  - 2/6 hakvruchten:  
bouwplan 3a: vlas - suikerbieten - zomergerst - groene erwten -  
aardappelen - wintertarwe.
  - 2/4 hakvruchten:  
bouwplan 4a of 4b: zomergerst - aardappelen - wintertarwe/graszaad -  
suikerbieten.
  - 2/3 hakvruchten:  
bouwplan 5a: aardappelen - suikerbieten - zomergerst.
- . Op basis van het ondernemersoverschot, waarbij ieder bouwplan bij een arbeidsbezetting van twee man in zijn optimale verhouding is geplaatst, is het plan 4a het beste.

De vruchtwisseling is daarbij: zomergerst - aardappelen - wintertarwe - suikerbieten - zomergerst.

De oppervlakte grond is hierbij niet beperkt.

- Op basis van de huidige bedrijfsstructuur, d.w.z. een vaste oppervlakte per man, is 5a het beste.

De vruchtwisseling is dan: aardappelen - suikerbieten - zomergerst - aardappelen.

In dit bouwplan is geen rekening gehouden met de kosten van grondontsmetting. Hiertegenover staat, dat het ondernemersoverschot in dit plan kan worden verhoogd door de zomergerst te vervangen door wintertarwe.

## 5. SAMENVATTING.

In 1974 zijn op de bouwplannenproef voor de 12e maal gewassen verbouwd, waardoor een goede vergelijking tussen de driejarige, vierjarige en zesjarige rotaties gemaakt kan worden, omdat deze een aantal cycli volledig hadden doorlopen.

Sinds 1967 zijn bij de winter tarwe opbrengstverschillen opgetreden ten nadele van rotaties waarin een korte pauze tussen twee graangewassen aanwezig is. Bij suikerbieten en zomergerst komen nog geen opbrengstverschillen van betekenis voor. Aardappelen reageren sinds 1970 in toenemende mate op teeltfrequentie en voorvrucht.

De bodemfysische en chemische reactie op de verschillende vruchtwisselingen bieden (nog) weinig aanknopingspunten om opbrengstverschillen te verklaren. Nematoden beginnen incidenteel in dichtheden van betekenis voor te komen. In enkele bouwplannen beginnen onkruiden een probleem te vormen. Opslag van aardappel en Italiaans raaigras zijn van betekenis in de volggewassen. Op bedrijfstechnische en economische aspecten van de onderzoekresultaten wordt ingegaan.

The crop rotation experiment "De Schreef" started in 1963 on newly reclaimed polder soil in East Flevoland. The aim of this rotation experiment is to study the influence of different systems of crop rotation on soil structure, soil fertility, diseases, pests and on the growth, yield and quality of the crops.

The rotations included in the experiment are shown in annex 1. The rotations are classified into groups according to the frequency of rootcrops. The rotations 6a, 6b and 6c represent ley-arable systems.

In the experiment all phases of each rotation are present each year. The experiment consists of 65 plots. The plot size is 285 m by 12 m (approx. 0.34 ha).

As there are no replications the total area of the experiment is approx. 22 ha. The plot size offers the possibility to carry out the cultivations mechanically. In this way it is expected that the results will be as close as possible to standard farm practice.

On subplots the effect of nitrogen on the test crops winterwheat, spring barley, potatoes and sugarbeets is studied.

The crops are not systematically arranged. In this way the sugarbeet crop of rotation 5a joins the potatoes of rotation 4b on one side and the grass for seed production of rotation 5b on the other side.

*In this report the results of the experiment are presented up to 1974, when the six-course cropping plans have completed 2 rotations, the four-course cropping plans three rotations and the three-course cropping plans four rotations.*

- After twelve years of cropping, no significant differences in soil structure could be found between the cropping plans (tables 3, 4 and 5).
- The soil content of potassium and phosphate is not influenced by the cropping systems in this period. Nitrogen dressing has differentiated within the rotation systems. Apart from the general



tendency towards a higher nitrogen content in the soil during the last five years, differences in nitrogen need between the cropping plans become obvious (table 9).

- Plant parasitic nematodes are present in increasing numbers in the experiment. Cyst-forming species have not yet been found, but free living nematodes are present with densities dependent on cropping plan. Until now, the numbers are too low to cause noticeable damage to the crops (table 11).

- Perennial weeds occur especially in rotations where spraying with growth regulating substances (2,4 D; MCPA) is not possible in most of the crops (3b).

The annual weeds are found specially in rotations with few root crops (table 12).

Volunteer plants of Italian ryegrass and potatoes are of importance in succeeding crops ( tables 12 and 13).

- The reaction of crops to the frequency of cropping differs.

. Potato yields relatively began to decrease after six years of cropping in a three years rotation compared with a six years rotation. In the four years cropping system the yield began to decrease after 8 years of cropping (table 15). Differences in yield are increasing (fig. 7 ). Together with lower yield, the quality of the potato tubers began to decrease.

The lower quality was due to a greater number of deformed tubers and a higher attack by *Rhizoctonia solania* and scab (tables 19, 20 and 21).

Reasons for the increasing differences in yield and quality are not yet clear. In cropping plan 5b (sugarbeet, potatoes - grass-seed) the potato yield is not only influenced by the frequency of cropping but also by the preceding sugarbeet crop. In 1974 the potato yield was 7% lower than in cropping plan 5a (potatoes - sugarbeet - spring barley).

. The yield of sugarbeet has not been influenced by the frequency of cropping until 1974. Small yield depressions could be found in sugarbeets following potatoes and in cropping plan

3d (sugarbeet - spring barley - grass-seed) where the root knot nematode, *Meloidogyne naasi* might be the causal organism.

- . Decreasing yields in winterwheat could be found after one rotation in cropping plan 4a (2/4 cereals) compared with the winterwheat in cropping plan 3a (2/6 cereals) (table 24). The main reason for the difference in yield is a difference in rate of eyespot attack (table 26).

During the latter years other factors also seem to become important. The preceding pea crop for instance leaves more nitrogen in the soil than potatoes do. The cultivated wheat variety Lely reacted in the periode 1970-1974 with lower maximum yields after peas (fig. 16 ). Heavier attack by mildew and *Septoria* might be the causal factors.

- . The yield of spring barley has not been influenced by the frequency of cropping. Yield depressions because of eyespot attack can occur. However only in the cool wet summer of 1972 could a high level of attacked culms be found in spring barley of cropping plan 4a (table 30).

The malting quality of the barley in the experiment is not very good because of the high nitrogen level in the soil, resulting in small grains and/or too high a protein content (table 29).

- After twelve years of crop rotation research in this experiment it is possible to give an indication about the most favorable cropping system with different frequencies.

Considering the reactions on preceding crops, weed and volunteer plant problems, the following systems resulted in highest yields: 2/6 rootcrops.

rotation 3a

flax - sugarbeet - spring barley - peas - potatoes - winterwheat

2/4 rootcrops

rotation 4a or 4b

spring barley - potatoes - winterwheat or grass for seed - sugarbeet

2/3 rootcrops

rotation 5a

potatoes - sugarbeet - spring barley

If the area of land is not limited and the labour supply consists of two men, plan 4a gives the highest profit, considered from an economical point of view. The optimum acreage is then 9<sup>4</sup> ha (fig. 20).

Based on the actual farm structure in Holland with limited acreage, plan 5a is the best. In the calculations the farm size was fixed on 43.5 ha in a one man farming system (fig. 21).

Under the present conditions of costs and prices it is obvious that even with the lower yields of the crops in plans with a high percentage of rootcrops, only intensification of the crop rotation plan toward potatoes and sugarbeet offers the farmer the possibility to keep his income on a reasonable level.

7. LITERAUFUR.

1. Hoekstra, O.

Bouwplannenproef "De Schreef".

Resultaten tot 1971. P.A.-rapport, maart 1973, Lelystad.

2. Hoekstra, O. en H. Preuter, 1973.

Technische en bedrijfseconomische aspecten van het vruchtwisselingsonderzoek.

P.A.-publicatie nr. 13, Lelystad.

3. Maenhout, C.A.A.A., 1975.

Oogvlekkenziekte en vruchtwisseling.

Bedrijfsontwikkeling 6 (1975) 4 : 339-343.

4. Preuter, H., 1973.

Bedrijfseconomische aspecten van het vruchtwisselingsonderzoek. P.A.-rapport nr. 19, Lelystad.

5. Preuter, H., 1976.

Bedrijfseconomische evaluatie van de intensiteit van het grondgebruik op "De Schreef".

P.A.-rapport nr. 31, Lelystad.