

15 jaar "De Schreef"

resultaten van 15 jaar vruchtwisselingsonderzoek op het bouwplannenproefveld "De Schreef"

including English summary

ing. O. Hoekstra

redactie: ing. P. de Jonge

publicatie nr. 11 februari 1981



Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad, tel. 03200-22714
postbus 430, 8200 AK Lelystad
Olymptaweg 16 1816 MM Alkmaar, tel. 072-111944

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0068 2753

Inhoud

blz.

1. Voorwoord	3
2. Inleiding	4
2. Doel, opzet en werkwijze	5
3. Bodemvruchtbaarheid	7
3.1. Fysische bodemvruchtbaarheid	7
3.1.1. De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar	7
3.1.2. De actuele structuur van de grond	8
3.2. Chemische bodemvruchtbaarheid	10
3.2.1. Het gehalte aan organische stof	11
3.2.2. De fosfaattoestand	11
3.2.3. De kalitoestand	13
3.2.4. De stikstofhuishouding	13
3.2.5. Chemische bodemvruchtbaarheid in het kort	15
4. De aaltjesbezetting	16
5. De onkruidbezetting	20
6. Reactie van aardappelen op teeltfrequentie en voorvrucht	24
6.1. Opbrengst en kwaliteit	24
6.1.1. Algemeen	24
6.1.2. Opbrengsten	25
6.1.3. Kwaliteit	31
6.1.3.1. Onderwatergewicht	31
6.1.3.2. Fractie > 55 mm	31
6.1.3.3. Misvorming	35
6.1.3.4. Schurft	35
6.1.3.5. Rhizoctonia	35
6.1.3.6. Uitwendige kwaliteit	35
6.1.4. Groeiverloop	35
6.1.4.1. Loof- en knolgroei	35
6.1.4.2. Leaf Area Index (LAI)	38
6.1.4.3. Aantal stengels en knollen per plant	38
6.1.5. Opbrengst en kwaliteit in het kort	38
6.2. Mogelijke oorzaken van verschillen in opbrengst en kwaliteit	39
6.2.1. Inleiding	39
6.2.2. Fysische bodemvruchtbaarheid	40
6.2.2.1. Het vochtgehalte en de bewerkbaarheid van de grond vóór de grondbewerking	40
6.2.2.2. De fysische toestand van de grond na bewerken, poten en aanaarden	41
6.2.2.3. De rugopbouw	42
6.2.2.4. Percentage kluiten in het geogoste produkt	43
6.2.2.5. Specifiek bodemkundig en bodemfysisch onderzoek in enkele bouwplannen	44
6.2.2.6. Fysische bodemvruchtbaarheid in het kort	49
6.2.3. Chemische bodemvruchtbaarheid	49
6.2.4. Biologische factoren in de bodem	52
6.2.4.1. Inleiding	52
6.2.4.2. Bekende ziekten en plagen	52
6.2.4.3. Biologische factoren van onbekende aard	55
6.2.4.4. Invloeden van allelopatische aard	56

6.2.4.5.	De invloed van opslag op aardappelplanten	64
6.2.5.	De oorzaken van de opbrengstverschillen bij aardappelen in het kort	64
7.	Reactie van suikerbieten op teeltfrequentie en voorvrucht	65
7.1.	Opbrengst en kwaliteit	65
7.1.1.	Algemeen	65
7.1.2.	Opbrengsten	66
7.1.3.	Kwaliteit	68
7.2.	Mogelijke oorzaken van opbrengstverschillen	68
7.3.	Reactie van suikerbieten op teeltfrequentie en voorvrucht in het kort	69
8.	Reactie van wintertarwe op teeltfrequentie en voorvrucht	70
8.1.	Opbrengst en kwaliteit	70
8.1.1.	Algemeen	70
8.1.2.	Opbrengsten	71
8.2.	Mogelijke oorzaken van opbrengstverschillen	73
8.2.1.	Bodemfysische factoren	73
8.2.2.	Bodemchemische factoren	73
8.2.3.	Biologische factoren in de bodem	73
8.2.3.1.	Ziekten en plagen	73
8.2.3.2.	Overige factoren	73
8.3.	Reactie van wintertarwe op teeltfrequentie in het kort	74
9.	Reactie van zomergerst op teeltfrequentie en voorvrucht	76
9.1.	Opbrengst en kwaliteit	76
9.1.1.	Algemeen	76
9.1.2.	Opbrengsten	76
9.1.3.	Kwaliteit	77
9.2.	Mogelijke oorzaken van de opbrengst- en kwaliteitsverschillen	77
9.2.1.	Bodemfysische factoren	77
9.2.2.	Bodemchemische factoren	79
9.2.3.	Biologische factoren in de bodem	79
10.	Graszaad	80
11.	Erwten	82
12.	Vlas	83
13.	Kunstweide	84
14.	Samenvatting	86
15.	Synthese	88
16.	Summary and conclusions	90
17.	Literatuur	92
	Bijlagen	94

Voorwoord

In het in 1976 verschenen verslag over twaalf jaar vruchtwisselingsonderzoek op de proefboerderij "De Schreef" in Dronten werd deze voor u liggende publikatie in het vooruitzicht gesteld.

Dit verslag van onderzoek geeft inzicht in de omvang van vruchtwisselingseffecten op de opbrengst en kwaliteit van belangrijke akkerbouwgewassen.

Voor de praktijk kan dit leiden tot een betere besluitvorming over de te kiezen bouwplansamenstelling, het te volgen beleid bij het in stand houden van de fysische en chemische bodemvruchtbaarheid, het beschermen van de gewassen tegen ziekten en plagen en bij het voorkomen en bestrijden van onkruiden, een en ander voorzover dit mede door vruchtwisselingseffecten wordt bepaald. Eveneens geeft het een betere mogelijkheid om de economische resultaten van diverse bedrijfsopzetten in te schatten.

Voor het landbouwkundig onderzoek kunnen de resultaten van dit vruchtwisselingsonderzoek bijdragen tot bestudering van de oorzaken van negatieve vruchtwisselingseffecten. Ook kan het ingangen geven voor onderzoek dat is gericht op het wegnemen van die effecten.

Dit type onderzoek kan alleen slagen als vanuit een diversiteit van vakdisciplines wordt samengewerkt. Deze samenwerking vond plaats tussen in hoge mate gemotiveerde onderzoekers van het PAGV, ing. O. Hoekstra, ing. L.M. Lumkes, ir C.A.A.A. Maenhout, G.P. de Moel en ir H.H.H. Titulaer; van het CABO, ir J.W. Heringa en J. Groenwold; van het IB, ir P. Boekel en ing. J. Zwiers; van het IPO, ing. H. Vrugink; van de Stiboka, dr ir L.A.H. de Smet en G.A. van Soesbergen; van de LH, prof ir L.J.P. Kupers en ing. K. Scholte; dr ir F. van Egmond†; van het NIBEM, ir W. Wilten; van de RIJP, ir G.J. de Jong en ing. A.A.H. Smook. Zij allen hebben geparticipeerd in het onderzoek en waar nodig bouwstenen voor deze publikatie aandragen.

Projectleider Hoekstra heeft de krachten op uitstekende wijze gebundeld en is er in geslaagd om zijn eigen onderzoekresultaten met die van anderen tot een evenwichtig geheel te maken.

De inbreng van de bedrijfsleider, J. Jansen, met zijn medewerkers, was voor het behalen van de in dit verslag vermelde resultaten onontbeerlijk. Ik verwacht dat dit werk, dat overigens zal worden voortgezet, van nut zal blijken voor zowel praktijk als verder onderzoek.

ir A. van der Schaaf,
Hoofd Afdeling Technisch
Onderzoek in bedrijfsverband

1. Inleiding

In het najaar van 1977 was sinds de aanleg van de proef op elk perceel van het vruchtwisselingsproefveld "De Schreef" voor de 15^{de} maal een gewas verbouwd. Van de driejarige rotaties was daarmee de vijfde cyclus voltooid, van de vierjarige en zesjarige rotaties de vierde, respectievelijk derde omloop nog gaande.

In de eerste jaren van het onderzoek waren er alleen voorvruchteffecten waarneembaar. Daarna tekenden zich frequentie-afhankelijke opbrengstverschillen af, het eerst bij de wintertarwe, daarna ook bij aardappelen. In het rapport 12 jaar "De Schreef" worden deze effecten tot 1974 beschreven (Hoekstra, Maenhout, 1976).

In de publikatie 15 jaar "De Schreef" wordt aan deze inventarisatie verder gebouwd, maar wordt ook verslag gedaan van het speurwerk naar de waargenomen effecten, dat in de periode 1975-1977 op gang is gekomen. Een bedrijfseconomische evaluatie zoals in 12 jaar "De Schreef" is in deze toch al lijvige publikatie niet opgenomen; dit aspect zal in de samenvattende rapportage over 18 jaar vruchtwisselingsonderzoek veel aandacht krijgen. Opgemerkt moet worden dat de in dit verslag vermelde vruchtwisselingseffecten 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 mogelijk, zonder daarbij de oorzaken van de verschillen te betrekken.

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 gezondheids-toestand van de gewassen."

Meer in het bijzonder wordt in deze proef bestudeerd:

- a. het effect van een variërend aandeel rooivruchten (aardappelen en suikerbieten) in de vruchtopvolging (de bouwplannen 1-5b, zie het overzicht in bijlage 1). Zowel aardappelen als suikerbieten komen elk in de rotaties voor met een frequentiespreiding van 1 op 6 t/m 4 op 6.
- b. de invloed van een variërend aandeel kunstweide in de vruchtopvolging: de bouwplannen 6a, 6b en 6c (zie bijlage 1), met 1/6, 2/6, respectievelijk 3/6 deel kunstweide. Na de kunstweide worden, in deze volgorde, aardappelen en suikerbieten verbouwd.

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 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.

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

Tabel 1. Bodemkarakteristiek bouwplannenproef (gegevens 1962).

	0-20 cm	20-40 cm		0-20 cm	20-40 cm
% lutum	30,5	33,8	pH water	7,95	7,85
% CaCO ₃	10,7	9,8	P-citroen	35,2	40,2
% humus	2,8	2,7	P-A1	19,3	20,1

Table 1. Soil characteristics of trial fields (1962).

De kalitoestand is dusdanig hoog dat tot nu toe geen der gewassen een kalibemesting nodig had. Aan fosfaat wordt jaarlijks 110 kg/ha P₂O₅ aan aardappelen en suikerbieten en 55 kg/ha P₂O₅ aan de overige gewassen gegeven.

De grondbewerkingen komen zo goed mogelijk met praktijkbewerkingen overeen; risicodragende bewerkingen worden vermeden.

Zaaien en oogsten van een gewas gebeurt in principe op dezelfde datum voor alle bouwplannen, zodat effecten van zaai- of oogsttijdstip zoveel mogelijk worden vermeden. Tot nu toe varieerde de meest gunstige zaaitijd 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.

De opbrengstcapaciteit van de bouwplannen wordt jaarlijks gemeten:

- met behulp van stikstoftrappen in aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en tot 1976 in zomergerst;
- door bepaling van de kg-opbrengst bij de praktijkstikstofgift (de overige gewassen en zomergerst na 1976).

Naar de oorzaken van de optredende opbrengstverschillen wordt gezocht in samenwerking met een groot aantal instellingen voor landbouwkundig onderzoek:

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek	CABO (ir J.W. Heringa, J. Groenwold)
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid	IB (ir P. Boekel, ing. J. Zwiers)
Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek	IPO (ing. H. Vrugink)
Landbouwhogeschool, diverse vakgroepen	LH (prof. ir L.J.P. Kupers, ing. K. Scholte, dr ir F. van Egmond† dr ir B.H. Janssen)
Nationaal Instituut voor Brouwergerst, Mout en Bier - TNO	NIBEM (ir W. Wilten)
Plantenziektenkundige Dienst	PD (ir P.W.Th. Maas)
Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders	RIJP (ir G.J. de Jong, ing. A.A.H. Smook)
Stichting voor Bodemkartering	Stiboka (dr ir L.A.H. de Smet, G.A. van Soesber- bergen)

3. Bodemvruchtbaarheid

3.1. Fysische bodemvruchtbaarheid

Vanaf 1970 heeft het IB medewerking verleend bij het onderzoek naar de invloed van vruchtwisseling op de fysische en chemische vruchtbaarheid van de grond.

Het bodemfysische onderzoek omvat:

- de bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar
- de actuele structuur van de grond tijdens de groeiperiode.

3.1.1. De bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar

Vanaf 1971 is ieder voorjaar, enkele dagen voordat met het zaai- en pootklaar maken van de grond werd begonnen, de bewerkbaarheid gekwalificeerd. Dit gebeurde door bepaling van het vochtgehalte (gravimetrisch), door onderzoek van de plasticiteit en door beoordeling van de grond op het oog en op het gevoel (waarbij een bewerkbaarheidscijfer in een schaal van 0 tot 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 'plasticiteitsmeter', waarin grond door een buis met een nauwe opening wordt geperst; de hiervoor benodigde druk wordt afgelezen. In het algemeen kan worden gesteld dat de bewerkbaarheid minder is en de plasticiteitswaarde (kg/cm^2) geringer, naarmate het vochtgehalte hoger is. De invloed van de voorvrucht en het eventuele (winter)gewas op de bewerkbaarheid in het voorjaar werd nagegaan. Daartoe zijn per voorvrucht de ge-

Tabel 2. Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar, per voorvrucht; gemiddeld over 1976 en 1977.

voorvrucht	aantal percelen	vochtge- halte(%)	bewerk- baarheid	plasticiteit kg/cm^2
suikerbieten/sugar-beet	10	29,7	5,3	44
aardappelen/potatoes	11	29,5	5,1	39
groene erwten/peas	6	29,8	5,3	42
graszaad/grass seed	7	29,4	5,2	42
zomergerst/spring barley	11	30,0	5,2	42
wintertarwe/winter wheat	7	29,5	5,2	42
vlas/flax	4	29,5	5,2	41
haver/oats	1	30,0	5,2	41
koolzaad/rape	1	31,5	5,0	34
luzerne/lucerne	1	30,1	5,3	45
kunstweide geploegd/ploughed ley	3	29,7	5,3	44
kunstweide niet geploegd/unploughed ley	3	29,3	5,2	50

preceding crop	number of lots	moisture content(%)	worka- bility	plasticity kg/cm^2
----------------	-------------------	------------------------	------------------	--------------------------------

Table 2. Workability of the soil in spring by preceding crop; averages 1976-1977.

middelen van de waarderingscijfers voor de bewerkbaarheid, van de vochtgehalten en van de plasticiteitswaarden over de jaren 1976 en 1977 berekend. Het resultaat is in tabel 2 samengevat. Daaruit kan worden geconcludeerd dat de voorvrucht nauwelijks van invloed is op de bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar; alleen het koolzaadland valt als iets ongunstig op. Een invloed van een grasgroenbemester op de bewerkbaarheid van de grond in het volgende voorjaar kon niet worden vastgesteld.

3.1.2. De actuele structuur van de grond

Als maat voor de actuele structuur van de grond zijn in de jaren 1976 en 1977 gedurende de groeiperiode het poriënvolume, het luchtgehalte bij pF 2,0 en de structuur door visuele beoordeling bepaald. De verkregen cijfers zijn op dezelfde wijze als bij de bewerkbaarheid gerangschikt, waarbij de gemiddelde cijfers per verbouwd gewas zijn berekend. Het resultaat is weergegeven in tabel 3. De grond blijkt gemiddeld per gewas nog voldoende poreus te zijn (poriënvolume > 50%), terwijl ook het luchtgehalte na intensieve regenval (vol.% lucht bij pF2,0) niet kritiek wordt. Bij suikerbieten is vooral het luchtgehalte opvallend laag, terwijl wintertarwe en koolzaad opvallen door een gunstige actuele structuur in hun geheel.

Tabel 3. Actuele structuur van de bouwvoor per gewas; gemiddeld over 1976 en 1977.

gewas	aantal percelen	poriën- volume	vol.% lucht bij pF 2,0	visuele beoordeling
suikerbieten/sugar-beet	10	53,1	<u>13,7</u>	5,7
aardappelen/potatoes	11	54,0	15,5	-
groene erwten/peas	6	54,6	15,9	5,7
graszaad/grass seed	7	53,4	<u>19,0</u>	-
zomergerst/spring barley	11	54,2	16,4	5,6
wintertarwe/winter wheat	7	54,9	17,8	6,2
vlas/flax	4	54,9	17,9	5,6
haver/oats	1	53,6	15,8	5,6
koolzaad/rape	1	55,0	<u>18,0</u>	6,7

crop	number of lots	pore volume	voime % air at pF 2.0	visual value
------	-------------------	----------------	--------------------------	-----------------

Table 3. Structure of the soil by crop; averages 1976-1977.

In tabel 4 zijn de structuurcomponenten weergegeven per gewas bij de uiteenlopende voorvruchten. Het aanwezige gewas lijkt op de actuele structuur tijdens het groeiseizoen een grotere invloed te hebben dan de voorvrucht. In tabel 5 is de actuele structuur per bouwplan en per aandeel rooivruchten in de rotatie weergegeven, gemiddeld over de jaren 1976 en 1977. De kunstweide-bouwplannen 6a, 6b en 6c zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Bij een intensivering tot 50% rooivruchten neemt de actuele structuur voor alle drie de structuurkenmerken evenredig af. Bij een verdere intensivering tot 67% rooivruchten stagneert deze tendens door de opvallend hoge structuurwaarde van rotatie 5b.

Tabel 4. Actuele structuur van de bouwvoor bij de verschillende gewassen, voorafgegaan door verschillende voorvruchten, gemiddeld over 1976 en 1977.

voorvrucht	gewas	aantal percelen	porien-	volume %	visuele
			volume	lucht bij pF 2,0	beoor- deling
			7-12 cm-mv	7-12 cm-mv	7-12 cm-mv
graszaad ⁺ /grass seed ⁺	sukkerbieten/ sugar-beet	4	53,5	14,2	5,7
vlas ⁺ /flax ⁺		1	53,6	14,1	5,7
wintertarwe ⁺ /winter wheat ⁺		1	53,1	13,2	5,6
aardappelen/potatoes		4	52,5	13,2	5,8
graszaad ⁺ /grass seed ⁺	aardappelen/ potatoes	2	54,0	16,0	-
zomergerst ⁺ /spring barley ⁺		3	52,9	14,6	-
kunstweide/ley		3	54,7	16,7	-
erwten ⁺ /peas ⁺		1	53,9	14,3	-
sukkerbieten/sugar-beet		1	55,0	14,6	-
zomergerst ⁺ /spring barley ⁺	groene erwten/ peas	4	55,0	16,1	5,8
sukkerbieten/sugar-beet		2	53,9	15,4	5,5
vlas/flax	graszaad/ grass seed	3	55,0	19,1	-
aardappelen/potatoes		2	56,1	20,0	-
zomergerst/spring barley		2	55,2	18,0	-
koolzaad/rape	zomergerst/ spring barley	1	56,1	18,9	5,9
aardappelen/potatoes		3	53,6	15,5	5,8
sukkerbieten/sugar-beet		7	54,2	16,4	5,4
groene erwten/peas ⁺	wintertarwe/ winter wheat	4	54,9	17,7	6,1
aardappelen/potatoes		2	54,5	17,3	6,4
haver/oats		1	55,5	19,5	6,3
wintertarwe/winter wheat	vlas/flax	4	54,9	17,9	5,6
groene erwten ⁺ /peas ⁺	haver/oats	1	53,6	15,8	5,6
graszaad/grass seed	koolzaad/rape	1	55,0	18,0	6,7
preceding crop	crop	number of lots	pore volume in layer	volume % air at pF 2.0 in layer	visual value in layer
			7-12 cm	7-12 cm	0-20 cm

Table 4. Structure of the soil under different crops, after several preceding crops; averages 1976 -1977.

Tabel 5. Actuele structuur van de bouwvoor in de verschillende bouwplannen bij rangschikking naar een opklimmend aandeel rooivruchten, gemiddeld over 1976 en 1977.

aandeel rooivruchten in het bouwplan (%)	bouwplan	poriënvolume 7-12 cm-mv	vol.% lucht 7-12 cm-mv	visuele beoorde- ling 0-20 cm-mv
0	1	55,3	17,8	6,0
17	2a	55,1	18,5	5,8
17	2b	54,8	16,9	6,0
	gemiddeld/average	<u>55,0</u>	<u>17,7</u>	<u>5,9</u>
33	3a	54,1	15,5	5,7
33	3b	53,7	15,9	5,8
33	3c	53,7	15,0	5,8
33	3d	54,4	16,3	5,9
	gemiddeld/average	<u>54,0</u>	<u>15,7</u>	<u>5,8</u>
50	4a	53,5	14,6	5,8
50	4b	54,2	15,7	5,7
	gemiddeld/average	<u>53,9</u>	<u>15,2</u>	<u>5,8</u>
67	5a	53,5	15,5	5,1
67	5b	54,5	17,7	5,8
	gemiddeld/average	<u>54,0</u>	<u>16,6</u>	<u>5,5</u>

percentage of root crops	rotation	pore volume in layer 7-12 cm	volume % air at pF 2.0 in layer 7-12 cm	visual value in layer 0-20 cm
-----------------------------	----------	------------------------------------	---	-------------------------------------

Table 5. Structure of the soil for different rotations and proportions of root crops, averages for 1976 and 1977.

Fysische bodemvruchtbaarheid in het kort

- Zowel de bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar als de actuele structuur ervan tijdens de gewasgroei ondervinden geen aanwijsbare invloed van de voorvruchtsituatie.
- Wel verschilt de actuele structuur van de grond bij de verschillende gewassen. Wintertarwe en koolzaad komen daarbij als gunstig, suikerbieten als ongunstig naar voren.
- Intensivering naar een groter aandeel rooivruchten heeft in 15 jaar tot een zwakke teruggang van de actuele structuur geleid, maar de groeiomstandigheden van de gewassen in de bouwvoor zijn nergens kritiek.

3.2. Chemische bodemvruchtbaarheid

Het IB heeft de bouwplannenproef perceelsgewijs en periodiek bemonsterd op het gehalte aan organische stof en de fosfaat- en kalitoestand, terwijl het PAGV in 1974 met het stikstofonderzoek is begonnen.

3.2.1. Het gehalte aan organische stof

Elk van de 65 percelen is vijf maal onderzocht op het gehalte van de grond

aan organische stof. In tabel 6 is het verloop hiervan, gemiddeld per bouwplan weergegeven over de periode 1963-1977. De rotaties zijn gerangschikt naar de mate van af- en toename van het organische stofgehalte in genoemd tijdsbestek.

Tabel 6. Het verloop van het per bouwplan gemiddelde gehalte aan organische stof over de periode 1963-1977.*

bouwplan	1963	1970	1972	1975	1977	verandering in organische stofgehalte in de periode 1963-1977
6c	2,76	3,26	3,06	3,20	3,18	+0,42
6b	2,78	3,19	2,99	3,10	3,10	+0,32
6a	2,72	3,10	2,98	3,08	2,98	+0,26
3c	2,93	3,13	3,02	3,05	3,09	+0,16
3b	2,88	3,12	2,99	3,03	3,03	+0,15
3a	2,89	3,08	2,98	3,01	3,00	+0,11
2a	2,90	3,11	2,93	2,96	2,96	+0,06
4a	2,93	3,04	2,96	3,03	2,99	+0,06
4b	2,98	3,10	3,02	3,04	3,04	+0,06
1	2,94	3,12	2,97	3,02	2,99	+0,05
3d	2,95	3,13	2,88	3,00	2,99	+0,04
2b	2,97	3,08	2,93	3,00	2,98	+0,01
5b	3,08	3,01	2,96	3,03	3,02	-0,06
5a	3,03	3,05	2,93	2,99	2,94	-0,09
gem./average	2,91	3,11	2,97	3,04	3,02	

rotation difference in organic matter content between 1963 and 1977

Table 6. Changes in organic matter content in the rotations between 1963 and 1977.

* Het gehalte aan organische stof werd in 1963 bepaald door de RIJP, de overige keren door het IB./In 1963 organic matter content was determined by RIJP, in other years by IB.

Het gemiddeld iets hogere gehalte in 1970 is niet goed verklaarbaar. Mogelijk speelt het tijdstip van bemonstering daarbij een rol.

Het aanvankelijke organische stofgehalte van de op een afzonderlijke kavel gelegen bouwplannen 6a, 6b en 6c is circa 0,2% lager dan dat van de overige elf bouwplannen. De stijging van het gehalte aan organische stof in deze drie rotaties komt overeen met het aandeel van de kunstweide in de drie bouwplannen.

Van de overige elf bouwplannen vallen 3b en 3c (respectievelijk 1/3 luzerne en 1/3 graszaad) op door een duidelijke stijging van het organische stofgehalte. Van de beide rooivruucht-intensieve rotaties 5a en 5b is het gehalte daarentegen gedaald.

De organische stof in de grond heeft als regel een stabiliserende invloed op de fysische bodemvruchtbaarheid. De in tabel 6 gesignaleerde veranderingen van het humusgehalte stemmen echter niet voor alle bouwplannen overeen met de gebleken structuurwaarden in tabel 5. Zo gaat in bouwplan 3c een relatief hoog gehalte aan organische stof samen met een relatief lage structuurwaarde.

3.2.2. De fosfaattoestand

In tabel 7 is het per bouwplan gemiddelde Pw-getal weergegeven over de

jaren 1972, 1975 en 1977. De gewassen aardappelen en suikerbieten krijgen jaarlijks 110 kg/ha P₂O₅, de overige gewassen 55 kg/ha P₂O₅ in de vorm van superfosfaat.

In 1972 liepen de Pw-waarden tussen de bouwplannen weinig uiteen, maar in 1977 tekenden zich duidelijk verschillen af. Deze grotere variatie van de fosfaattoestand blijkt vooral veroorzaakt te zijn door het relatief hogere Pw-getal van de aardappelpercelen (de bemonstering werd verricht in de herfst van 1977) in vergelijking met percelen met de overige gewassen. Door deze abnormaal hoge Pw-waarden voor 1977 buiten het rotatie-gemiddelde te houden, kunnen 1972 en 1977 onderling beter worden vergeleken.

De fosfaattoestand blijkt in deze periode voor zes bouwplannen ongeveer gelijk te zijn gebleven, maar bij de overige bouwplannen 1, 2a, 2b, 3d, 4a, 6a, 6b en 6c is er een min of meer duidelijke achteruitgang van de fosfaattoestand te bespeuren.

Uit de (hier niet vermelde) gegevens per perceel blijkt, dat na koolzaad en (maai-)kunstweide de Pw-waarden opvallend laag zijn: voor deze gewassen is kennelijk een jaarlijkse gift van 55 kg/ha P₂O₅ te laag, terwijl de fosfaatbehoefte van aardappelen waarschijnlijk is overschat. Niettemin is de fosfaattoestand in alle bouwplansituaties van dien aard, dat bij de toegepaste fosfaatbemesting in geen der gewassen opbrengstdepressies als gevolg van fosfaattekorten behoeven te worden gevreesd.

Tabel 7. Het verloop van de fosfaattoestand (Pw: mg P₂O₅ per liter luchtdroge grond) per bouwplan in afhankelijkheid van de jaarlijkse fosfaatgift en -onttrekking over de periode 1972-1977.

bouw- plan	1972	1975	1977	1977		gemiddelde fosfaatgift per jaar in kg P ₂ O ₅ /ha	verandering Pw over de periode 1972-1977*
				met aard- appelen	zonder aardappelen		
1	25	28	19	19	-	55	-6
2a	26	31	25	21	45	64	-5
2b	26	29	22	22	-	64	-4
3a	25	32	28	26	42	73	+1
3b	26	30	29	27	35	73	+1
3c	27	38	32	28	42	73	+1
3d	27	27	19	19	-	73	-8
4a	27	35	28	23	43	83	-4
4b	26	35	31	28	41	83	+2
5a	28	38	37	27	58	92	-1
5b	28	35	32	28	41	92	0
6a	27	26	23	19	39	73	-8
6b	22	28	27	17	73	73	-5
6c	25	23	21	17	41	73	-8
gem./ average	26	31	27	23	49		
				with potatoes	without potatoes	average phosphate application per year kg P ₂ O ₅ /ha	changes in Pw-values 1972-1977

Table 7. Changes in phosphate content (Pw: mg P₂O₅ per litre air dry soil) per rotation in relation to phosphate application and abstraction by crop, 1972-1977.

* Door sterk afwijkende Pw-waarden van aardappelpercelen in 1977 is voor dat jaar uitgegaan van de Pw-waarde per bouwplan, zonder de aardappelpercelen/Since the Pw-values of the potato lots deviated strongly in 1977, Pw-values of that year are based on the figures per rotation without the potato lots.

3.2.3. De kalitoestand

In tabel 8 zijn de per bouwplan gemiddelde kaligehalten vermeld over de jaren 1972, 1975 en 1977. Hoewel de gehalten gemiddeld iets zijn gedaald, blijft het kaliniveau hoog en kan voor alle gewassen een kalibemesting voorlopig achterwege blijven.

Tabel 8. Het verloop van de kalitoestand (mg K₂O per 100 g luchtdroge grond) per bouwplan over de periode 1972-1977.

bouwplan	1972	1975	1977	bouwplan	1972	1975	1977
1	37	43	35	4a	39	42	35
2a	35	39	31	4b	39	42	37
2b	41	42	34	5a	36	40	36
3a	42	42	35	5b	40	41	33
3b	35	36	31	6a	38	37	32
3c	39	39	34	6b	39	36	33
3d	39	40	33	6c	39	34	30
				gemiddeld/ average	38	39	34

rotation	1972	1975	1977	1972	1975	1977
----------	------	------	------	------	------	------

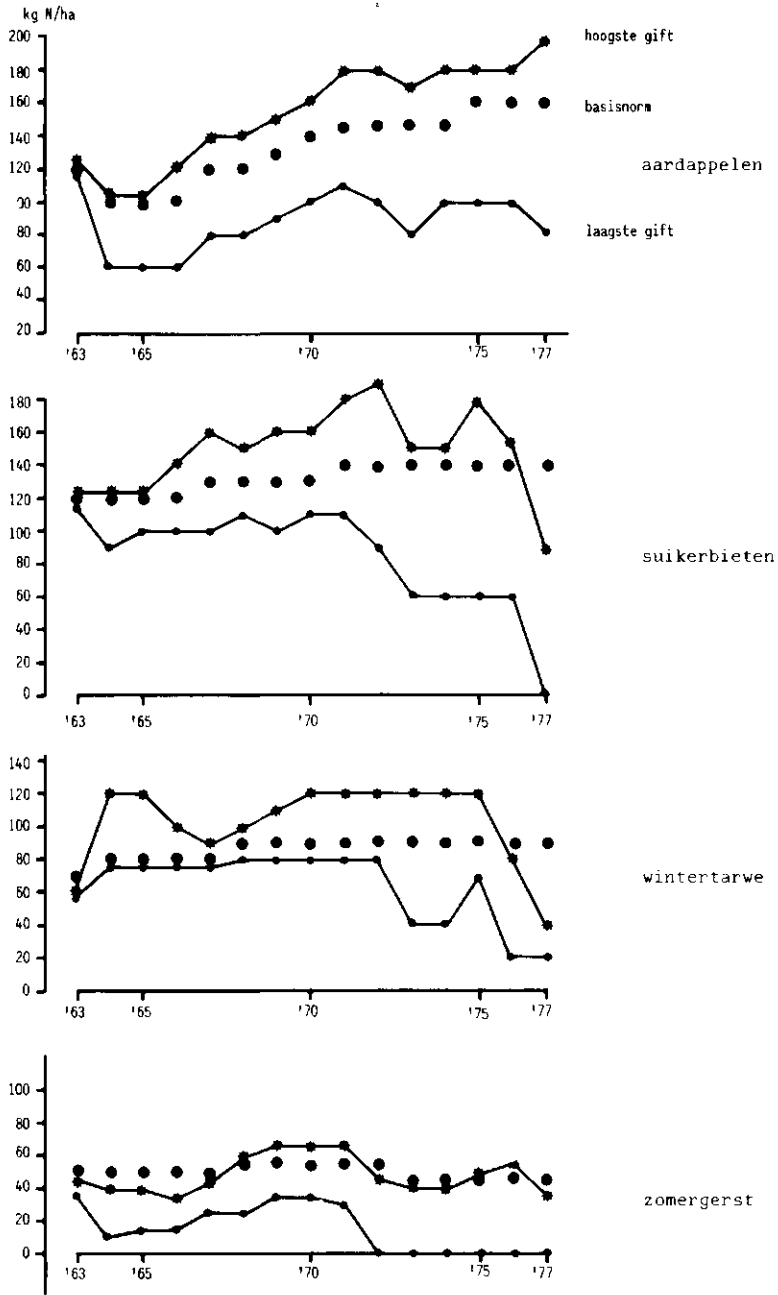
Table 8. Changes in potassium content in the rotations for the period 1972-1977 (mg K₂O/100 g dry soil).

3.2.4. De stikstofhuishouding

De opbrengstcapaciteit van de testgewassen aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst, in de verschillende bouwplannen, wordt gemeten met behulp van stikstoftrappen. Op deze wijze kan na de oogst worden vastgesteld wat de optimale N-gift voor deze testgewassen is geweest. Dit gegeven is nodig voor een objectieve vergelijking van de opbrengsten tussen de bouwplannen. De stikstofbemesting op de praktijkstroken wordt bepaald op grond van een basisnorm (figuur 1), die inhoudt de stikstofgift die nodig is voor de optimale gewasopbrengst onder doorsnee-omstandigheden. Afhankelijk van de plaats van het gewas in het bouwplan, de voorvrucht, de weersomstandigheden in de winterperiode en de structuurtoestand van de grond, wordt per bouwplan beslist in welke mate de praktijkgift moet afwijken van deze basisnorm. Onderstaand zijn de afwijkingen van de basisnorm vanuit verschillende voorvruchtsituaties weergegeven.

<u>voorvruchtsituatie</u>	<u>afwijking van de basisnorm</u>
- ondergeploegd bietenloof	0 à -10 kg N/ha
- verreden bietenland	+10 à +20 "
- voorvrucht grasgroenbemesting	0 à +10 "
- voorvrucht luzerne, waarna aardappelen	-50 à -70 "
- voor-voorvrucht luzerne voor zomergerst	-30 "
- voorvrucht witte klaver, waarna suikerbieten	-50 à -90 "
- voor-voorvrucht witte klaver voor zomergerst	0 à -20 "
- voorvrucht 1-, 2- en 3-jarige kunstweide	+30, resp. "
waarna aardappelen	-20, resp. -30
- idem als voor-voorvrucht voor suikerbieten	0, resp. "
	-10, resp. -20
- voorvrucht groene erwten voor wintertarwe	-30 à -50 "
- voorvrucht aardappelen voor suikerbieten	0 à +20 "
- zomergerst als dekvrucht	-10 à -20 "

Figuur 1. Basisnormen en praktisch stikstofgift in kg/ha; rotatie-afhankelijke differentiatie van de werkelijke praktijkgift in de tijd. Standard nitrogen dressing rates and rates used in the trial; differences are dependant on the rotation.



De afwijkingen van de basisnormen worden op grond van ervaring vastgesteld, jaarlijks getoetst en zonodig bijgesteld door een vergelijking van het gewas op de praktijkstrook met dat op de stikstoftrappen.

Uit figuur 1 blijkt dat de basisnorm voor de stikstofbemesting op aardappelen na een voortdurende stijging, in de jaren zeventig gestabiliseerd is op een gift van 150 à 160 kg N/ha. Bij suikerbieten trad deze stabilisatie reeds op in de zestiger jaren (130 à 140 kg N/ha). Voor de wintertarwe is de norm gestabiliseerd op 90 kg N/ha en bij de zomergerst op 45 kg N/ha.

De verschillen tussen de hoogste en laagste stikstofgift voor de genoemde gewassen zijn tot 1977 iets toegenomen.

3.2.5. Chemische bodemvruchtbaarheid in het kort

- De veranderingen in het gehalte aan organische stof vertonen na 15 jaar onderzoek een spreiding van +0,33% voor de bouwplannen met kunstweide 6a, 6b en 6c tot -0,08% voor de bouwplannen 5a en 5b met 67% rooivruchten.

- De fosfaat- en kalitoestand blijken in de meeste bouwplannen iets te zijn gedaald, maar bij het huidige bemestingregime bestaat voor geen van de gewassen gevaar voor opbrengstdalingen als gevolg van tekorten aan deze voedingselementen.

- De spreiding tussen de hoogste en laagste stikstofgiften binnen de bouwplannen is voor de gewassen aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst iets toegenomen.

4. Aaltjesbezetting

De bouwplannenproef is in 1968 steekproefsgewijs onderzocht op de aanwezigheid van planteparasitaire aaltjes. Er zijn toen praktisch geen aaltjes in de grond aangetoond (zie tabel 9).

Tabel 9. Aaltjesdichtheid per 100 ml grond op de bouwplannenproef (13 februari 1968).

bouwplan	gewas 1967	Pratylenchus spp.	Paratylenchus spp.
1	koolzaad/rape	0	0
1	vlas/flax	6	0
3a	aardappelen/potatoes	0	0
3c	aardappelen/potatoes	0	0
3d	sulkerbieten/sugar-beet	5	0
4a	aardappelen/potatoes	0	24
4b	sulkerbieten/sugar-beet	0	0
5a	sulkerbieten/sugar-beet	0	0
5b	aardappelen/potatoes	0	0

Table 9. Population density of nematodes (number/100 ml soil) in the trial (13 February 1968).

Na 15 jaar teelt van gewassen in verschillende bouwplannen komen er thans in enkele rotaties aanzienlijke dichtheden voor van vrijlevende planteparasitaire aaltjes.

In deze proef komt duidelijk naar voren dat de frequentie van geschikte waardplanten in de rotatie mede de ontwikkeling bepaalt van de populatiedichtheden van de aaltjes (tabellen 10, 11 en 12).

De voorkomende soorten zijn in hoofdzaak vrijlevende wortelaaltjes zoals *Pratylenchus* (voornamelijk *neglectus*), *Paratylenchus* spp. en in mindere mate het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne naasi*.

Uit tabel 10 blijkt dat de frequentie van waardplanten (tarwe en gerst) in de rotatie veel invloed heeft op de populatie-opbouw van het vrijlevende wortelaaltje *Pratylenchus neglectus*.

Uit tabel 11 blijkt de gunstige invloed van de gramineeën in het bouwplan op de populatie-opbouw van *Paratylenchus* spp. Het zijn vooral kunstweide en zomergerst in de rotatie die relatief hoge dichtheden van dit aaltje in de hand werken.

In de bouwplannen met 2/3 gramineeën (tabel 12) komt het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne naasi* in geringe mate voor. Vooral na graszaad en zomergerst en in iets mindere mate na kunstweide treedt vermeerdering op. De gevonden aantallen larven zijn vermoedelijk nog te gering om schade aan gewassen te kunnen veroorzaken.

Samenvattend blijkt dat er na 15 jaar vruchtwisselingsonderzoek op 'De Schreef' vrijlevende planteparasitaire wortelaaltjes in bouwplanafhankelijke dichtheden aanwezig zijn, maar (nog) niet in een mate dat groei, ontwikkeling en opbrengst van de gewassen er door worden beïnvloed.

Tabel 10. Invloed van het bouwplan op het voorkomen van *Pratylenchus neglectus*.

jaar	bouwplan		na erwten		na aardappelen		na winterarwe		na vlas		na suikerbieten		na zomergerst	
	na erwten	na aardappelen	na winterarwe	na winterarwe	na vlas	na suikerbieten	na suikerbieten	na zomergerst	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe
	Pratylenchus neglectus, larven per 100 ml grond													
	plan gewassen													
3a	na erwten	na aardappelen	na winterarwe	na winterarwe	na vlas	na suikerbieten	na suikerbieten	na zomergerst	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe
	after peas	after potatoes	after winter wheat	after winter wheat	after flax	after sugar-beet	after sugar-beet	after spring barley	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat
1975	0	0	5	5	10	15	15	15	10	10	10	10	15	15
1976	10	0	5	5	5	5	5	110	5	5	5	5	110	110
1977	35	10	20	20	10	10	10	0	10	10	10	10	0	0
4a	na aardappelen	na winterarwe	na suikerbieten	na suikerbieten	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe
	after potatoes	after winter wheat	after sugar-beet	after sugar-beet	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat
1975	215	750	365	365	515	515	515	515	365	365	365	365	365	365
1976	965	1560	475	475	1540	1540	1540	1540	475	475	475	475	475	475
1977	555	505	360	360	425	425	425	425	360	360	360	360	360	360
5a	na aardappelen	na suikerbieten	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na zomergerst	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe	na winterarwe
	after potatoes	after sugar-beet	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after spring barley	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat	after winter wheat
1975	140	25	270	270	270	270	270	270	25	25	25	25	25	25
1976	190	70	930	930	930	930	930	930	70	70	70	70	70	70
1977	455	155	265	265	265	265	265	265	155	155	155	155	155	155
6c	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide	na aardappelen	na aardappelen	na aardappelen	na zomergerst	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide	na kunstweide
	after ley	after ley	after ley	after ley	after potatoes	after potatoes	after potatoes	after spring barley	after ley	after ley	after ley	after ley	after ley	after ley
1975	45	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1976	25	65	25	25	90	90	90	25	25	25	25	25	25	25
1977	35	5	120	120	80	80	80	120	120	120	120	120	120	120
year rotation	number of <i>Pratylenchus neglectus</i> larvae per 100 ml soil													
	crops													

Table 10. Influence of rotation on population density of *Pratylenchus neglectus*.

Tabel 12. Invloed van het bouwplan op het voorkomen van *Meloidogyne naasi*.

jaar	bouwplan		Meloidogyne naasi larven per 100 ml grond	
	na graszaad	na zomergerst	na aardappelen	na zomergerst
1975	325	0	0	0
1976	0	120	0	0
1977	0	120	120	120

jaar	bouwplan		Meloidogyne naasi larven per 100 ml grond	
	na graszaad	na suikerbieten	na zomergerst	na zomergerst
1975	620	45	0	0
1976	0	70	25	25
1977	180	0	175	175

jaar	bouwplan		Meloidogyne naasi larven per 100 ml grond	
	na kunstweide	na aardappelen	na suikerbieten	na zomergerst
1975	0	0	70	0
1976	0	0	15	0
1977	0	0	0	10

Tabel 12. Influence of rotation on population density of *Meloidogyne naasi*.

5. Onkruidbezetting

De chemische onkruidbestrijding kan op elk van de afzonderlijke stroken zonder schade aan belendende gewassen worden toegepast doordat de spuitboom kan worden afgeschermd.

Het onkruidbestrijdingsregime sluit nauw aan bij de gangbare landbouwpraktijk en ziet er per gewas(groep) als volgt uit:

- in wintertarwe, zomergerst en haver een mengsel van MCPA en MCPP (behalve de zomergerst van bouwplan 3b, waarin luzerne wordt gezaaid na een voorafgaande DNOC-besputting);
- in graszaad een vroege toepassing van MCPP;
- in de najaars-grasgroenbemester een mengsel van MCPA en MCPP;
- in vlas lenacil (in bouwplan 3a wegens ingezaaide witte klaver een halve dosering);
- in erwten simazin, ook waar in juni een grasgroenbemester wordt ingezaaid;
- in aardappelen tot 1975 metobromuron, daarna metribuzin; toepassing na het aanaarden;
- in suikerbieten pyrazon + profam (graszaadopslag); twee à drie keer machinaal schoffelen;
- in koolzaad tot 1977 propyzamide;
- voor zover er in vlas, erwten, wintertarwe, zomergerst, haver en koolzaad geen groenbemester is gezaaid: doorgaans één à twee keer stoppelen met een cultivator.

Elk gewas afzonderlijk en elk bouwplan zal een 'eigen' sortiment onkruiden oproepen en in stand houden voor zover deze natuurlijke ontwikkeling niet wordt doorkruist door mechanische en/of herbicide ingrepen.

Gedurende de jaren 1974-1977 is waar mogelijk in alle gewassen de mate van voorkomen van de diverse onkruidsoorten vastgesteld. Het tijdstip van beoordeling is zo gekozen dat of onkruidbestrijding nog juist niet had plaatsgevonden (groeistoffen in graszaad en graan) of dat de werkzaamheid van een bodemherbicide grotendeels voorbij was (aardappelen - tegen het doodspuiten; erwten - vlak voor de oogst; vlas - vlak na de oogst). De waardering van de wortelonkruiden kon gebeuren ongeacht de toepassing van bodemherbiciden, daar in deze proef geen herbiciden worden toegepast die effect hebben op wortelonkruiden.

Van de zaadonkruiden kwamen de volgende soorten in meer dan incidentele mate voor (weergegeven in afnemende dichtheid):

muur - *Stellaria media*

duizendknopigen - knopige duizendknoop - *Polygonum nodosum*

- perzikkruid - *Polygonum Persicaria*

- viltige duizendknoop - *Polygonum lapathifolium* ssp
tomentosum Dans

melkdistels - ruwe melkdistel - *Sonchus asper*

- gewone melkdistel - *Sonchus oleraceus*

akkerereprijs - *Veronica agrestis*

kleefkruid - *Galicum Aparine* L.

varkensgras - *Polygonum aviculare*

Van de wortelonkruiden waren akkerdistel - *Cirsium arvense* - en klein hoefblad - *Tussilago farfara* - in alle bouwplannen vertegenwoordigd, maar de akkermelkdistel - *Sonchus arvensis* - in slechts enkele.

In de figuren 2 en 3 is per bouwplan en per gewas het totale aantal zaad-, respectievelijk wortelonkruiden in relatieve zin uitgebeeld (voor de basisgegevens van deze figuren: zie bijlagen 2 en 3). In deze figuren is het aandeel van het gewas in het bouwplan aangegeven door de aparte cirkeldelen (wit). Het gearceerde deel geeft de mate van onkruidbezetting aan: hoe meer gearceerd, hoe meer onkruid in dat gewas.

Zo hebben bijvoorbeeld de bieten van bouwplan 3a ongeveer vier keer zoveel wortelonkruid als de bieten gemiddeld over alle bouwplannen, welke bezetting ongeveer overeenkomt met de bezetting aan wortelonkruiden in de bieten van bouwplan 5a.

Voor wat betreft de *zaadonkruiden* kan worden opgemerkt (figuur 2):

- koolzaad werkt meer veronkruidend dan aardappelen en suikerbieten (bouwplannen 1, 2a en 2b);

- erwten + grasgroenbemester en vlas + klaver werken meer veronkruidend dan aardappelen en suikerbieten (vergelijking bouwplannen 3a en 4a);

- dit geldt niet voor erwten en vlas zonder aansluitende groenbemester (vergelijking van de bouwplannen 2a, 2b en 3a);

- een intensivering van 2/4 aardappelen en suikerbieten (4a) naar 2/3 (5a) geeft beduidend meer zaadonkruid in aardappelen en suikerbieten; een dergelijke vergelijking tussen de bouwplannen 4b en 5b geeft evenwel geen verschil in onkruidbezetting te zien. Waarschijnlijk tempert graszaad de ontwikkeling van zaadonkruiden.

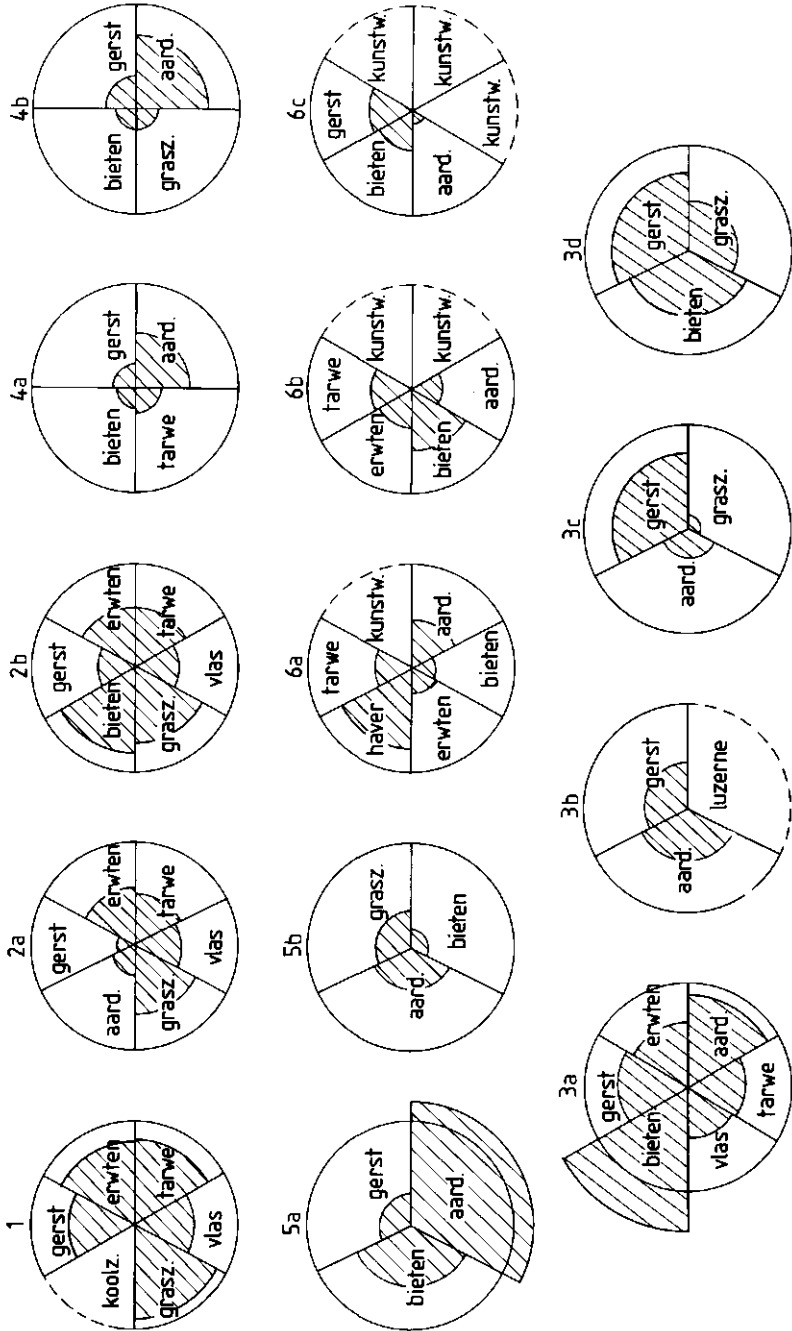
Eveneens verschilt de bezetting aan *wortelonkruiden* van bouwplan tot bouwplan (figuur 3):

- bouwplan 3a heeft in alle gewassen opvallend veel wortelonkruid (alleen akkerdistel en klein hoefblad). Dit hangt vrijwel zeker samen met 4/6 deel dicotyle gewassen, waarin een groeistoftoepassing niet mogelijk is;

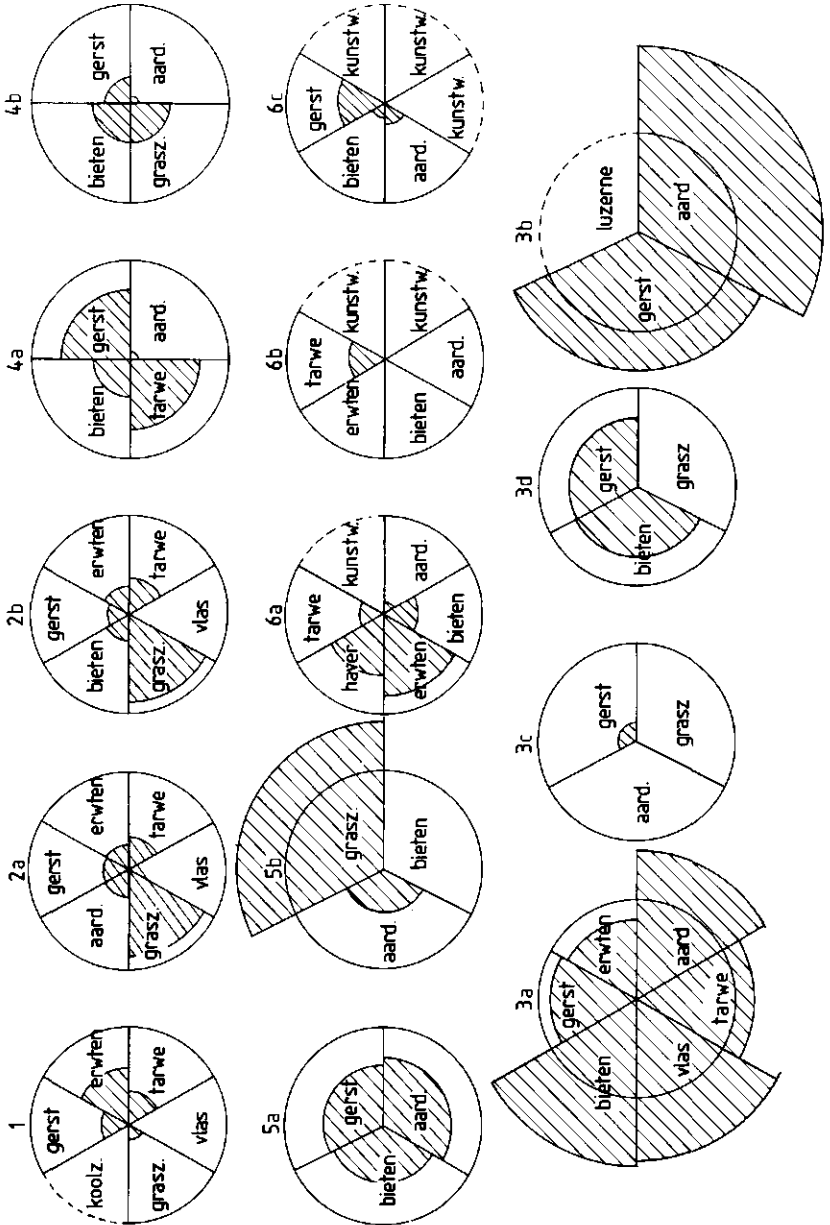
- in bouwplan 3b is in geen van de drie gewassen een chemische bestrijding met groeistoffen mogelijk, waaruit dan ook het bovenmatig voorkomen van wortelonkruid te verklaren valt;

- bouwplan 5b heeft in de graszaadfase veel wortelonkruid. Dit komt waarschijnlijk voort uit het jaarlijks matig ontwikkelde gewas aardappelen, dat als zodanig wortelonkruid de ruimte geeft.

Figuur 2. Relatieve bezetting aan zaadonkruiden in de diverse rotaties.
 (onderbroken lijn betekent niet waargenomen)
 Relative density of annual weeds in the rotations.



Figuur 3. Relatieve bezetting aan wortelonkruiden in de diverse rotaties (onderbroken lijn betekent niet waargenomen).
 Relative density of perennial weeds in the rotations (dotted means not observed).



6. Reactie van aardappelen op teeltfrequentie en voorvrucht

6.1. Opbrengst en kwaliteit

6.1.1. Algemeen

De aardappelen (Bintje, consumptieteelt) komen in elf van de veertien bouwplannen voor. In vijf gevallen is de teeltfrequentie een maal per zes jaar, in twee gevallen een maal per vier jaar en in vier gevallen een maal per drie jaar.

Tabel 13. De bouwplannen waarin aardappelen voorkomen

bouw- plan	vruchtopvolgling	aandeel	aandeel
		aardappelen	rootvruchten
2a	z.gerst ⁺ -erwten-w.tarwe-vlas-graszaad ⁺ - <u>aardappelen</u> spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax-grass seed ⁺ - <u>potatoes</u>	1/6	1/6
3a	w.tarwe-vlas ⁺ -suikerbieten-z.gerst-erwten ⁺ - <u>aardappelen</u> winter wheat-flax ⁺ -sugar beet-spring barley-peas ⁺ - <u>potatoes</u>	1/6	2/6
3b	z.gerst-luzerne- <u>aardappelen</u> spring barley-lucerne- <u>potatoes</u>	1/3	1/3
3c	z.gerst-graszaad ⁺ - <u>aardappelen</u> spring barley-grass seed ⁺ - <u>potatoes</u>	1/3	1/3
4a	w.tarwe ⁺ -suikerbieten-z.gerst ⁺ - <u>aardappelen</u> winter wheat ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺ - <u>potatoes</u>	1/4	2/4
4b	graszaad ⁺ -suikerbieten-z.gerst ⁺ - <u>aardappelen</u> grass seed ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺ - <u>potatoes</u>	1/4	2/4
5a	suikerbieten-z.gerst ⁺ - <u>aardappelen</u> sugar beet-spring barley- <u>potatoes</u>	1/3	2/3
5b	graszaad ⁺ -suikerbieten- <u>aardappelen</u> grass seed ⁺ -sugar beet- <u>potatoes</u>	1/3	2/3
6a	suikerbieten-erwten ⁺ -haver-w.tarwe*-kunstweide- <u>aardappelen</u> sugar beet-peas ⁺ -oats-winter wheat*-ley- <u>potatoes</u>	1/6	2/6
6b	suikerbieten-erwten-w.tarwe*-k.weide-k.weide- <u>aardappelen</u> sugar beet-peas-winter wheat*-ley-ley- <u>potatoes</u>	1/6	2/6
6c	suikerbieten-z.gerst-k.weide-k.weide-k.weide- <u>aardappelen</u> sugar beet-spring barley-ley-ley-ley- <u>potatoes</u>	1/6	2/6
rotation crop sequence		proportion potatoes	proportion rootcrops

Tabel 13. Rotations with potatoes (see Annex 1).

* tot 1974 zomergerst/till 1974 spring barley.

Daarnaast variëren ook het aandeel rooivruchten en de voorvrucht. Aardappelen worden drie maal na kunstweide verbouwd, waarbij het aantal jaren kunstweide varieert. Verder komen de aardappelen drie maal na zomergerst voor, twee maal na graszaad, een maal na erwten, luzerne of suikerbieten. Aansluitend aan de voorvruchten zomergerst en erwten volgt een grasgroenbemester. Ook na graszaad, doordat in de gefreesde stoppel spontaan uit zaadverlies een grasmassa groeit. Van de voorvrucht suikerbieten worden blad en koppen ondergeploegd. De kunstweide wordt vóór het ploegen gefreesd. In tabel 13 zijn de rotaties met aardappelen weergegeven.

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 en tussen 6a, 6b en 6c.

De aardappelen zijn steeds volgens in de praktijk gangbare methoden verbouwd. Het gebruikte pootgoed was redelijk vrij van virusziekten (klasse E of A) en had als regel een minimale bezetting met sclerotiën van *Rhizoctonia*; bovendien werd het ontsmet met kwik. De aardappelen zijn in alle bouwplannen zonder noemenswaardig tijdsverschil gepoot en doodgespoten.

De opbrengstcapaciteit per bouwplan is bepaald met behulp van N-trappen in drievoud. Van alle bouwplannen is deze opbrengstinformatie bekend vanaf 1971, van de bouwplannen 2a, 3c en 3b bovendien over de periode 1965-1970. Tot en met 1974 is geen grondontsmetting uitgevoerd. Daarna is in overleg met de PD van de bouwplannen met 1 op 3 aardappelen, de helft van de strook na aardappelen ontsmet met 300 l metam-natrium (MNC 510) per ha; voor de andere helft werd ontheffing verkregen.

6.1.2. Opbrengsten

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

In tabel 14 en figuur 4 zijn van de bouwplannen de maximale knolopbrengsten (>35 mm) weergegeven, zoals bepaald uit de stikstoftrappen.

In de eerste periode van de proef, toen alleen op de bouwplannen 2a, 3b en 3c N-trappen voorkwamen, waren de verschillen in opbrengstcapaciteit tussen de bouwplannen nog bijzonder gering. Na 1970 zijn op alle bouwplannen N-trappen aangelegd (uitgezonderd 4b in 1973). In de periode 1972-1974 is er een duidelijk uiteenlopen van opbrengstniveaus tussen de bouwplannen ontstaan; dit lijkt overwegend frequentie-afhankelijk te zijn. De gemiddelde opbrengsten van aardappelen in de 1 op 6 teelt ten opzichte van de 1 op 4 en 1 op 3 (exclusief bouwplan 5b) verhouden zich dan als 100:96:91. 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 9%.

In de volgende periode van drie jaar, 1975-1977, heeft dit beeld zich voortgezet, echter met dien verstande dat de opbrengstverschillen tussen de bouwplannen groter zijn geworden. De gemiddelde opbrengsten van de 1

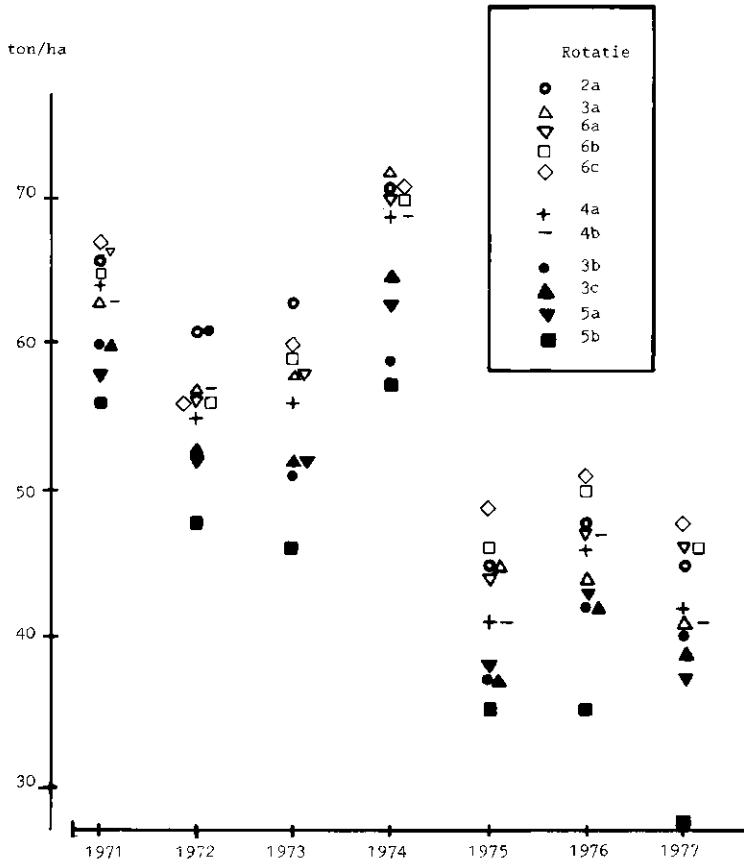
op 6 teelt ten opzichte van 1 op 4 en 1 op 3 (exclusief bouwplan 5b) verhouden zich in deze periode als 100:93:86. Het gemiddelde verschil in opbrengst tussen 5a en 5b is aangegroeid tot 20%.

Tabel 14. Maximale opbrengst aardappelen >35 mm per bouwplan (1965-1977) in ton/ha.

bouwplan	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	60	64	63	58	56	66	65	67
rel.gemiddelde 1965-'71	100		98	97							
relative average '65-'71											
1972	61	57	61	53	55	57	53	48	56	56	56
1973	63	58	51	52	56	-	52	46	58	59	60
1974	71	72	59	65	69	69	63	57	70	70	71
rel.gemiddelde 1972-'74	100	95	88	88	92		86	77	94	95	95
relative average '72-'74											
1975	45	45	37	37	41	41	38	35	44	46	49
1976	48	44	42	43	46	47	43	35	47	50	51
1977	45	41	40	39	42	41	37	27	46	46	48
rel.gemiddelde 1975-'77	100	94	87	87	93	93	85	70	100	102	107
relative average '75-'77											
aandeel aardappelen/ proportion potatoes	1/6	1/6	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6
rotation	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c

Table 14. Maximum potato yield >35 mm for each rotation (1965-1977) in tonnes/ha.

Figuur 4. Spreiding van de maximale opbrengsten >35mm tussen de bouwplannen per jaar over de periode 1971-1977. Differences in yields of potatoes >35 mm in the rotations, 1971-1977.



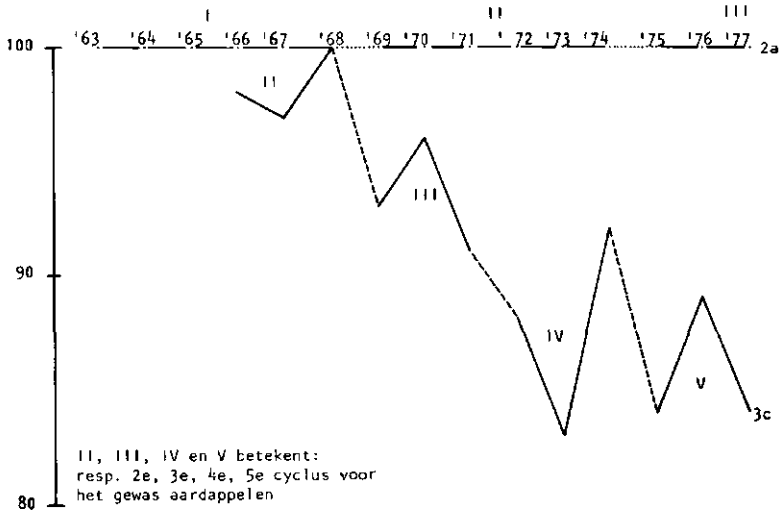
Het grote verschil in opbrengstniveau tussen de perioden 1972-1974 en 1975-1977 (figuur 4) vloeit voort uit een verschil in groeiomstandigheden (in 1975 en 1977 minder groeidagen door laat poten, in 1976 groeirekking door droogte).

Uit figuur 5 blijkt hoe de knolopbrengsten van de aardappelen in de bouwplannen 2a en 3c in de loop van vijftien jaren uiteen zijn gaan lopen. In 2a komen de aardappelen om de zes jaar voor, in 3c om de drie jaar. In beide gevallen is de voorvrucht graszaad. De aardappelen in deze beide bouwplannen zijn daardoor goed op frequentie vergelijkbaar.

Per elke cyclus van 3c fluctueren de aan 2a gerelateerde knolopbrengsten weliswaar, maar de opbrengsten van de tweede, derde en vierde cyclus liggen onderling duidelijk op verschillende niveaus. Vanaf de vierde cyclus lijkt de relatieve knolopbrengst een wat vaster niveau te hebben bereikt van circa 15% onder dat van bouwplan 2a.

Figuur 5. Relatief verloop van de maximale knolopbrengst >35 mm van bouwplan 3c t.o.v. 2a over de periode 1963-1977.

Relative differences in yield >35 mm in Rotations 2a and 3c, 1963-1977 (2a = 100).



In figuur 6 is het relatieve verloop van de knolopbrengsten van vier vergelijkbare bouwplannen over de periode 1971-1977 weergegeven. Per jaar is de opbrengst van 4a steeds op 100 gesteld.

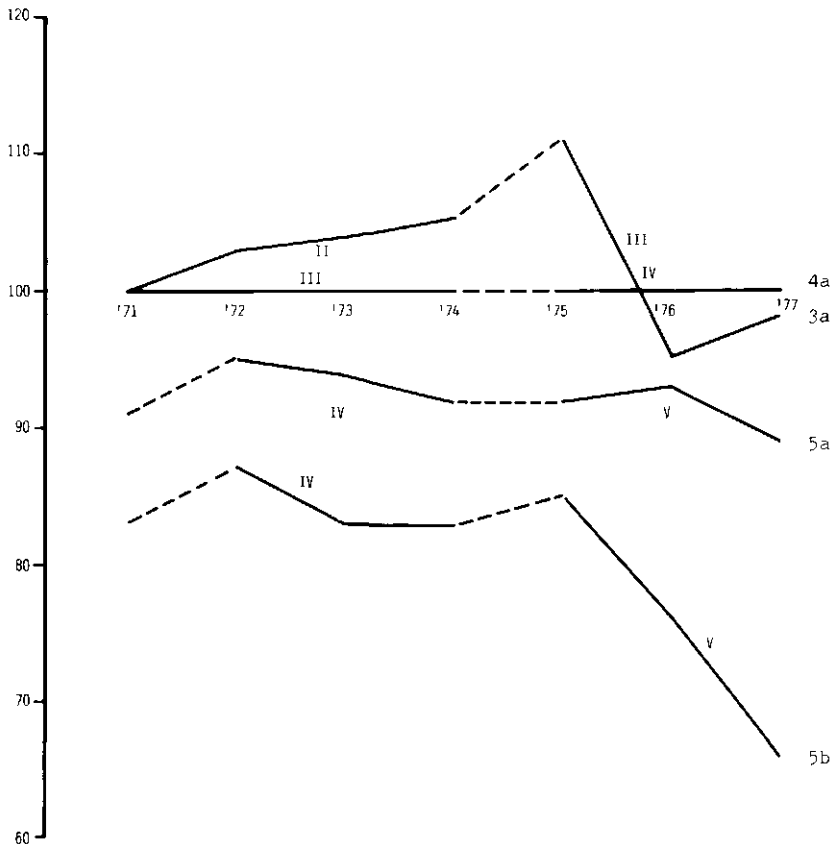
De aardappelen van de bouwplannen 4a en 5a zijn onderling goed vergelijkbaar qua frequentie. Beide hebben gerst + grasgroenbemester als voorvrucht, maar verschillen in frequentie, namelijk respectievelijk 25% en 33% aardappelen in het bouwplan. In elk van de zeven jaren is de opbrengst van 5a lager dan van 4a. Gedurende de vijfde cyclus is het verschil t.o.v. de vierde cyclus weinig toegenomen, mogelijk een aanwijzing dat de knolopbrengst in 5a gestabiliseerd is op 7 à 8% lager dan in 4a.

De aardappelen van de bouwplannen 5a en 5b zijn onderling goed vergelijkbaar qua voorvrucht: het aandeel aardappelen en bieten is in beide bouwplannen elk 33%. In 5a volgen de aardappelen na gerst, in 5b na suikerbieten. Ook hier is er in elk van de zeven jaar een opbrengstverschil tussen 5a en 5b, waarbij de depressie van 5b in de vierde cyclus het dieptepunt nog niet lijkt te hebben bereikt.

Hierbij past de kanttekening dat in 1977 het voor aardappelen bestemde perceel van 5b abusievelijk als voor bietenland werd klaargemaakt. Met aangepaste grondbewerkingen is weliswaar getracht om dit effect zo veel mogelijk uit te wissen, maar waarschijnlijk is dit niet geheel gelukt. Mogelijk is de knolopbrengst van 5b daardoor iets te laag uitgevallen.

De vergelijking van de aardappelopbrengsten van bouwplan 3a en 4a valt voor de periode 1971-1975 uit in het voordeel van 3a. In de twee volgende jaren blijft de opbrengst van 3a (hoewel 1 op 6 aardappelen) onder die van 4a. Juist in de twee voorafgaande jaren was de grasgroenbemester na erwten uit bouwplan 3a, door droogte in kritieke perioden, in het seizoen mislukt.

Figuur 6. Relatief verloop van de maximale knolopbrengst >35 mm van de bouwplannen 3a, 5a, 5b t.o.v. 4a over de periode 1971-1977. Relative differences in yield of tubers >35 mm in Rotations 3c, 4a, 5a and 5b, 1971-1977 (4a = 100).



De grasgroenbemester na zomergerst in bouwplan 4a (de voorvruchtsituatie voor aardappelen) slaagde in deze beide jaren goed. Omdat een aardappelgewas doorgaans positief reageert op een voorafgaande grasgroenbemester, is mogelijk de lage relatieve opbrengst van 3a op deze wijze (mede) te verklaren.

Uit tabel 14 is af te leiden dat de driejarige rotaties 3b (gerst-luzerne-aardappelen), 3c (gerst-graszaad⁺-aardappelen) en 5a (suikerbieten-gerst⁺-aardappelen) over de lange periode 1971-1977 steeds een gelijke knolopbrengst hadden. Kennelijk bepaalt in deze bouwplannen de teeltfrequentie van aardappelen het opbrengstniveau en hebben de overige gewassen van het bouwplan hierop geen invloed.

In tabel 15 worden over de periode 1971-1977 de opbrengsten van de kunstweidebouwplannen 6a, 6b en 6c gerelateerd aan die van bouwplan 2a. Blijkbaar is de voorvruchtwaarde van Italiaans raaigras voor zaadwinning (waarbij door direct na de oogst te frezen er uit de zaadverliezen spontaan een meestal goed geslaagde grasgroenbemester groeit) in bouwplan 2a even goed als van de kunstweide (in deze proef vóór het ploegen gefreesd). Binnen de drie bouwplannen met kunstweide (6a, 6b en 6c) heeft de duur ervan gemiddeld over deze periode een positieve invloed op de knolopbrengst.

Tabel 15. Maximale knolopbrengst >35 mm van de bouwplannen 6a, 6b en 6c, vergeleken met die van bouwplan 2a (1971-1977).

bouwplan	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1971-1977
2a (1/6 aardappelen na graszaad) (1/6 potatoes after grass seed)	100	100	100	100	100	100	100	100
6a (1/6 aardappelen na 1-j. k.weide) (1/6 potatoes after 1-year ley)	100	92	92	99	98	98	102	97
6b (1/6 aardappelen na 2-j. k.weide) (1/6 potatoes after 2-year ley)	98	92	94	99	102	104	102	99
6c (1/6 aardappelen na 3-j. k.weide) (1/6 potatoes after 3-year ley)	102	92	95	100	109	106	107	102
rotation	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1971-1977

Table 15. Maximum tuber yield >35 mm of Rotations 6a, 6b, 6c compared with Rotation 2a (1971-1977).

6.1.3. Kwaliteit

In de figuren 7, 8 en 9 is voor de jaren 1975, 1976 en 1977 de knolkwaliteit voor een vijftal kenmerken gerelateerd aan het opbrengstniveau per bouwplan (bijlagen 4, 5 en 6).

Rangschikking van de bouwplannen naar knolopbrengst komt vrijwel overeen met een rangschikking naar frequentie.

De kwaliteit is per bouwplan vastgesteld van het N-object met de hoogste opbrengst en dan in de sortering 45/55 mm.

6.1.3.1. Onderwatergewicht

In elk van de drie jaren worden de hogere onderwatergewichten aangetroffen bij de lagere opbrengstniveaus. Dit zou kunnen wijzen op een vroegtijdige afrijping. Het owg is herleid tot het gehalte aan drogestof (bijlage 7).

In tabel 16 zijn de bouwplannen gerangschikt in volgorde van een afnemende verse knolopbrengst. Rangschikking naar de ds-knolopbrengst wijzigt de rangorde nauwelijks, maar de extreme opbrengstverschillen zijn kleiner geworden. Het in verhouding lage drogestof-gehalte bij hoge bouwplanopbrengsten en omgekeerd hebben een duidelijk nivellerend effect.

Tabel 16. Maximum opbrengst aan verse knollen en droge stof per bouwplan in volgorde van afnemende opbrengst (gem. 1975-1977).

bouwplan	maximale knolopbrengst		droge stof %	droge stof		frequentie aardappelen
	ton/ha	relatief		ton/ha	relatief	
6c	49,5	108	19,5	9,65	104	1/6
6b	47,3	103	19,8	9,37	101	1/6
2a	45,8	100	20,2	9,25	100	1/6
6a	45,6	100	20,1	9,17	99	1/6
3a	43,5	95	19,9	8,66	94	1/6
4b	43,1	94	20,2	8,71	94	1/4
4a	42,9	94	20,3	8,71	94	1/4
5a	39,9	87	20,2	8,06	87	1/3
3c	39,7	87	20,4	8,10	88	1/3
3b	39,6	86	20,7	8,20	89	1/3
5b	32,4	71	21,0	6,80	74	1/3

rotation	maximum tuber yield		dry matter content (%)	dry matter		frequency of potato growing
	tonnes/ha	relative		tonnes/ha	relative	

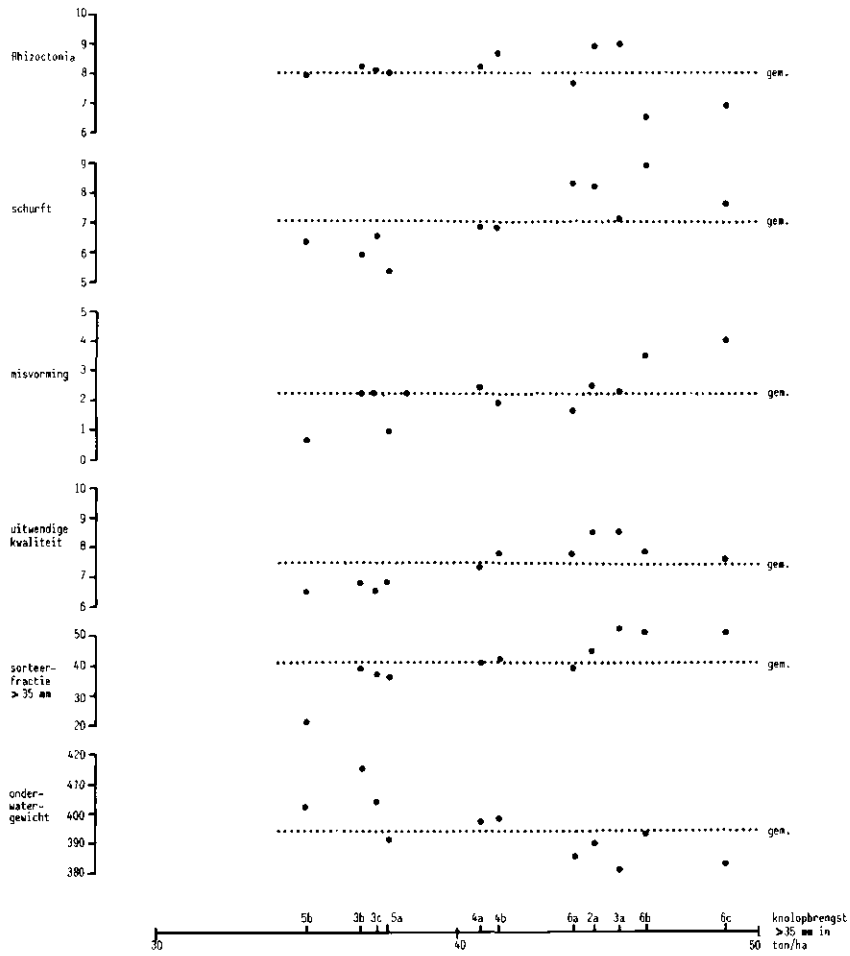
Table 16. Maximum fresh and dry tuber yield in the rotations (1971-1977).

6.1.3.2. Fractie >55 mm

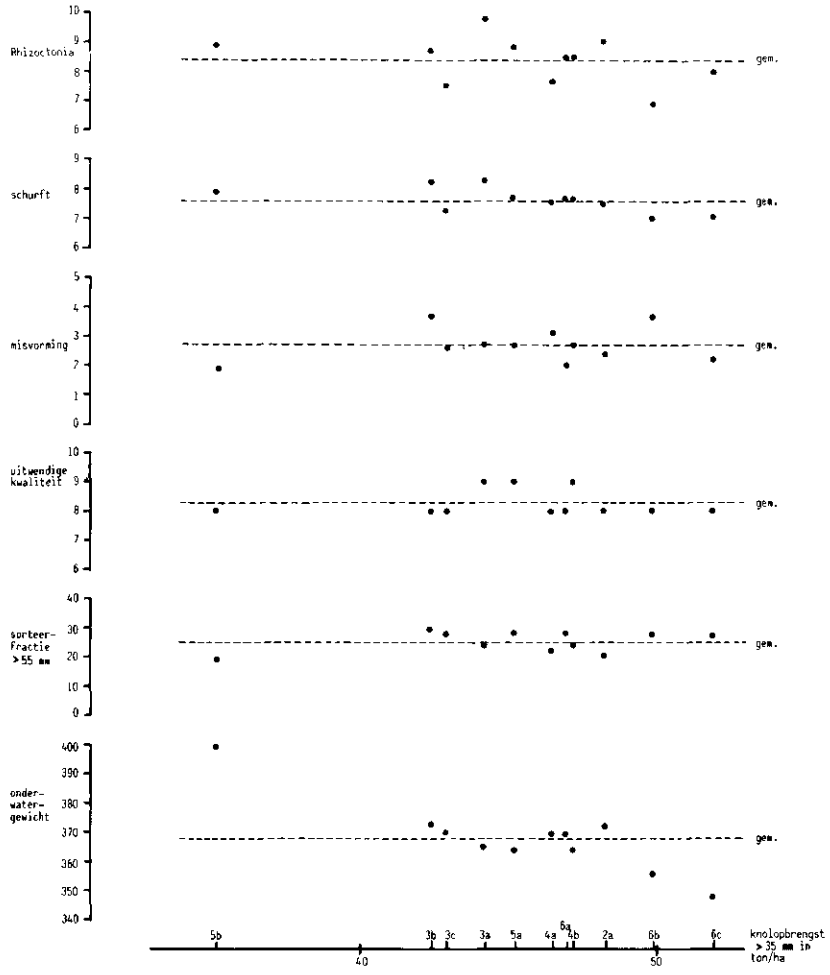
In 1975 en 1977 is er een duidelijk positief verband tussen het opbrengstniveau en het aandeel van de fractie >55 mm. In 1976 is dit verband er niet: de toen optredende doorwas kwam het meest voor in bouwplannen met uiteindelijk de hoogste opbrengst (bijlage 5).

Overigens gaat onder overwegend gelijke omstandigheden een hogere opbrengst meestal gepaard met een grovere sortering. Aangezien de opbrengstverschillen in deze proef voortkomen uit de geaardheid van het bouwplan (frequentie van aardappelen), kunnen verschillen in sortering dus worden gezien als bouwplaneffecten.

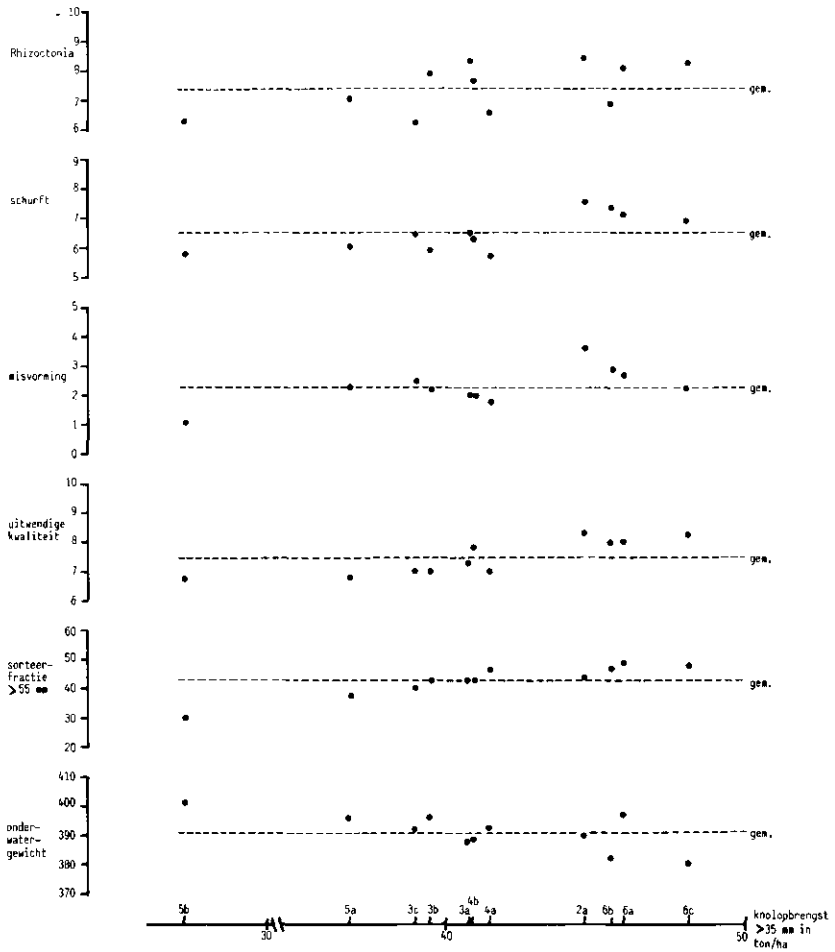
Figuur 7. Kwaliteitskenmerken gerelateerd aan de knolopbrengst (1975).
Quality related to tuber yield, 1975.



**Figuur 8. Kwaliteitskenmerken gerelateerd aan de knolopbrengst (1976).
Quality related to tuber yield, 1976.**



Figuur 9. Kwaliteitskenmerken gerelateerd aan de knolopbrengst (1977).
Quality related to tuber yield, 1977.



6.1.3.3. Misvorming

De misvorming heeft betrekking op groeischeuren en doorwas (PD-norm bij export naar West-Duitsland).

De voor 1975 en 1977 positieve correlatie tussen de misvorming en de opbrengstniveaus van de bouwplannen (figuren 7 en 9) moet grotendeels worden toegeschreven aan doorwas ('flessen'). Dit is te verklaren vanuit de regel dat een aardappelgewas met een hogere opbrengstpotentie, meestal vatbaarder is voor doorwas. In het echte doorwasjaar 1976 heeft de doorwas geleid tot afzonderlijke, regelmatige nieuwe knollen en bestond eerder genoemd verband dan ook niet (figuur 8).

Tussen de bouwplannen is er in deze drie jaren geen noemenswaardig verschil opgetreden in misvorming door groeischeuren.

6.1.3.4. Schurft

In 1975 en 1977 is er een vrij duidelijk verband tussen opbrengstniveau en bezetting van de knollen met schurft (voornamelijk netschurft). De bouwplannen met een relatief hoge opbrengst (is lage teeltfrequentie) geven een naar verhouding blank produkt. De frequentie van de aardappelteelt lijkt dus van invloed te zijn op het voorkomen van schurft.

In 1976 is er van dit verband geen sprake.

6.1.3.5. Rhizoctonia

De verschillen in sclerotienbezetting van de knol tussen de bouwplannen zijn per jaar weliswaar groot, maar van jaar tot jaar vertonen ze niet dezelfde tendens. Van frequentie-afhankelijkheid blijkt dus niets.

6.1.3.6. Uitwendige kwaliteit

De uitwendige knolkwaliteit (bepaald door de Aardappeltelers Federatie te Dronten) is een maatstaf voor de mate waarin het produkt 'oogt'. Schurft, Rhizoctonia en misvorming zijn hierbij inbegrepen, niet de sortering.

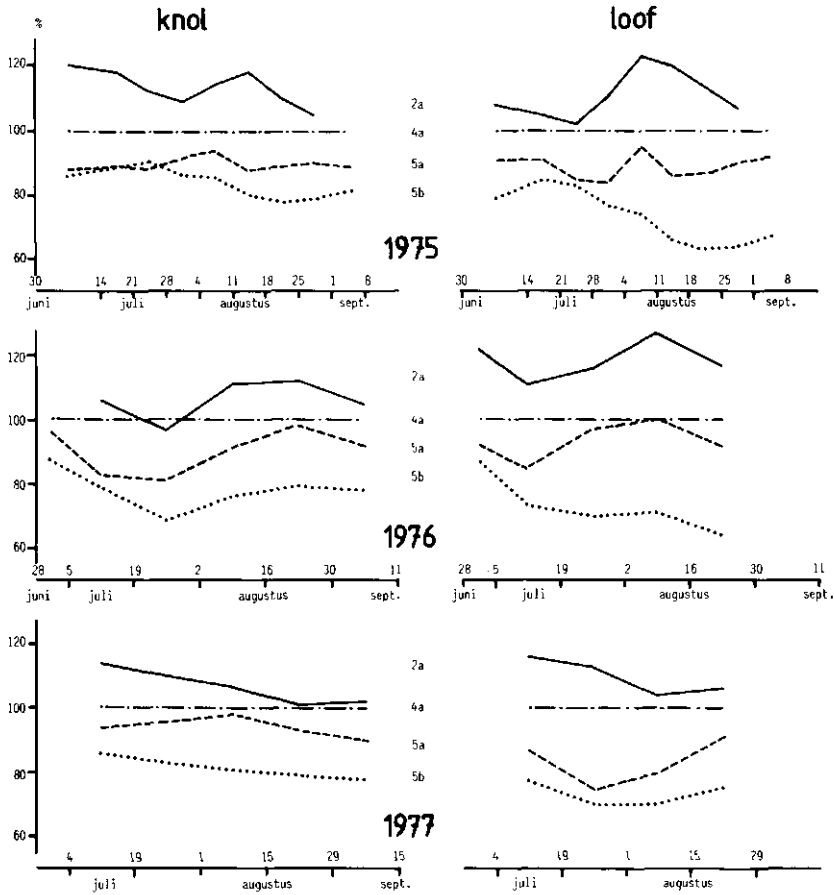
In 1975 en 1977 is er een duidelijk (positief) verband tussen uitwendige kwaliteit en opbrengstniveau. In het (droge doorwas-)jaar 1976 is deze tendens er niet. Hierbij moet worden opgemerkt dat sommige bouwplannen (met name die met een hoge teeltfrequentie) bij herhaling opvallen door een hoekige, minder regelmatige knolvorm. Dit kwaliteitsgebrek ontsnapt aan de PD-norm bij export naar West-Duitsland, doch wordt meegewaardeerd onder uitwendige kwaliteit.

6.1.4. Groeiverloop

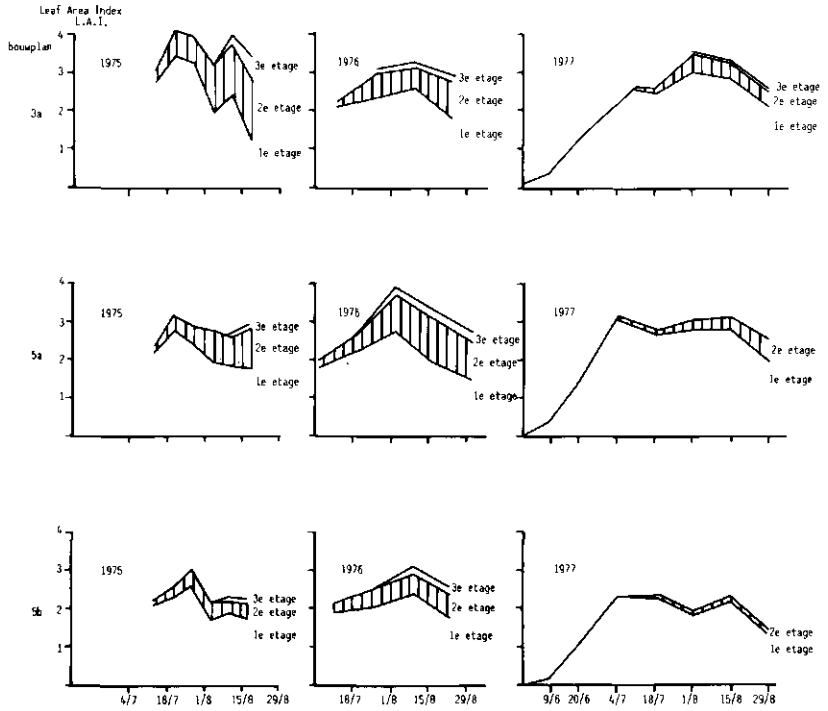
6.1.4.1. Loof- en knolgroei

Over de jaren 1975, 1976 en 1977 is van een aantal bouwplannen tijdens het groeiseizoen het verloop van de opbrengst aan knollen en het gewicht aan vers loof bepaald (bijlagen 9, 10, 14, 15, 19 en 20). In figuur 10 is voor 2a, 4a, 5a en 5b dit verloop grafisch weergegeven.

Figuur 10. Het verloop tijdens het groeiseizoen van de opbrengst aan knollen en vers loof van de bouwplannen 2a, 4a (= 100%), 5a en 5b bij de praktijk N-gift. Voortschrijdende gemiddelde van twee opeenvolgende rooiingen.
 Production of tops and tubers during the growing season in the Rotations 2a, 4a (=100%), 5a and 5b at standard dressing rates of N in 1975, 1976 and 1977.



Figuur 11. Verloop van Leaf Area Index (LAI) tijdens het groeiseizoen van de aardappelen in de bouwplannen 4a, 5a en 5b; 1975-1977.
Development of leaf area index during the growing season in the Rotations 4a, 5a and 5b, 1975-1977.



Nagenoeg steeds is van meet af aan de knolopbrengst van 5b het laagst. Het opbrengstverschil neemt tijdens het groeiseizoen verhoudingsgewijs iets toe.

Wat voor de knolopbrengst is waargenomen, geldt in sterkere mate voor het loofgewicht. Na een toch al relatief lage start, blijft het loofgewicht van 5b verder achter bij dat van 2a, 4a en 5a.

6.1.4.2. Leaf Area Index (LAI)

De in figuur 11 uitgebeelde ontwikkeling van de Leaf Area Index (m^2 groen blad per m^2 grondoppervlak) tijdens het groeiseizoen bevestigt het onder 6.1.4.1. (bijlagen 12, 16 en 22) genoemde verschil. Uit de grafiek blijkt verder dat in elk van de drie jaren in 5b het blad van de derde etage ontbreekt en dat er duidelijk minder blad van de tweede etage waargenomen is. Bovendien stierf in elk van deze drie jaren veel blad van de eerste etage in 5b vroegtijdig af: achtereenvolgens werden de blaadjes stug en hard (wat de windgevoeligheid verhoogt), kregen ze radiaal verlopende scheuren, trad er plaatselijk geelkleuring op en tenslotte stierven de bladeren binnen enkele dagen geheel af.

6.1.4.3. Aantal stengels en knollen per plant

Uit de periodieke opbrengstwaarnemingen blijkt dat er geen vast verband bestaat tussen de aard van het bouwplan en het gemiddelde aantal stengels en knollen per plant (bijlagen 11, 18, 21). Wel is de knoldoorwas in het fysiologisch meer verouderde gewas van 5b steeds duidelijk minder. Een invloed vanuit de bodem beperkt dus vooral in bouwplan 5b de groei en ontwikkeling van de aardappelplant na de knolaanleg.

6.1.5. Opbrengst en kwaliteit in het kort

- In de vijfde cyclus van de driejarige rotaties (d.i. het 13e, 14e en 15e jaar van de proef) gaan de opbrengsten van 1 op 6, 1 op 4 en 1 op 3 aardappelen zich verhouden als 100:93:86. In deze vergelijking is bouwplan 5b niet betrokken. Van deze driejarige rotatie graszaad⁺-suikerbieten-aardappelen is de knolopbrengst over de jaren 1971-1976 gemiddeld 9% lager dan van de vergelijkbare rotatie suikerbieten-zomergerst⁺-aardappelen (bouwplan 5a, figuur 6).

- In de driejarige rotaties 3b (gerst-luzerne-aardappelen), 3c (gerst-graszaad⁺-aardappelen) en 5a (suikerbieten-zomergerst⁺-aardappelen) bepaalt de teeltfrequentie van aardappelen het opbrengstniveau en hebben de overige gewassen van het bouwplan hierop geen invloed.

- De kwaliteitskenmerken hebben in het algemeen een positief verband met de kg-opbrengsten. Rhizoctonia vormt hierop een uitzondering. Die aantasting komt onafhankelijk van het opbrengstniveau voor.

- Uit periodieke opbrengstwaarnemingen blijkt van bouwplan 5b de opbrengstdepressie in de loop van het groeiseizoen groter te worden. Deze ontwikkeling volgt op een geringere aanmaak van nieuw blad en een vroegtijdige, gedeeltelijke afsterving van het bladapparaat. Vooral in bouwplan 5b beperkt een onbekende milieufactor in de bodem de ontwikkeling van de aardappelplant.

6.2. Mogelijke oorzaken van verschillen in opbrengst en kwaliteit

6.2.1. Inleiding

De eerder gesignaleerde opbrengstverschillen moeten voortkomen uit de geaardheid van het bouwplan. Gezien vanuit het gewas aardappelen is er verschil denkbaar in:

- de voorvruchtsituatie
- de frequentie van de aardappelteelt
- overige factoren in het bouwplan met impulsen die voor de knolopbrengst van invloed kunnen zijn, zoals het aandeel van de bieten in het bouwplan en de toevoer van organische stof in kwantitatieve en kwalitatieve zin.

De *voorvruchtsituatie* (= hoofdgewas + eventuele groenbemester) voor aardappelen loopt in de elf bouwplannen sterk uiteen:

- in zes bouwplannen volgen de aardappelen op een hoofdgewas met aansluitend een groenbemester:

2a, 3c - graszaad + grasgroenbemester

4a, 4b, 5a - zomergerst + grasgroenbemester

3a - erwtten + grasgroenbemester

- in vier bouwplannen heeft het hoofdgewas op zich waarde als groenbemester:

3b - luzerne

6a, 6b, 6c - een-, twee-, respectievelijk driejarige kunstweide;

- in één bouwplan (5b) volgen de aardappelen op het hoofdgewas suikerbieten, waarvan het loof op het veld achterblijft.

Als regel vertonen de knolopbrengsten van de 1 op 6- en de 1 op 3-bouwplannen twee duidelijk verschillende niveaus; de opbrengst van de 1 op 4-bouwplannen ligt daar tussen in. Het verschil in knolopbrengst komt kennelijk vooral tot stand onder invloed van de *teeltfrequentie*.

De specifieke eigenschappen van een bepaalde voorvruchtsituatie zullen zich - afhankelijk van vooral de weersomstandigheden - voor de volvrucht aardappelen als meer of minder gunstig doen gelden. Dit blijkt uit figuur 4 (pag. 27): binnen de 1 op 6-rotaties wisselt vaak de rangorde van jaar tot jaar. Hetzelfde geldt voor de 1 op 3-rotaties, met als uitzondering bouwplan 5b dat zich steeds kenmerkt door de laagste knolopbrengst.

De invloed van de *overige factoren* in het bouwplan is vrijwel ondoorzichtig door de grote verscheidenheid.

Zowel een groeperen van de bouwplannen naar frequentie als naar voorvrucht is op zich zinvol, maar geeft geen afdoend antwoord op de eigenlijke vraag, namelijk aan welke fundamentele, aan de bodem gebonden milieufactoren de opbrengstverschillen moeten worden gebonden.

Achtereenvolgens zullen in dit kader de volgende milieufactoren worden behandeld:

- de fysische bodemvruchtbaarheid (6.2.2.)

- de chemische bodemvruchtbaarheid (6.2.3.)

- biologische factoren in de bodem (6.2.4.)

6.2.2. Fysische bodemvruchtbaarheid

De fysische hoedanigheid van de grond is o.a. afhankelijk van de textuur, de rijping (fysische en vooral biologische) en de ontwateringstoestand, maar ook van het grondgebruik. De laatstgenoemde factor is in de proef variabel.

Ieder gewas stelt specifieke eisen aan de structuur. Omgekeerd oefent elk gewas door ondermeer het bewortelingspatroon, de aard en periode van grondbedekking en de mechanische belasting van de bodem door bewerking, gewasverzorging en oogst, invloed uit op de fysische hoedanigheid van de grond.

Vooraf het wortelstelsel van aardappelen staat er om bekend dat het gevoelig is voor onvolkomenheden in het bodemfysisch milieu. Daardoor wordt de grond minder doorwortelbaar, hetgeen kan leiden tot een lagere produktie.

In het kader van vruchtwisselingsonderzoek kan de vraag worden gesteld of de eerder gesignaleerde opbrengstverschillen (mede) kunnen worden verklaard uit verschillen in de structuur van de grond. Daartoe is aandacht geschonken aan de volgende bodemfysische factoren in de aardappelpercelen:

- het vochtgehalte en de bewerkbaarheid van de grond vóór de groundbewerking;

- de fysische toestand van de grond na bewerken, poten en aanaarden;

- de rugopbouw;

- het percentage kluiten in het gerooide produkt.

Bovendien is specifiek bodemkundig en bodemfysisch onderzoek in enkele bouwplannen uitgevoerd m.b.t.:

- hoedanigheid van de structuur;

- mogelijke verschillen in rijping;

- volumegewicht;

- poriënvolume;

- fasenverhouding grond-water-lucht in relatie tot uiteenlopende pF-waarden;

- poriëngrootteverdeling.

Genoemde structuuraspecten zullen in de hier aangehouden volgorde worden behandeld.

6.2.2.1. Het vochtgehalte en de bewerkbaarheid van de grond vóór de groundbewerking

In de loop van het vroege voorjaar staat de bouwvoor geleidelijk vocht af door verdamping en door het wegzakken van water. Het poriënvolume en de poriëngrootteverdeling bepalen vooral de hoeveelheid vocht die uiteindelijk in de - nauwe - capillairen van de nog onbewerkte grond achterblijft. Tegelijk met het opdrogen van de grond zal de bewerkbaarheid toenemen.

Tabel 17 vermeldt deze aspecten, die bepaald zijn op de dagen dat de aardappelen in 1975 en 1977 werden gepoot. Ook is de maximale knolopbrengst per bouwplan in deze tabel opgenomen.

De rangschikking van de bouwplannen naar bewerkbaarheid is in beide jaren geheel verschillend. In 1975 gaat een afnemende bewerkbaarheid vrijwel gelijk op met een toenemend gewichtspercentage vocht, maar in 1977 is dit verband er niet. Kennelijk is deze betrekking jaarafhankelijk en kan uit het gewichtspercentage vocht niet zonder meer de bewerkbaarheid van de grond worden afgeleid.

Tabel 17. Bewerkbaarheid, plasticiteit en vochtgehalte van de laag 0-20 cm-mv op pootdatum en de maximale opbrengst per bouwplan. De bouwplannen zijn naar afnemende bewerkbaarheid gerangschikt.

1975					1977				
bouw- plan	bewerk- baar- heid*	plastl- citeit kg/cm ²	gemid- deld % vocht	max. op- brengst ton/ha	bouw- plan	bewerk- baar- heid	plastl- citeit kg/cm ²	gemid- deld % vocht	max. op- brengst ton/ha
6a	6,0	63	27,9	43,9	4a	5,7	78	28,9	41,5
6c	6,0	48	29,7	48,9	4b	5,6	62	28,6	40,9
3a	5,9	37	28,9	45,4	5a	5,6	58	27,9	36,8
6b	5,8	58	28,8	46,3	3c	5,6	55	29,4	39,0
5b	5,8	39	30,1	34,9	2a	5,5	54	28,9	44,7
5a	5,7	44	30,1	37,7	6a	5,4	55	28,2	46,0
4a	5,7	42	29,6	40,8	6c	5,4	52	29,8	48,1
3b	5,7	38	31,8	36,8	3a	5,3	53	28,6	40,8
3c	5,5	35	30,2	37,3	3b	5,3	45	30,4	39,5
2a	5,5	34	32,3	44,6	5b	5,3	44	29,8	27,2
4b	5,5	32	31,2	41,4	6b	5,2	59	28,7	45,6

rota- tion	worka- bility	plastl- city kg/cm ²	moisture content (%)	maximum yield tonnes/ha	rota- tion	worka- bility	plastl- city kg/cm ²	moisture content (%)	maximum yield tonnes/ha
---------------	------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------------	---------------	------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------------

Table 17. Workability, plasticity and moisture in soil layer 0-20 cm for planting in 1975 and 1977 related to maximum yield of the rotation.

* De bewerkbaarheid op het oog en op het gevoel in een schaal van 0-10/Workability of the soil is reproduced on a scale of 0-10, based on visual value.

Een regressieberekening tussen de bewerkbaarheid en de plasticiteit enerzijds en maximale knolopbrengst anderzijds levert in geen van de beide jaren een significant verband op, óók niet voor de waarden van de lagen 0-10 en 10-20 cm afzonderlijk.

In 1975, 1976 en 1977 is in de weken voorafgaand aan het poten eveneens het verloop van het vochtgehalte, de bewerkbaarheid en de plasticiteit gevolgd (bijlage 24). Bouwplan 6c heeft in 1976 en 1977 duidelijk het hoogste gewichtspercentage vocht (waarschijnlijk door het hogere percentage humus), maar verder zijn er geen 'bouwplaneigen' verschillen tussen de bouwplannen onderling.

6.2.2.2. De fysische toestand van de grond na bewerken, poten en aanaarden

In tegenstelling tot er vóór, bleken er ná de voorjaarsgrondbewerking (schudeg) wel verschillen waarneembaar, o.a. in grootte, vorm en dichtheid van de kluiten. De vermoedelijke verklaring hiervoor is een andere bepalingsmethodiek, die vóór de grondbewerking niet kon worden toegepast.

In 1975, 1976 en 1977 werd vlak na het poten een structuurwaardering gegeven, terwijl in 1976 en 1977 ook de fractieverdeling van de grond uit de geulen werd bepaald (bijlage 25).

Tabel 18 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 18. Maximale knolopbrengst per bouwplan, in afnemende volgorde, visuele waardering van de structuur na het poten en de fractie <5 mm van de grond uit de geul na aanaarden.

1975			1976			1977				
bouw- plan	struct. waarde- ring*	max.op- brengst ton/ha	bouw- plan	struct. waarde- ring*	% grond < 5 mm	max.op- brengst ton/ha	bouw- plan	struct. waarde- ring*	% grond < 5 mm	max. op- brengst ton/ha
6c	++++	48,9	6c	++++	37	51,4	6c	++++	30	48,1
6b	+++	46,3	6b	+++	35	49,9	6a	+++	29	46,0
3a	++	45,4	2a	+++	31	48,3	6b	++	29	45,6
2a	++	44,6	4b	+++	30	47,1	2a	++	29	44,7
6a	++	43,9	6a	+++	34	47,0	4a	++	25	41,5
4b	++	41,4	4a	++	26	46,4	4b	++	28	40,9
4a	++	40,8	3a	++	27	44,2	3a	++	30	40,8
5a	+	37,7	5a	+	27	43,1	3b	+++	27	39,5
3c	+	37,3	3c	++	31	42,9	3c	+	24	37,4
3b	+++	36,8	3b	+++	30	42,4	5a	+	27	36,8
5b	+	34,9	5b	+	22	35,2	5b	+	19	27,2

rota- tion	struc- ture value*	maximum tuber yield tonnes/ha	rota- tion	struc- ture value*	% soil particles < 5 mm	maximum tuber yield tonnes/ha	rota- tion	struc- ture value*	% soil particles < 5 mm	maximum tuber yield tonnes/ha
---------------	--------------------------	--	---------------	--------------------------	-------------------------------	--	---------------	--------------------------	-------------------------------	--

Tabel 18. Visual value of soil structure after planting and the percentage of soil particles < 5 mm between the ridges related to maximum yields in the rotation

* hoe meer + tekens, des te beter de structuur/The more + signs the better the structure.

Beide structuurkenmerken houden positief verband met het opbrengstniveau per bouwplan. In beide jaren is de relatie tussen de fractie <5 mm en het opbrengstniveau duidelijk significant (in 1976: $r = 0,86$, in 1977: $r = 0,89$). Meer fijne grond in de geul betekent ook meer fijne grond in de rug. De significante relatie tussen de fractie <5 mm en de opbrengst zou dus verklaard kunnen worden uit een betere toegankelijkheid van de bouwvoor voor het wortelstelsel van de aardappelen (Buurma e.a., 1976).

Gezien de eerder vastgestelde relatie tussen de structuur na het poten en de knolopbrengst, valt van 3b op, dat de knolopbrengst lager is dan deze structuurwaardering zou doen verwachten.

6.2.2.3. De rugopbouw

In acht van de elf bouwplannen is voor het rooien de losse grond uit de ruggen gewogen en zijn daarvan de zeeffracties bepaald.

Tabel 19 geeft hiervan een overzicht van de jaren 1975-1977 (bijlage 26). In de 'zware' bouwplannen 5a en 5b bevatten de ruggen iets minder losse grond. In 1975 en 1976 kwam in de ruggen van 5b zelfs circa 20% minder

losse grond voor dan in de overige bouwplannen. In 1977 werd bouwplan 5b (na een abusievelijke bewerking vooraf) pootklaar gemaakt met de frees i.p.v. met de schudeg. Deze aangepaste grondbewerking in bouwplan 5b heeft geleid tot meer losse grond in 1977. De grond werd gezeefd in de fracties <10 mm, 10-20 mm en >20 mm. Verschillen van betekenis beperkten zich tot bouwplan 5b in 1977 met in verhouding veel gronddelen groter dan 10 mm ϕ . Dat de verschillen in kluitgrootte, die in het voorjaar worden waargenomen aan de grond uit de geul, dus maar voor een deel in deze cijfers zijn terug te vinden, is waarschijnlijk het gevolg van de verwerking in de zomer.

Tabel 19. Kilogrammen losse grond per m rug (herleid tot 20 gewichtsprocenten vocht); 1975, 1976 en 1977.

bouwplan	1975	1976	1977	gemiddeld
2a	58,0	67,4	56,0	60,5
3a	64,5	73,3	51,1	63,0
3c	57,0	64,7	58,2	60,0
4a	63,5	76,2	54,6	64,8
4b	64,6	71,0	57,7	64,4
5a	63,0	64,3	48,1	58,5
5b	<u>52,0</u>	<u>54,3</u>	<u>62,3</u>	<u>56,5</u>
6c	-	66,5	55,4	
rotation	1975	1976	1977	average

Table 19. Amount of loose soil (kilograms/metre ridge) in 1975, 1976 and 1977.

All values have been adjusted to a moisture content of 20%.

6.2.2.4. Percentage kluiten in het gerooide produkt

Bij het sorteren van de aardappelen is per bouwplan het percentage kluiten >25 mm in het machinaal geoogste produkt bepaald. Tabel 20 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 20. Percentage kluiten >25 mm in het geoogste produkt, per bouwplan over de jaren 1975-1977.

bouwplan	% kluiten		
	1975	1976	1977
2a	<u>8</u>	2,0	16
3a	<u>8</u>	<u>1,6</u>	18
3b	<u>7</u>	<u>0,4</u>	16
3c	23	2,5	19
4a	10	2,8	17
4b	<u>9</u>	2,6	21
5a	14	<u>1,1</u>	16
5b	10	<u>1,3</u>	18
6a	<u>5</u>	1,9	16
6b	<u>5</u>	1,8	<u>8</u>
6c	<u>5</u>	<u>0,6</u>	<u>9</u>
gemiddeld/average	9,5	1,7	15,8
rotation	% clods		

Table 20. Percentage of clods >25 mm in the harvested product in 1975, 1976 and 1977.

___ = lager dan gemiddelde/lower than average

Het percentage kluiten wisselt sterk van jaar tot jaar. Drie bouwplannen met alle een grote toevoer van organische stof, namelijk 3b, maar vooral 6b en 6c, vallen op door een relatief laag percentage kluiten. Een ander bouwplan met eveneens een gunstige organische stof-balans, namelijk 3c, daarentegen valt juist op door een hoog percentage grondtarra, evenals overigens 4a en 4b.

6.2.2.5. Specifiek bodemkundig en bodemfysisch onderzoek in enkele bouwplannen

In samenwerking met de Stiboka is speciale aandacht besteed aan de bodemkundige en -fysische toestand van de bouwplannen 3a, 4a, 5a, 5b en 6c.

a. Het structuuronderzoek in 1975

In juni 1975 is d.m.v. profielkuilen de verticale opeenvolging van verschillende structuren in de grond van de bouwplannen 3a, 4a, 5a, 5b en 6c vastgesteld. Deze zijn weergegeven in figuur 12, waarbij de bouwplannen zijn gerangschikt naar toenemende bewortelingsmogelijkheden.

In 4a en 5b bestaat de bouwvoor uit dichte kluiten, waartussen sterk ontwikkeld, kleine afgeronde blokkige elementjes voorkomen. Daarentegen valt de bouwvoor van bouwplan 6c op door zwak samengestelde kluiten met ertussen goed gestructureerde kleine elementjes.

In de onderliggende laag van 20-35 cm beneden maaiveld zijn de verschillen kleiner, hoewel ook hier 4a opvalt door een zwakkere structuur. Van de laag 35-50 cm vallen 4a en 5b op door een minder gunstige structuur.

Over het geheel gezien geven 4a en 5b dus de minst goede structuur te zien en bouwplan 6c de beste. De bouwplannen 3a en 5a nemen een tussenpositie in.

De structuur van de ondergrond dieper dan + 50 cm is voor alle bouwplannen vrijwel gelijk en bestaat uit een afwisseling van kleiige en meer zandige bandjes van enkele centimeters dik. In deze gelaagde ondergrond komen plaatselijk openstaande, verticaal gerichte rijpingsscheuren voor op onderlinge afstand van 20 à 30 cm.

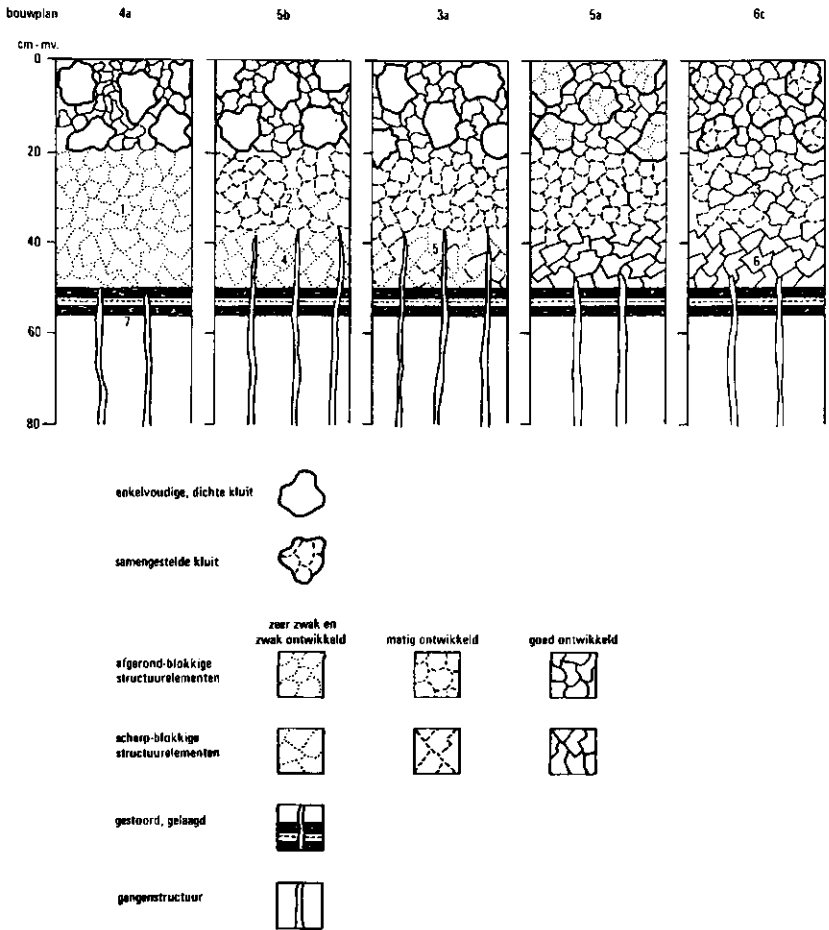
b. De ringbemonstering

In de jaren 1972-1977 zijn de volumegewichten bepaald in de bouwplannen 3a, 5a en 5b. In figuur 13 worden van verschillende, overeenkomstige horizonten de gemiddelden van deze bepalingen over genoemde periode per bouwplan weergegeven.

Het volumegewicht - het gewicht in grammen van 1 cm³ grond in natuurlijke ligging en gedroogd bij 105 °C - is een maat voor de dichtheid van de grond. Een grond wordt dichter door bodemrijping, berijding en de vaak slechte omstandigheden waaronder de oogstprodukten worden afgevoerd en de hoofdgrondbewerking plaatsvindt.

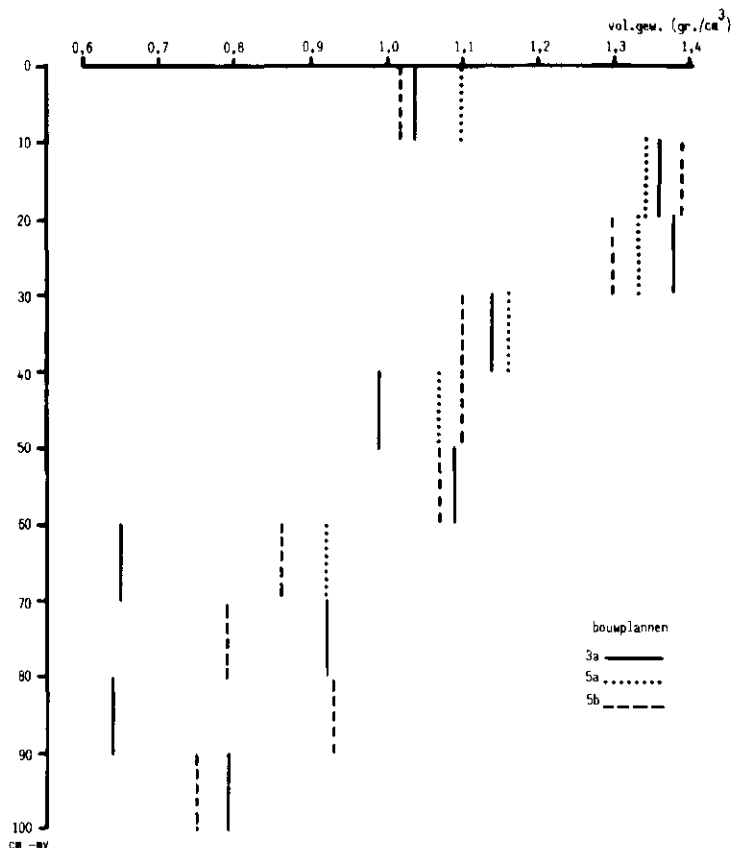
Het lage volumegewicht in het diepere, ongerijpte deel van het profiel vertoont per laag tussen de percelen een duidelijke spreiding. Deze vloeit voort uit het gegeven, dat de afzettingen van verslagen veen op korte afstand naar dikte en diepte kunnen variëren. Over de laag 60-100 cm in zijn geheel is er tussen 3a en 5b weinig verschil. Tot circa 60 cm diepte - d.i. de laag waarin het wortelstelsel van de aardappel voornamelijk functioneert - zijn de verschillen in dichtheid van de opeenvolgende bodemhorizonten tussen de bouwplannen 3a, 5a en 5b zeer gering. De eerder

Figuur 12. Weergave van de macrostructuren van de bouwplannen 4a, 5b, 3a, 5a en 6c.
Macrostructure in the Rotations 4a, 5b, 3a, 5a and 6c.



gesignaleerde verschillen in structuur tussen de bouwplannen komen dus niet overeen met de uiteenlopende volumegewichten, wat als oorzaak kan hebben dat het structuuronderzoek is uitgevoerd aan één enkele profielkuil per bouwplan, terwijl de volumegewichten betrekking hebben op een tiental profielboorsels per perceel. Het IB bepaalde in 1975 en 1977 het totaal poriënvolume van de lagen 2-7, 12-17 en 22-27 cm beneden maaiveld. Tabel 21 geeft hiervan het samenvatte cijfermateriaal weer.

Figuur 13. Gemiddelde volumegewicht (g/cm^3) over de jaren 1972 tot en met 1977 per bouwplan.
Average volumic mass (g/cm^3) of the soil in three rotations (1972-1977).



Uit de (hoge) poriënvolumes blijken geen noemenswaardige verschillen tussen de bouwplannen 3a, 5a en 5b.

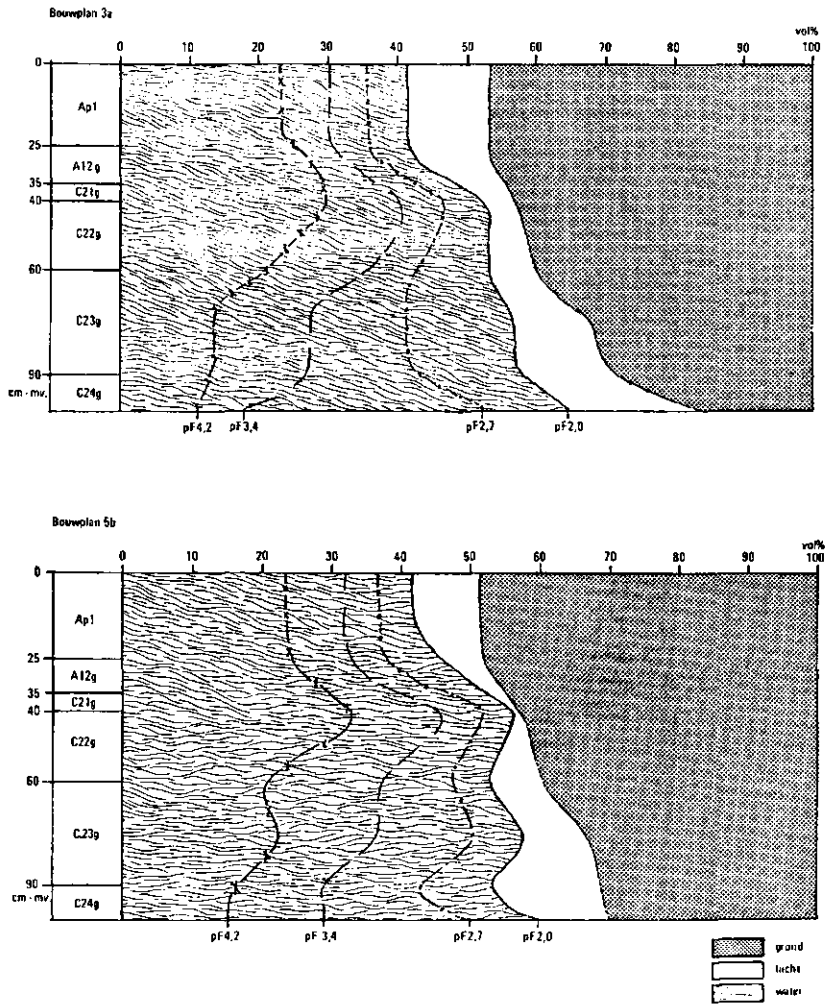
Tabel 21. Het poriënvolume in % in de lagen 2-7, 12-17 en 22-27 cm-mv van de bouwplannen 3a, 5a en 5b in de jaren 1975 en 1977.

bouwplan	poriënvolume 1975			poriënvolume 1977		
	2-7 cm	12-17 cm	22-27 cm	2-7 cm	12-17 cm	22-27 cm
3a	54,2	55,6	57,4	54,3	53,7	54,1
5a	57,5	53,0	57,7	51,9	55,3	55,2
5b	55,8	53,7	57,1	54,3	53,2	53,6

rotation pore volume 1975 pore volume 1977
Table 21. Pore volume in the layers 2-7 cm, 12-17 cm, and 22-27 cm in the Rotations 3a and 5a and 5b in 1975 and 1977.

In figuur 14 zijn voor 1976 de grond-water-lucht-verhoudingen aangegeven bij diverse pF-waarden van de profielen op 3a en 5b. Ook hier vallen de hoge poriënvolumes in de opeenvolgende lagen op. De voor de plant beschikbare hoeveelheid water - het gebied tussen pF 2,0 en 4,2 - is in vergelijking met andere zware kleigronden groot.

Figuur 14. Grond-water-lucht-verhouding van de bouwplannen 3a en 5b (1976)
Water, air and dry soil volumes in the Rotations 5a and 5b in 1976.



Het volumepercentage lucht bij pF 2,0 is in de laag 0-30 cm bij beide bouwplannen voldoende. In de laag 30-40 cm wordt het volumepercentage lucht bij pF 2,0 in bouwplan 5b erg klein, namelijk minder dan 5%, terwijl dit in bouwplan 3a circa 8% bedraagt. Bij pF 2,7 zijn deze waarden 7%, respectievelijk ruim 10%.

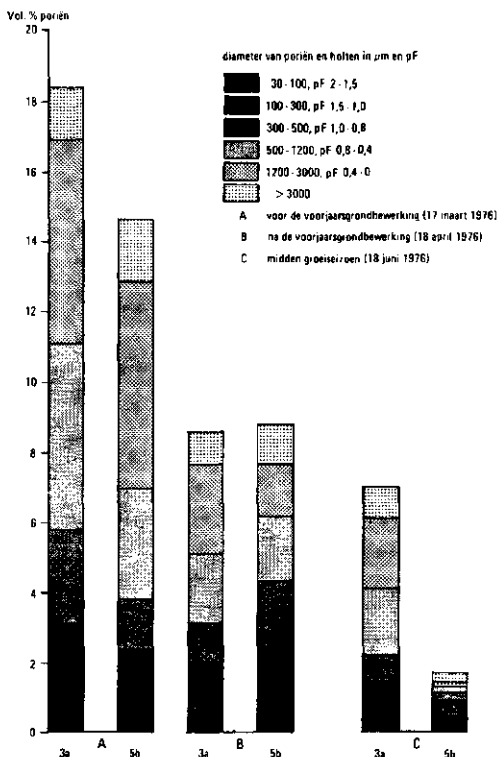
Voor ongestoorde groei heeft een aardappelwortel volgens sommige onderzoekers minstens 10 volumeprocenten lucht nodig, volgens anderen zelfs 15-20%. Voor de laag 30-40 cm liggen de luchtgehalten bij bouwplan 5b duidelijk beneden optimaal, hetgeen tot een slechtere wortelgroei kan leiden.

c. Micromorfologisch onderzoek aan slijpplaten

In 1975 zijn in de bouwplannen 3a, 5a en 5b slijpplaten gemaakt van de laag 3-10 cm op drie tijdstippen in het groeiseizoen. Aan de hand van deze slijpplaten kunnen de poriën met een diameter $> 3 \mu\text{m}$ worden geteld en in klassen ingedeeld. Bij pF 2,0 zijn de poriën $> 30 \mu\text{m}$ met lucht gevuld en dus tijdens de groei van wezenlijk belang voor de gasuitwisseling in de grond. De tellingen resulteren in de poriëngrootteverdeling weergegeven in figuur 15.

Figuur 15. Volumepercentage poriën $> 30 \mu\text{m}$ van de laag 3-10 cm vóór (A) en na (B) de voorjaarsgrondbewerking en in het groeiseizoen (C) verdeeld over zes grootteklassen.

Volume percentage pores $> 30 \mu\text{m}$ in the layer 3-10 cm before (A) and after (B) spring tillage and in the growing season (C), divided into six classes.



Op 17 maart 1976 (vóór de grondbewerking) heeft 3a meer grote poriën (30 µm) dan 5b. Op 18 april, nadat de grond is bewerkt, is er weinig verschil, maar op 18 juni heeft 5b slechts nog 2% grote poriën tegen 3a circa 8%.

6.2.2.6. Fysische bodemvruchtbaarheid in het kort

- Tot vlak voor de voorjaarsgrondbewerking zijn de vochtgehalten van de bouwvoor vrijwel gelijk. De bewerkbaarheid van de grond laat dan grotere verschillen zien, maar een significante relatie met de per bouwplan bereikte opbrengstniveaus ontbreekt.
- Na de grondbewerking en het aanaarden is er tussen de visuele structuur en de graad van fijnheid van de grond in de geul enerzijds een significant verband met de opbrengst anderzijds.
- In de twee zwaarste bouwplannen, 5a en 5b, bevatten de ruggen minder losse grond.
- Uit bodemfysisch onderzoek over het gehele profiel in 1975 blijkt alleen van de bovenste 50 cm de structuur uiteen te lopen. In dat jaar nam deze af in de volgorde 6c-5a-3a-5b-4a.
- Over de periode 1972-1977 blijkt het stoofdrome volumegegewicht van de grond uit de bovenste 50 cm van het profiel van de bouwplannen 3a, 5a en 5b geen verschil te vertonen.
- In 1976 geven bepaalde pF-karakteristieken van het profiel voor 5b een minder gunstige grond-water-lucht-verhouding te zien dan voor 3a. Vooral in het groeiseizoen valt 5b in vergelijking tot 3a op door minder grote poriën.

Resumerend kan worden gesteld dat de verschillen in bodemfysisch milieu tussen de bouwplannen van jaar tot jaar wisselen en dat deze vaker uitvallen ten ongunste van de 'zware' bouwplannen dan ten gunste ervan. Maar omdat de verschillen in bodemstructuur niet steeds in dezelfde richting wijzen als de verschillen in opbrengst, kunnen hieruit de jaarlijks weerkerende opbrengstdepressies niet worden verklaard.

6.2.3. Chemische bodemvruchtbaarheid

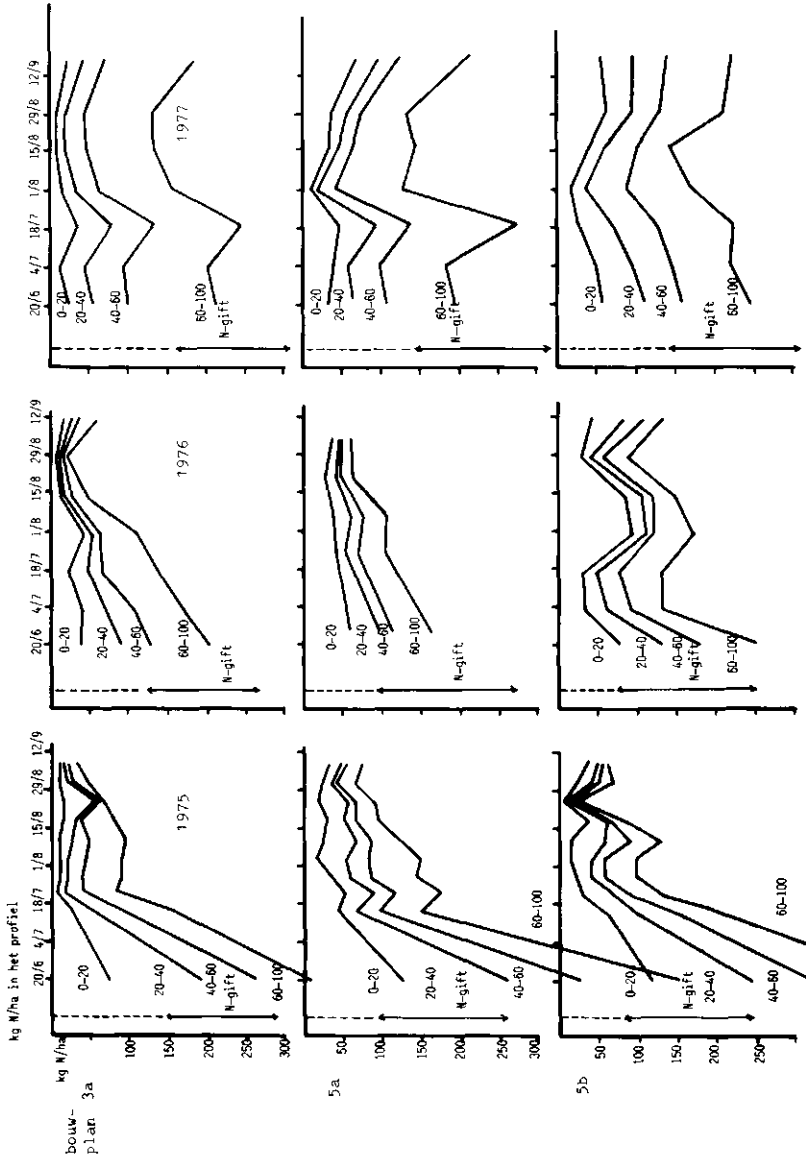
De knolopbrengsten per bouwplan hebben betrekking op de optimale N-gift, terwijl de kali- en fosfaatvoorziening in alle bouwplannen voldoende ruim is. Opbrengstdepressies door tekorten aan deze voedingselementen hoeven daarom niet te worden gevreesd. Ook tekorten aan sporenelementen doen zich niet voor.

In de jaren 1975-1977 is door periodieke grond- en gewasanalyse in de aardappelen van de rotaties 3a, 4a, 5a en 5b het verloop nagegaan van de totale drogestof-productie, de N-, P- en K-opname tijdens het groeiseizoen en de veranderingen van N-mineraal in het profiel (Albers, 1976); (bijlagen 27 en 28).

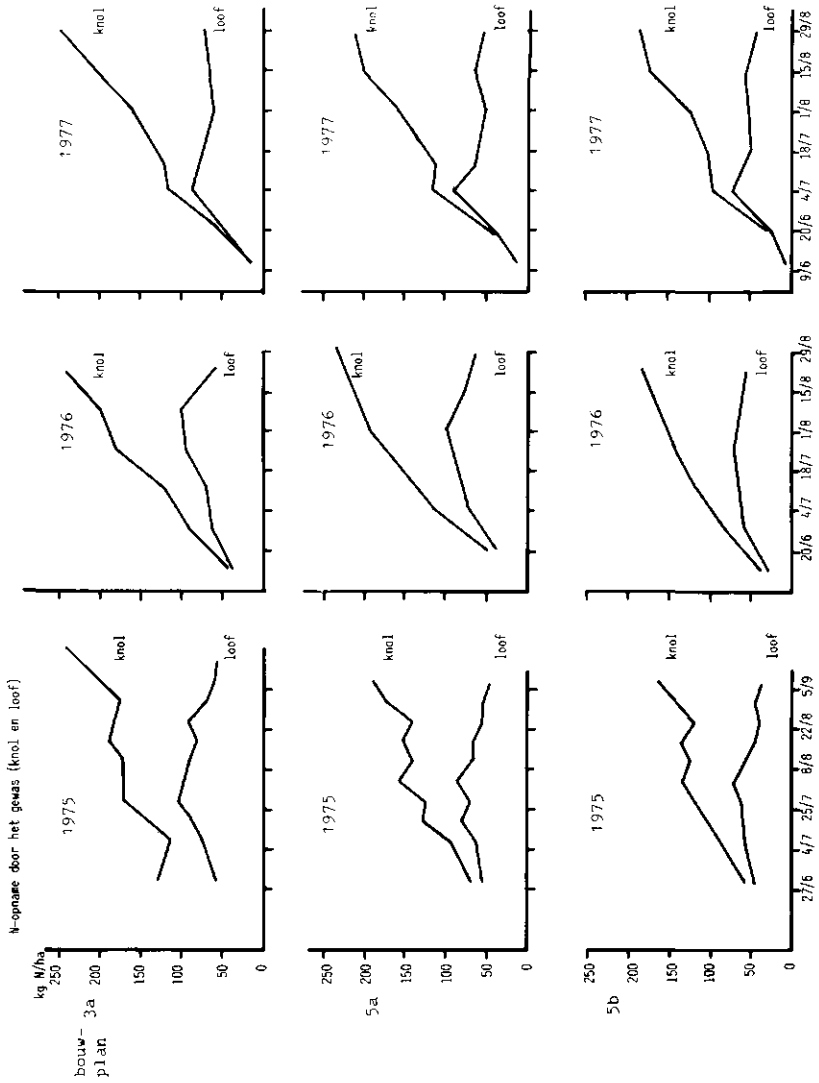
Tabel 22 laat de resultaten van dit onderzoek voor het jaar 1975 zien, waarbij de gemeten waarden van de bouwplannen 4a, 5a en 5b zijn gerelateerd aan die van bouwplan 3a.

Het niveau van de totale drogestof-productie is voor elk van deze vier bouwplannen duidelijk verschillend: 3a > 4a > 5a > 5b. Hetzelfde geldt voor de N-opname (en de K-opname, die in deze tabel niet is vermeld). Bij de relatieve P-opname valt de duidelijk geïsoleerde ligging van bouwplan 5b op.

Figuur 16. Verloop van de hoeveelheid stikstof (kg N/ha) in het profiel gedurende het groeiseizoen van de jaren 1975, 1976 en 1977. Amount of nitrogen (kg/ha) in the soil during the growing seasons 1975, 1976 and 1977.



Figuur 17. De totaal opgenomen hoeveelheid stikstof (kg N/ha) door het gewas op de bouwplannen 3a, 5a en 5b in 1975, 1976 en 1977. The total uptake of nitrogen (kg N/ha) by the crops in the Rotations 3a, 5a and 5b, 1975-1977.



Tabel 22. De relatieve drogestof-productie, N-opname en P-opname in 1975 (3a = 100).

bouwplan	droge stof	N-opname	P-opname
3a	100	100	100
4a	92	95	90
4b	85	90	85
5a	83	85	77
5b	75	70	<u>55</u>

rotation dry matter uptake N uptake P
 Table 22. Dry-matter production and uptake of nitrogen and phosphate in 1975 in the Rotations 4a, 4b, 5a and 5b, related to Rotation 3a (= 100%).

Hoewel er in bouwplan 5b minstens evenveel bodemfosfaat beschikbaar is als in de minder aardappel-intensieve bouwplannen 3a en 4a (tabel 7, pag. 12), wordt in 5b de fosfaatopname kennelijk bemoeilijkt. Dit kan het gevolg zijn van een bij dit object waargenomen beschadiging en bruinkleuring van de wortel in de zone, waarin het (betrekkelijk immobiele) bodemfosfaat vooral voorkomt in de bouwvoor. Hierop wordt onder 6.2.4.3. nader ingegaan.

Figuur 16 geeft voor de bouwplannen 3a, 5a en 5b het verloop weer van de voorraad N-mineraal in het profiel tijdens het groeiseizoen van de jaren 1975, 1976 en 1977 vanaf de uitgangstoestand in het voorjaar. Naast een jaarafhankelijk verloop van de voorraad N-mineraal in het profiel tijdens het groeiseizoen blijkt hiervan het uiteindelijke restant in de laag 0-60 cm-mv op bouwplanafhankelijke wijze (N-min 3a<5a<5b) samen te hangen met het niveau van de knolproductie, wat overeenkomt met de stikstofonttrekking door het gewas in figuur 17 (N-onttrekking 3a>5a>5b) (Luitjens, 1976).

In het kort: De opname van stikstof, fosfaat en kali tijdens het groeiseizoen van de aardappelen verloopt bij de bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b in evenredigheid met de totale drogestof-productie, behalve bij bouwplan 5b, waarin de fosfaatopname uitzonderlijk laag is. De opbrengstverschillen kunnen in het algemeen daarom niet worden toegeschreven aan bodemchemische factoren.

6.2.4. Biologische factoren in de bodem

6.2.4.1. Inleiding

In het voorgaande is voor de verschillende bouwplannen slechts een geringe invloed van de fysische en chemische bodemvruchtbaarheid op de opbrengstverschillen gevonden. Daarom moeten in de grond andere factoren een rol spelen bij het tot stand komen van de bij aardappelen gesignaleerde aanzienlijke opbrengstverschillen bij de diverse teeltfrequenties en voorvruchten.

In dit hoofdstuk zal de invloed van de diverse biologische factoren, zoals onderzocht in deze proef, worden behandeld.

6.2.4.2. Bekende ziekten en plagen

1. De invloed van Rhizoctonia solani en Streptomyces

Tot het bodemleven behoren onder meer de algemeen voorkomende schimmelsoorten Rhizoctonia solani (lakschurft) en Streptomyces (schurft).

Beide kunnen een aardappelgewas aantasten, maar het is nog niet geheel duidelijk hoe deze schimmelziekten zich gedragen in uiteenlopende rotaties en in hoeverre ze de knolopbrengst kunnen beïnvloeden. Omdat binnen één jaar de aantastingsgraad van het gewas door Rhizoctonia, onder invloed van antagonisten, volgens een golfbeweging kan verlopen, is de sclerotienbezetting van de knollen geen volledige maatstaf voor de eventueel opgetreden schade aan het aardappelgewas. Daarom moet de gewasaantasting tijdens het groeiseizoen bekend zijn (Langerak, 1978). In de jaren 1974-1977 is van enkele bouwplannen tijdens periodieke rooiingen daarom de stengelaantasting door Rhizoctonia bepaald, waarvan tabel 23 een overzicht geeft (bijlagen 8, 13, 17, 23).

Tabel 23. Gemiddeld percentage door Rhizoctonia aangetaste stengels per bouwplan, tijdens het groeiseizoen in de jaren 1974, 1975, 1976 en 1977.

bouwplan	frequentie aardappelteelt	gemiddelde stengelaantasting (%) gedurende het groeiseizoen			
		1974	1975	1976	1977
2a	1/6	13	7	48	75
3a	1/6	19	14	3	77
6c	1/6	-	-	56	77
4a	1/4	40	34	28	88
3c	1/3	90	40	54	100
5a	1/3	82	23	19	94
5b	1/3	<u>56</u>	<u>7</u>	<u>18</u>	<u>94</u>

rotation frequency of percentage of affected stems during the growing season
potato crop

Table 23. Percentage stems affected by Rhizoctonia solani during the growing season for the period 1974-1977.

In de jaren 1974, 1975 en 1977 is er sprake van een min of meer duidelijke positieve correlatie tussen Rhizoctonia-aantasting en teeltfrequentie, maar in 1976 ontbreekt dit verband. Hoe de verschillen in gewasaantasting ook uitvallen, de relatieve opbrengstverschillen tussen de bouwplannen blijven dezelfde. Opvallend is verder dat binnen de 1 op 3-rotaties steeds bouwplan 5b een relatief laag aantastingspercentage heeft.

Van Rhizoctonia is bekend dat deze door een gewas aardappelen kan worden opgeroepen en dat ze zich een zekere tijd in de grond in stand kan houden. Aardappelopslagplanten kunnen het uitziekingsproces van de grond vertragen.

In 1975 is in de bouwplannen 2a en 3c vergelijkenderwijs een grondbehandeling met quintozeen (PCNB) uitgevoerd. Quintozeen bestrijdt onder meer Rhizoctonia en schurft. De resultaten zijn weergegeven in tabel 24.

Uit de in tabel 24 vermelde gegevens kan het volgende worden afgeleid:

- een grondbehandeling met quintozeen heeft zowel in 2a als in 3c een fytoxisch effect op de knolopbrengst;
- quintozeen heeft het bestaande opbrengstverschil tussen de bouwplannen 2a en 3c niet kunnen verkleinen, hoewel de behandeling wel leidde tot minder Rhizoctonia en pokschorft en bij 3c vooral tot minder netschorft;

- het meer of minder met quintozeen bestrijden van schurft en Rhizoctonia (en mogelijk andere pathogene schimmels) levert dus geen bijdrage aan het wegwerken van de opbrengstverschillen tussen deze bouwplannen.

Tabel 24. Invloed van een grondbehandeling met quintozeen op de opbrengst en op de aantasting door Rhizoctonia en schurft.

bouwplan	object	aantasting door Rhizoctonia *	aantasting door		relatieve knol-opbrengst (%)
			pokschorft**	netschorft**	
2a	onbehandeld	9	2,5	2,3	100
3c	onbehandeld	26	3,3	10,5	93
2a	quintozeen	2	1,3	0,7	100
3c	quintozeen	7	2,8	2,3	90

rotation	treatment	affected by Rhizoctonia *	affected by		relative tuber yield (%)
			common scab**	grassland scab**	

Table 24. Influence of soil treatment with quintozeen on yield and on infection by Rhizoctonia and scab.

* gemiddeld percentage stengels met mycelium, gedurende het groeiseizoen
average percentage of stems with mycelium during the growing season

** oppervlakte knollen bezet met pokschorft, respectievelijk netschorft
percentage of tuber surface covered with common scab and grassland scab, respectively.

Om een indicatie van de betekenis van netschorft-aantasting te krijgen werd in 1975 in de bouwplannen 2a en 3c naast het ras Bintje vergelijkenderwijs het netschorft-ongevoelige ras Eigenheimer verbouwd. In tabel 25 is een overzicht van de opbrengsten en waarnemingsresultaten gegeven.

Tabel 25. Relatieve knalopbrengst en aantasting door Rhizoctonia, pok- en netschorft in de bouwplannen 2a en 3c bij de rassen Bintje en Eigenheimer.

bouwplan	ras	aantasting door Rhizoctonia *	aantasting door		relatieve knalopbrengst (%)
			pokschorft**	netschorft**	
2a	Bintje	8	3,1	2,7	100
3c	Bintje	45	3,7	10,5	93
2a	Eigenheimer	12	3,6	0,0	100
3c	Eigenheimer	45	5,3	0,0	91

rotation	cultivar	affected by Rhizoctonia *	affected by		relative tuber yield (%)
			common scab**	grassland scab**	

Table 24. Relative tuber yield and infestation with Rhizoctonia, common scab and grassland scab in the Rotations 2a and 3c for the cultivars Bintje and Eigenheimer.

* gemiddeld percentage stengels met mycelium, gedurende het groeiseizoen
average percentage of stems with mycelium during the growing season

** oppervlakte knollen bezet met pokschorft, respectievelijk netschorft
percentage of tuber surface covered with common scab and grassland scab, respectively.

Uit de gegevens van tabel 25 blijkt dat de ontbrekende aantasting van netschurft bij het ras Eigenheimer de knolopbrengst van de bouwplannen 2a en 3c niet dichter bij elkaar brengt.

2. De invloed van planteparasitaire aaltjes

Aardappelcysteaaltjes komen in de bouwplannenproef niet in aantoonbare mate voor.

De vrijlevende planteparasitaire wortelaaltjes *Pratylenchus neglectus* en *Pratylenchus* spp. zijn daarentegen duidelijk aanwezig (tabellen 10 en 11, pag. 17 en 18), maar deze schaden voor zover bekend de aardappelopbrengst niet.

6.2.4.3. Biologische factoren van onbekende aard

Bij de Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde van de Landbouwhogeschool is in een potproef onder geconditioneerde omstandigheden nagegaan in hoeverre in het bodemleven een oorzaak kan liggen voor de opbrengstdepressie bij consumptie-aardappelen van het bouwplan 5b en wat daarbij de rol is van suikerbieten als directe voorvrucht van de aardappelen (Bosselaar, 1977). Daarbij zijn de bouwplannen 1 en 3d gebruikt als referentie-rotaties. Tabel 26 geeft een overzicht van de bouwplanvarianten.

Tabel 26. Frequentie van aardappelen en suikerbieten in de bouwplannen 1, 3d en 5b met de voorafgaande vruchtopvolging.

bouw- plan	frequentie aardappelen	frequentie suikerbieten	vruchtopvolging			
			1974	1975	1976	1977 (potproef)
1	0	0	vlas flax	- graszaad ⁺ grass seed ⁺	- koolzaad rape	- aardappelen potatoes
3d	0	1/3	zomergerst - spring barley	graszaad ⁺ grass seed ⁺	- suikerbieten sugar-beet	- aardappelen potatoes
5b	1/3	1/3	aardappelen- potatoes	graszaad ⁺ grass seed ⁺	- suikerbieten sugar-beet	- aardappelen potatoes
rota- tion	frequency potatoes	frequency sugar-beet	1974	1975	1976	1977 (pot trial)
			crop sequence			

Tabel 26. Frequency of potatoes and sugar-beet in the Rotations 1, 3d and 5b, together with preceding crop sequence.

+ aansluitend grasgroenbemester/ followed by grass green manure

Vergelijking van 5b en 3d geeft een puur frequentie-effect voor aardappelen en vergelijking van 3d en 1 een gestrengeld frequentie- en voorvruchteffect van suikerbieten op aardappelen (in bouwplan 1 hebben namelijk nog nooit aardappelen en nog nooit suikerbieten gestaan).

Op de uit deze drie bouwplannen afkomstige grond werden naast een onbehandeld object twee grondbehandelingen toegepast:

- thermische ontsmetting (verhitting tot 100 °C gedurende één uur, deze behandeling is verder aangeduid met stomen);
- chemische ontsmetting met methylbromide.

Beide behandelingen beogen het doden van het bodemleven, alhoewel een gedeelte van de sporenvormende bacteriën en schimmels in leven blijft. Bij het stomen treedt vervluchtiging op van bepaalde organische derivaten met een korte koolstofketen.

De oorspronkelijk op het oog ongelijke bodemstructuur van de objecten werd vóór het vullen van de potten door grondbewerkingen vereffend. Uit de in figuur 18 weergegeven uitkomsten van deze proef blijkt het volgende:

- de opbrengstdepressie van 5b is bij het object 'onbehandeld' duidelijk, evenals onder veldomstandigheden;
- zowel door stomen als door de chemische behandeling van de grond wordt deze opbrengstdepressie opgeheven;
- het niveau van de knolopbrengst in de twee andere bouwplansituaties stijgt door beide behandelingen.

Voorts is uit dit onderzoek gebleken:

- de opbrengstverschillen kwamen vooral tot stand in de latere groeistadia;
- het bij de eind oogst kenmerkende bruine, broze, geknikte wortelstelsel met weinig wortelharen van de 5b-planten was na behandeling van de grond met stoom of methylbromide niet meer waar te nemen;
- bij het object 5b - onbehandeld blijft de fosfaatopname enigszins achter bij de drogestof-productie en de stikstof- en kaliopname;
- er kwam na het stomen of na de methylbromidebehandeling van de grond bij rotatie 5b duidelijk meer mangaan vrij dan bij de andere twee rotaties. Hieraan kan de volgende beschouwing worden ontleend:

- zowel door stomen als door een behandeling met methylbromide worden kenmerkend de specifieke 5b-depressiefactoren teniet gedaan en komt verder voor alle bouwplansituaties een gunstiger groeimilieu tot stand;
- genoemde depressiefactoren leiden tot verkleining en beschadiging van het wortelstelsel, waardoor de fosfaatopname stagneert en de opbrengst achterblijft;
- de depressiefactoren komen tot stand onder invloed van een frequent herhaalde teelt van aardappelen in de vruchtopvolging bieten-aardappelen;
- de depressiefactoren lijken van biologische oorsprong te zijn. Of de teelt van suikerbieten in dezelfde rotaties evenwel hierbij een rol speelt valt uit dit onderzoek niet af te leiden.

6.2.4.4. Invloeden van allelopathische aard

Naast fysische, chemische en biologische effecten is het mogelijk dat de oorzaak van de opbrengstdepressie in bouwplan 5b gezocht moet worden in allelopathische richting.

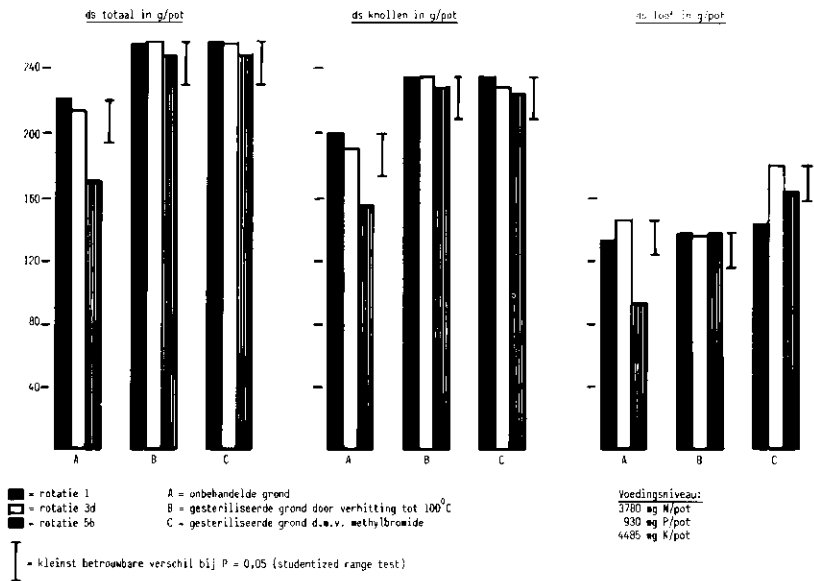
De invloed van het bietenloof

Omdat in de 5b-situatie de aardappelen na bieten volgen is de invloed van ingewerkt bietenloof in 1977 en 1978 onderzocht. Dit is gedaan in een vruchtopvolgingssituatie, waarbij er geen sprake is van frequent verbouwen van suikerbieten en aardappelen zoals in bouwplan 5b. Dit onderzoek is uitgevoerd op percelen van het PAGV te Lelystad.

Varianten:

in 1977: 25 en 110 ton/ha bietenkoppen en -blad bij 100, 200 en 300 kg N/ha; in 1978: 5, 75 en 150 ton/ha bietenkoppen en -blad bij 0, 150 en 300 kg N/ha.

Figuur 18. Invloed van de thermische en chemische grondontsmetting in drie bouwplansituaties op de ds-opbrengst bij aardappelen.
Effect of soil sterilization (by heat or chemicals) on dry-matter production of potatoes in the Rotations 1, 3d, and 5b.



Beide proeven zijn uitgevoerd in drie herhalingen. In tabel 27 worden de uitkomsten weergegeven.

In beide jaren is geen interactie gevonden tussen bietenblad en stikstofgift. Aan de hand van de opbrengstgegevens uit tabel 27 kan worden opgemerkt, dat een toenemende hoeveelheid bietenblad gunstig werkt op een volgend gewas aardappelen.

Tabel 27. Knolopbrengst in kg per 24 planten in 1977 en 1978 bij twee respectievelijk drie hoeveelheden ingewerkt bietenloof en drie stikstofgiften.

	100 N	200 N	300 N	gemiddeld
<u>1977</u>				
25 ton/ha bietenloof	27,8	31,7	33,6	<u>31,0</u>
25 tonnes/ha sugar-beet tops				
110 ton/ha bietenloof	34,7	37,0	36,3	<u>36,0</u>
110 tonnes/ha sugar-beet tops				
gemiddeld/average	31,3	34,3	35,0	
	<u>0 N</u>	<u>150 N</u>	<u>300 N</u>	<u>gemiddeld</u>
<u>1978</u>				
5 ton/ha bietenloof	20,8	31,6	33,5	<u>28,6</u>
5 tonnes/ha sugar-beet tops				
75 ton/ha bietenloof	25,7	35,5	35,3	<u>32,1</u>
75 tonnes/ha sugar-beet tops				
150 ton/ha bietenloof	30,9	37,0	38,8	<u>35,6</u>
150 tonnes/ha sugar-beet tops				
gemiddeld/average	25,8	34,7	35,8	
				<u>average</u>

Tabel 27. Tuber yield in kilograms/24 plants for 3 amounts of sugar-beet tops incorporated in the soil and at 3 nitrogen levels; 1977 and 1978.

Naast genoemd onderzoek is ook in de bouwplannenproef zelf het effect van bietenkoppen en -blad op aardappelen onderzocht. Zo zijn in 1976 en 1977 in de bouwplannen 5a en 5b verschillende hoeveelheden bietenloof toegevend in het (na)jaar voorafgaande aan de teelt van aardappelen. In bouwplan 5a (suikerbieten-zomergerst⁺-aardappelen) zijn in de grasgroenbemester na zomergerst veldjes aangelegd zonder bietenloof en met 100 ton bietenloof per ha. In het bouwplan 5b (graszaad⁺-suikerbieten-aardappelen) zijn naast het praktijkobject (50 ton/ha bietenloof) veldjes aangelegd met 0 en 100 ton bietenloof/ha. De invloed van deze variabele giften bietenloof op aardappelen is bepaald bij de praktijkstikstofgift. Uit de stikstoftrappen kon naderhand worden vastgesteld dat deze praktijkstikstofgift voor deze beide jaren en deze drie bouwplannen de optimale stikstofgift zeer dicht benaderde. In tabel 28 worden de resultaten weergegeven.

Tabel 28. Invloed van diverse hoeveelheden bietenkoppen en -blad op de knolopbrengst van aardappelen in de bouwplannen 5a en 5b in 1976 en 1977.

bouwplan	hoeveelheid ingewerkt bietenloof in ton/ha	knolopbrengst vers			
		1976		1977	
		kg/are	relatief	kg/are	relatief
5a	0	454	100	494	100
	100	489	108	567	115
5b	0	422	100	421	100
	50	415	98	421	100
	100	411	97	438	104

rotation	amount of incorporated sugar-beet tops tonnes/ha	tuber yield			
		1976		1977	
		kg/100 m ²	relative (%)	kg/100 m ²	relative (%)

Table 28. Effect of application of sugar-beet tops on tuber yield in Rotations 5a and 5b; 1976 and 1977.

De uitkomsten van deze proeven met toepassing van bietenloof leiden tot de volgende conclusies:

- bietenloof werkt gunstig op een volgend gewas aardappelen wanneer suikerbieten en aardappelen in deze opeenvolging beide in een ruime rotatie worden verbouwd;
- hetzelfde geldt wanneer aardappelen en suikerbieten beide om de drie jaar worden geteeld en de aardappelen niet direct op suikerbieten volgen (bouwplan 5a);
- in bouwplan 5b, waarin de aardappelen wel direct na suikerbieten volgen, ontbreekt echter dit positieve effect van bietenloof;
- uit deze proeven kan worden vastgesteld dat ingewerkt bietenloof geen negatief allelopathisch effect heeft op de aardappelopbrengst. Eventuele allelopathische effecten van uitscheidingsprodukten van de bietenwortels kunnen niet worden uitgesloten.

2. Laboratoriumonderzoek

Ook op het CABO is gezocht naar de oorzaak van de opbrengstdepressie in bouwplan 5b, waarbij de aardappelen direct volgen op de suikerbieten. Daarbij is veel aandacht besteed aan de mogelijkheid dat uit de oogstresten van suikerbieten stoffen ontstaan die in de grond achterblijven en daar in het volgende seizoen nadelig inwerken op de ontwikkeling van het aardappelgewas (Heringa, 1975).

Uit laboratoriumonderzoek bleek dat een waterig extract van suikerbietenloof (bladeren en bietenkoppen) de kieming en eerste wortelvorming van vlas en de ontwikkeling van aardappelwortels nadelig beïnvloedde. Uit dergelijke extracten konden verschillende fenolzuren worden geïsoleerd. Van een aantal van deze stoffen kon een nadelige werking, zoals door de literatuur vermeld, worden bevestigd (Biochemical, 1971; Wang, 1966). De hoeveelheden van deze fenolzuren die in de extracten konden worden aangetoond, werden echter te klein geacht om voor de schadelijke werking verantwoordelijk gesteld te kunnen worden. Alleen abscissinezuur, waarvan in de literatuur bekend is dat het in kleine concentraties sterk remmend werkt op verschillende plantaardige processen, is in de extracten in voldoende mate gevonden om daaraan een deel van de schadelijke werking te kunnen toeschrijven (Lynch, 1978).

Daarnaast zijn in de extracten stoffen gevonden als butaandiol, boterzuur en azijnzuur, die volgens CABO-onderzoek de schadelijke werking van abscissinezuur versterken.

De aanwezigheid van laatstgenoemde stoffen, die eindprodukten van microbiologische afbraak van organische stoffen zijn, leidde tot de hypothese dat afbraakprocessen in de grond een belangrijke rol spelen bij het ontstaan van de genoemde opbrengstdepressie.

Gedurende enkele seizoenen is de ontwikkeling van de aardappelwortels in de rotaties 3a en 5b onderzocht om na te gaan waar en wanneer de eerste symptomen van de nadelige invloed van de voorvrucht suikerbieten op de wortels van aardappelen kunnen worden waargenomen.

Naast het onderzoek in bodemprofielkuilen op de Stiboka (pag. 44) zijn in enkele groeiseizoenen wekelijks acht grondmonsters bij aardappelplanten genomen in de rotaties 3a en 5b. De aardappelwortels uit deze monsters werden in verdund oxaalzuur uitgespoeld, waarna de totale hoeveelheid wortels per monster werd gefotografeerd en gewogen. Van de foto's is op de Stiboka door middel van beeldanalyse ('Quantimet') de lengte van de wortels gemeten. Vooral in bouwplan 5b zijn in de laag van 10-20 cm-mv verkleurde, ingedroogde en afgebroken wortels gevonden (figuur 19); in het algemeen waren de wortels uit 5b ook bruiner dan de wortels uit 3a (Heringa e.a., 1980).

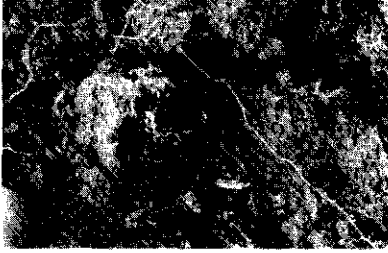
Uit de metingen van gewicht en lengte van de wortels blijkt dat de aardappelen in bouwplan 3a al in een vroeg stadium meer wortels hadden gevormd dan in 5b, althans in de wat diepere lagen (figuur 20). In de bovenlaag daarentegen bleek dat een aanvankelijke voorsprong van 3a op 5b al gauw werd ingehaald, waarna juist in 5b meer wortelmassa aanwezig bleek. Vergelijking van wortellengtes en wortelgewichten bij beide bouwplannen toont aan dat de wortels van 5b kennelijk grover zijn.

In de buurt van de bruine en afgestorven wortels onder in de bouwvoor van bouwplan 5b werden vaak resten van de voorvrucht suikerbieten gevonden. Tevens werd daar een blauwachtige verkleuring van de grond aangetroffen. In het laboratorium kon een dergelijke blauwkleuring van de grond in enkele dagen worden opgewekt door de grond te verzadigen met water waaraan wat bietenblad of suiker was toegevoegd. Deze blauwkleuring bleek het gevolg van een reductie van in de grond aanwezige ijzerverbindingen (van ferri tot ferro) onder invloed van actief microbiologisch leven bij aanwezigheid van gemakkelijk afbreekbare organische stof. Deze reductie van ijzer treedt op als er (door waterverzadiging) onvoldoende zuurstof in de grond aanwezig is. Eerst wordt het aanwezige nitraat gereduceerd en als het nitraat en het nitriet verdwenen zijn, volgt de reductie van mangaan en ijzer (Turner, 1968; Pounamperuma, 1967). Deze processen kunnen snel verlopen en gaan gepaard met een snelle daling van de redoxpotentiaal *) (Kemmeren, 1980).

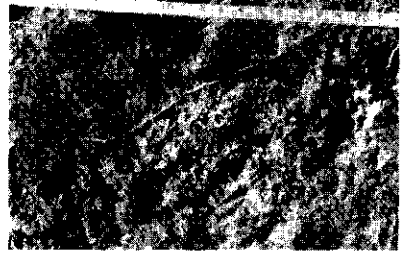
Het is duidelijk dat de anaerobe toestand, die aanleiding geeft tot de gereduceerde blauwe grond en o.a. samengaat met zuurstofgebrek, CO₂-opbouw en tijdelijke vorming van nitriet, nadelig kan zijn voor de ontwikkeling van plantewortels.

*) De redoxpotentiaal in de grond geeft een maat voor de aanwezigheid van oxyderende en reducerende stoffen in het bodemvocht.

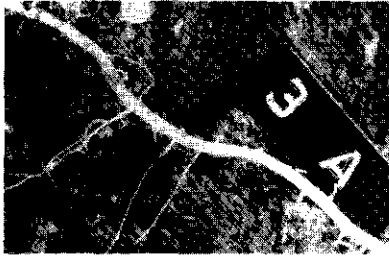
Figuur 19. Wortelkwaliteit van de bouwplannen 3a (links) en 5b (rechts).
Quality of the potato roots in Rotations 3a (left) and 5b (right).



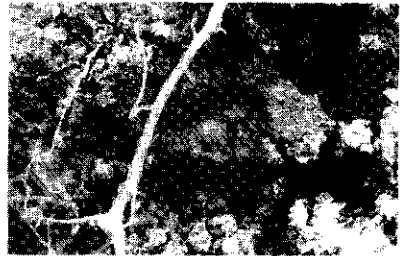
R43 - 141



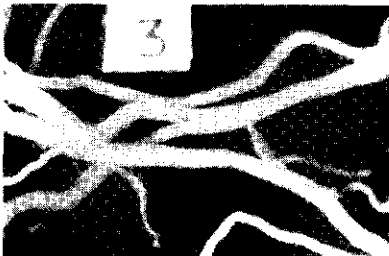
R43 - 140



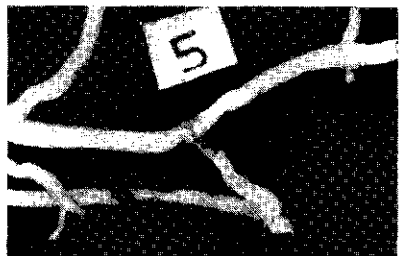
R43 - 142



R43 - 139



R43 - 138

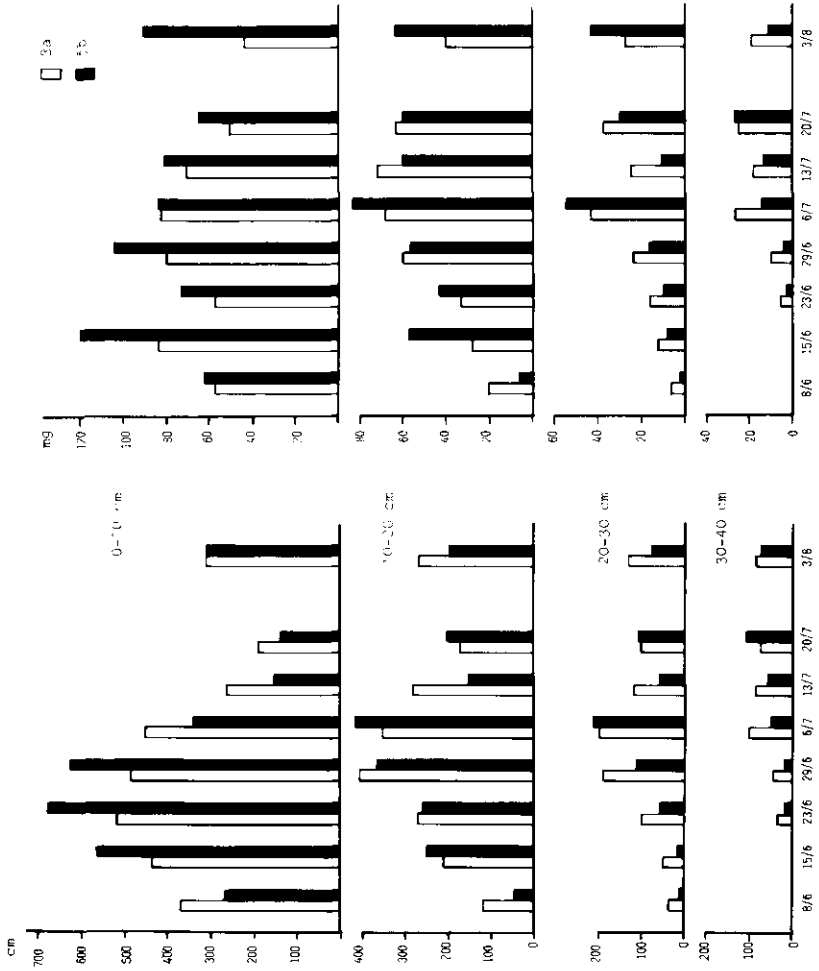


R43 - 143

Oplname CABO: aug. 1977

Figuur 20. Het verloop van lengte (links) en gewicht (rechts van uit grondmonsters (7 cm ϕ en 10 cm diep) verzamelde aardappelwortels tijdens het groeiseizoen (1977) uit de bouwplannen 3a en 5b.

Development of potato roots in length and weight during the 1977 growing season in the Rotations 3a and 5b. Roots collected from samples with diameter of 7 cm and depth of 10 cm taken from different layers.



Tabel 29. Aantallen aardappelopslagplanten per ha (x 1000; telling eind mei) per bouwplan in de jaren volgend op een aardappelgewas. De vermelde aantallen opslagplanten hebben betrekking op het gemiddelde van drie jaren.

gewas 1969, resp. 1970, resp. 1971	gewas 1970, resp. 1971, resp. 1972	gewas 1971, resp. 1972, resp. 1973	gewas 1972, resp. 1973, resp. 1974	gewas 1973, resp. 1974, resp. 1975	gewas 1974, resp. 1975, resp. 1976	gewas 1975, resp. 1976, resp. 1977	bouwplan
aardappelen potatoes	zomergerst spring barley	37 erwten peas	3 wintertarwe sp* winter wheat	vlas flax	sp graszaad* grass seed*	sp aardappelen potatoes	2a
aardappelen potatoes	wintertarwe winter wheat	18 vlas* flax*	1 suikerbieten sugar-beet	4 zomergerst spring barley	1 erwten* peas*	sp aardappelen potatoes	3a
			aardappelen potatoes	zomergerst spring barley	48 luzerne lucerne	sp aardappelen potatoes	3b
			aardappelen potatoes	zomergerst spring barley	54 graszaad* grass seed*	9 aardappelen potatoes	3c
		aardappelen potatoes	wintertarwe* winter wheat*	24 suikerbieten sugar-beet	6 zomergerst* spring barley*	1 aardappelen potatoes	4a
		aardappelen potatoes	graszaad* grass seed*	21 suikerbieten sugar-beet	3 zomergerst* spring barley*	sp aardappelen potatoes	4b
		aardappelen potatoes	aardappelen potatoes	zomergerst spring barley	70 zomergerst* spring barley*	1 aardappelen potatoes	5a
		aardappelen potatoes	aardappelen potatoes	graszaad* grass seed*	9 suikerbieten sugar-beet	4 aardappelen potatoes	5b
aardappelen potatoes	suikerbieten sugar-beet	54 erwten* peas*	10 haverv oats	1 zomergerst spring barley	1 kunstweide ley	sp aardappelen potatoes	6a
aardappelen potatoes	suikerbieten sugar-beet	59 erwten* peas*	6 zomergerst spring barley	4 kunstweide ley	1 kunstweide ley	sp aardappelen potatoes	6b
aardappelen potatoes	suikerbieten sugar-beet	58 zomergerst spring barley	6 kunstweide ley	1 kunstweide ley	sp kunstweide ley	sp aardappelen potatoes	6c
crop 1969, 1970 and 1971	crop 1970, 1971 and 1972	crop 1971, 1972 and 1973	crop 1972, 1973 and 1974	crop 1973, 1974 and 1975	crop 1974, 1975 and 1976	crop 1975, 1976 and 1977	rotation

Table 29. Number of volunteer potato plants (x 1000 per ha) in the crops following potatoes; values are averaged over the 3 years stated.

* sp = minder dan 500 opslagplanten per ha/less than 500 volunteer potato plants per ha

6.2.4.5. De invloed van aardappelopslagplanten

De frequentie-afhankelijke schadelijke factoren zullen door aardappelopslagplanten worden versterkt, waarschijnlijk afhankelijk van de mate waarin opslag in de bouwplannen voorkomt.

Tabel 29 geeft een overzicht van de aantallen opslagplanten per bouwplan in het interval tussen twee opeenvolgende keren dat aardappelen worden geteeld. De aantallen hebben betrekking op de percelen met aardappelen in de jaren 1975, 1976 en 1977. De tabel kan een beeld geven van de overblijvingskansen van de schadelijke invloed in de grond via de aardappelopslagplanten in de voorafgaande gewassen.

Weliswaar hebben de (weinig omvangrijke) aardappelopslagplanten meestal een kort leven doordat ze worden weggeschoffeld (in bieten) of door gewasconcurrentie wegwijnen (in granen), maar in een grasgroenbemester kunnen ze vrij lange tijd gedijen.

Uit tabel 29 blijkt eveneens dat de opslagplanten vooral voorkomen in de eerste twee jaar na een aardappelgewas, maar dat ze in rotaties met 1/6 aardappelen zelfs stand weten te houden totdat er opnieuw aardappelen worden geteeld.

6.2.5. De oorzaken van de opbrengstverschillen bij aardappelen in het kort

Wat opbrengstverschillen bij aardappelen betreft als gevolg van frequentie- en voorvruchteffecten kan het volgende worden gesteld:

- *bodemfysische factoren kunnen slechts een klein deel van de opbrengstverschillen veroorzaken;*
- *bodemchemische factoren zijn niet van toepassing omdat de voorziening met voedingselementen voldoende ruim is;*
- *biologische factoren gelden in hoofdzaak als oorzaak van de opbrengstverschillen*

- . *de invloed van *Rhizoctonia solani* en *Streptomyces* moet gering worden geacht*

- . *er is geen sprake van invloed van planteparasitaire aaltjes*

- . *in bouwplan 5b is er naast opbrengstdepressie samengaand met de teeltfrequentie sprake van extra opbrengstderving, waarschijnlijk als gevolg van het onder invloed van het bodemleven ontstaan van giftige stoffen in de bodem*

- . *zowel door een thermische als door een chemische grondontsmetting worden de opbrengstdepressies geheel opgeheven, evenals de necrotische verschijnselen aan het wortelstelsel die met de opbrengstdepressies gepaard gaan*

- . *toediening van bietenloof blijkt in het algemeen gunstig te werken op een volgend gewas aardappelen, behalve in bouwplan 5b*

- . *de schadelijke factoren kunnen door het voorkomen van aardappelopslagplanten worden versterkt.*

7. Reactie van suikerbieten op teeltfrequentie en voorvrucht

7.1. Opbrengst en kwaliteit

7.1.1. Algemeen

Suikerbieten komen in tien bouwplannen voor. In vijf gevallen is de teeltfrequentie een maal per zes jaar, in twee een maal per vier jaar en in drie gevallen een maal per drie jaar. Tevens variëren het totale aandeel rooivruchten en de voorvrucht. Suikerbieten komen vier maal voor na graszaad of aardappelen en één keer na vlas of wintertarwe. Aansluitend aan de voorvruchten vlas en wintertarwe volgt een stoppelklaver, respectievelijk grasgroenbemesting. De voorvrucht graszaad (Italiaans raaigras) wordt eveneens gevolgd door een grasgroenbemesting, die na het frezen van de stoppel uit het zaadverlies tot stand komt.

Tabel 30. De bouwplannen waarin suikerbieten voorkomen.

bouwplan	vruchtopvolgving	frequentie suikerbieten	frequentie rooivruchten
2b	z.gerst ⁺ -erwten-w.tarwe-vlas-graszaad ⁺ -suikerbieten spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax-grass seed ⁺ -sugar-beet	1/6	1/6
3a	z.gerst-erwten ⁺ -aardappelen-w.tarwe-vlas ⁺ -suikerbieten spring barley-peas ⁺ -potatoes-winter wheat-flax ⁺ -sugar-beet	1/6	2/6
3d	z.gerst-graszaad ⁺ -suikerbieten spring barley-grass seed ⁺ -sugar-beet	1/3	2/6
4a	z.gerst ⁺ -aardappelen-w.tarwe ⁺ -suikerbieten spring barley ⁺ -potatoes-winter wheat ⁺ -sugar-beet	1/4	3/6
4b	z.gerst ⁺ -aardappelen-graszaad ⁺ -suikerbieten spring barley ⁺ -potatoes-grass seed ⁺ -sugar-beet	1/4	3/6
5a	z.gerst ⁺ -aardappelen-suikerbieten spring barley ⁺ -potatoes-sugar-beet	1/3	4/6
5b	aardappelen-graszaad ⁺ -suikerbieten potatoes-grass seed ⁺ -sugar-beet	1/3	4/6
6a	erwten ⁺ -w.tarwe-kunstweide-aardappelen-suikerbieten peas ⁺ -winter wheat-ley-potatoes-sugar-beet	1/6	2/6
6b	erwten-w.tarwe-k.weide-k.weide-aardappelen-suikerbieten peas-winter wheat-ley-ley-potatoes-sugar-beet	1/6	2/6
6c	z.gerst-k.weide-k.weide-k.weide-aardappelen-suikerbieten spring barley-ley-ley-ley-potatoes-sugar-beet	1/6	2/6
	rotation crop sequence	proportion sugar-beet	proportion rootcrops

Table 30. Rotations with sugar-beet (see Annex 1)

Na de voorvrucht aardappelen wordt een niet-kerende grondbewerking uitgevoerd met de vastetandcultivator. De suikerbieten worden verbouwd volgens de in de praktijk gangbare teelttechnieken. In tabel 30 zijn de rotaties met suikerbieten weergegeven.

Onderzoek naar de reactie van suikerbieten op de teeltfrequentie is goed mogelijk bij de rotaties 2b, 4b en 5b, waarin de voorvrucht dezelfde is (graszaad) en de frequentie respectievelijk 1 op 6, 1 op 4 en 1 op 3.

Ook zijn de bouwplannen 5b en 3d goed vergelijkbaar, omdat in beide gevallen suikerbieten in een frequentie 1 op 3 na graszaad worden verbouwd, terwijl in bouwplan 5b tevens om de drie jaar aardappelen worden verbouwd en in rotatie 3d niet.

Verder is binnen alle drie toegepaste frequenties voorvruchtvergelijking mogelijk:

- de rotaties 4a en 4b zijn bij 1 op 4 suikerbieten vergelijkbaar voor de voorvruchten wintertarwe, respectievelijk graszaad, beide gevolgd door een grasgroenbemester;
- de rotaties 5a en 5b zijn bij een teeltfrequentie van 1 op 3 te vergelijken voor de respectievelijke voorvruchten aardappelen en graszaad met een grasgroenbemester;
- de 1 op 6 rotaties 6a, 6b en 6c met de voorvrucht aardappelen, rotatie 2b met graszaad + een grasgroenbemester en rotatie 3a met de vlas + klaver als voorvrucht, zijn als zodanig vergelijkbaar op voorvrucht.

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

Het gebruikte ras was tot in 1974 Zwaanpoly, daarna Monohil. De bieten worden midden oktober gerooid.

7.1.2. Opbrengsten

Van de suikerbieten zijn steeds de wortel- en loofopbrengsten, het tarrapercentage, het suikergehalte en sinds 1975 ook de sapzuiverheid bepaald. In tabel 31 zijn voor elk jaar de maximale suikeropbrengsten per bouwplan, zoals bepaald met behulp van stikstoftrappen, weergegeven.

Over de perioden 1965-1971, 1972-1974 en 1975-1977 zijn de suikeropbrengsten in de tabel gemiddeld en gerelateerd aan die van bouwplan 2b. De twee laatstgenoemde perioden hebben betrekking op achtereenvolgens de vierde en de vijfde cyclus van de driejarige bouwplannen.

Gerelateerd aan de zesjarige rotatie is de opbrengst van de driejarige rotatie 5b over de periode 1972-1977 slechts met 3% achtergebleven, evenals overigens die van de vierjarige rotatie 4b. Hieruit kan worden afgeleid dat de invloed van de teeltfrequentie op de suikeropbrengst klein is. De suikeropbrengsten van de bouwplannen 3d en 5b over de periode 1972-1977 verschillen hoegenaamd niet. Het wel of niet vóórkomen van aardappelen in het bouwplan heeft dus geen invloed op de opbrengst.

Uit tabel 31 valt af te leiden, dat over de periode 1965-1977 de gemiddelde suikeropbrengst van de rotaties 4a en 4b (beide 1/4 bieten) respectievelijk 11,5 en 11,4 ton heeft bedragen. Hieruit volgt dat de voorvruchtvoorwaarden van wintertarwe en graszaad (beide gevolgd door een grasgroenbemester) voor suikerbieten weinig van elkaar verschillen.

Eveneens door gelijke frequentie is er tussen de rotaties 5a en 5b voorvruchtvergelijking mogelijk. Over de jaren 1970-1976 heeft 5a (voorvrucht aardappelen) bijna elk jaar minder opgebracht dan 5b met de voorvrucht graszaad. In 1977 was er evenwel sprake van een duidelijk opbrengstverschil naar de andere kant. De meestal optredende opbrengstdepressie na aardappelen wordt bevestigd door de opbrengstniveaus van 6a, 6b en 6c (voorvrucht aardappelen) te vergelijken met die van 2b en 3a (respectievelijk voorvruchten graszaad en vlas).

Tabel 31. Maximale suikeropbrengst in ton/ha, per bouwplan (1965-1977)

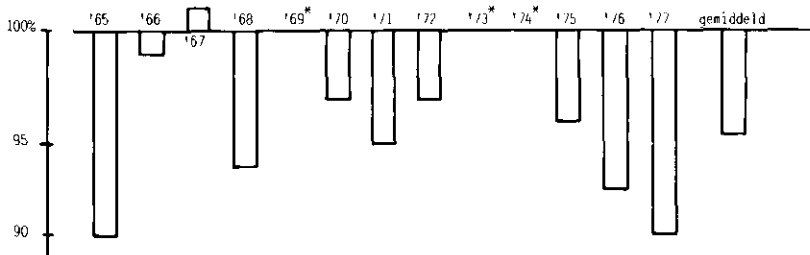
bouwplan	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
1965	11,0	10,5	10,3	11,0	11,0	11,4	11,3	9,4	9,4	10,0
1966	9,3	9,6	10,3	8,9	9,4	9,3	8,8	9,2	9,5	9,6
1967	12,2	12,4	11,8	12,2	12,9	12,4	13,0	12,6	12,2	12,4
1968	13,5	13,0	12,5	12,9	12,0	12,7	12,4	12,4	12,7	12,4
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	11,3	11,9	11,9	11,2	11,2	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
rel.gemiddelde 1965-'71 relative average'65-'71	100	101	100	99	99	99	99	96	96	97
1972	12,1	11,2	10,6	11,9	11,8	11,1	11,7	11,1	11,6	11,2
1973	12,5	12,6	12,0	12,6	12,1	12,0	12,5	-	-	-
1974	9,8	9,7	9,5	9,8	9,0	8,7	9,2	-	-	9,9
rel.gemiddelde 1972-'74 relative average'72-'74	100	97	95	100	96	92	97			
1975	10,0	10,0	10,0	9,8	9,8	10,1	10,1	9,5	9,7	9,6
1976	12,8	13,3	13,1	-	12,8	12,1	13,0	-	12,0	12,3
1977	13,3	12,9	12,7	12,6	12,9	12,8	12,0	12,0	11,9	11,9
rel.gemiddelde 1975-'77 relative average'75-'77	100	100	99		98	97	97		93	94
aandeel suikerbieten/ proportion sugar-beet	1/6	1/6	1/3	1/4	1/4	1/3	1/3	1/6	1/6	1/6
rotation	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c

Table 31. Maximum sugar yield (tonnes/ha) per rotation (1965-1977).

Omdat over de periode 1965-1977 de gemiddelde opbrengstniveaus van 2b en 3a met elkaar overeenstemmen, evenals die van 6a, 6b en 6c onderling, zijn deze twee groepen bouwplannen, alle met 1/6 suikerbieten, als zodanig vergelijkbaar. Figuur 21 geeft hiervan een overzicht.

Er is sprake van een gemiddeld opbrengstverschil van 5% ten nadele van de drie bouwplannen 6a, 6b en 6c met als voorvrucht aardappelen. Omdat de suikeropbrengsten van 6a, 6b en 6c over deze periode onderling gelijk waren, mag worden geconcludeerd dat het aandeel kunstweide in het bouwplan hierop niet van invloed is.

Figuur 21. Relatieve suikeropbrengst van 6a, 6b en 6c (gemiddeld) in verhouding tot 2b en 3a (= 100%) over de periode 1965-1977. Sugar yield in the Rotations 6a, 6b and 6c (average) relative to yields in Rotations 2b and 3a (= 100%), 1965-1977.



*) geen opbrengstvergelijking mogelijk

Daar nauwelijks verschillen in suikergehalte tussen de bouwplannen bij het optimale N-niveau zijn voorgekomen, kan worden geconcludeerd dat de genoemde opbrengstverschillen het gevolg zijn van verschillen in wortelopbrengst (bijlagen 29, 30 en 31).

Het effect op de suikeropbrengst van een grondontsmetting die sinds 1975 in de bouwplannen 5a en 5b na aardappelen is uitgevoerd (metam-natrium), is in de jaren 1976 en 1977 wisselend geweest.

7.1.3. Kwaliteit

In de meest opbrengende bouwplannen was het tarrapercentage iets lager dan in de bouwplannen met de laagste opbrengsten. In deze laatste bouwplannen was de takkigheid van de bieten iets sterker (bijlagen 29, 30, 31).

Van een verschil in verwerkingskwaliteit van de bieten op grond van de alkaliteit, sapzuiverheid en percentage winbare suiker was geen sprake (bijlage 32).

7.2. Mogelijke oorzaken van opbrengstverschillen

De opbrengstverschillen beperken zich tot een bij herhaling optredend negatief voorvruchteffect van aardappelen. Mogelijke oorzaken hiervan zijn de invloed van aardappelopslagplanten in de bieten en minder gunstige milieufactoren.

Tabel 32 geeft een overzicht van beide aspecten over de jaren 1970-1977 voor de bouwplannen 5a (voorvrucht aardappelen) en 5b (voorvrucht graszaad) en de relatieve suikeropbrengsten.

In de jaren 1972 en 1973 gaat een lagere structuurwaardering bij bouwplan 5a samen met een lagere suikeropbrengst, vergeleken met bouwplan 5b. In 1976 en 1977 evenwel niet.

In elk van de jaren 1970-1977 komen in bouwplan 5a meer aardappelopslagplanten in bieten voor dan in bouwplan 5b. De tellingen zijn steeds ver-richt vlak voor de eerste keer schoffelen.

Als regel was er na twee à drie keer schoffelen + nawieden geen sprake meer van een concurrerende hergroei van de (toch al verzwakte) aardappelplanten door droogte, voedseltekort (stikstof), ongunstige structuur (bietenland is vast land) of door Phytophthora. Ook hebben intensievere wiedz bewerkingen niet geleid tot een lager plantenaantal.

Tabel 32. Relatieve suikeropbrengst 5a en 5b (5b = 100) in relatie tot structuurwaardering en aantal aardappelopslagplanten (1970-1977).

Jaar	suiker- opbrengst relatief		structuurbeoordeling						aantal aardappel- opslagplanten x 1000	
			porienvolume		volume % lucht bij pF 2,0		visueel			
			7-12 cm-mv		7-12 cm-mv		0-20 cm-mv			
5a	5b	5a	5b	5a	5b	5a	5b	5a	5b	
1970	99	100	50,5	51,3	9,8	9,0	5,7	6,3	-	-
1971	98	100	50,1	49,9	8,6	8,7	5,6	6,0	25	2
1972	95	100	51,1	52,2	8,7	9,8	5,8	6,0	45	9
1973	96	100	49,5	52,4	7,3	10,9	6,3	-	19	9
1974	95	100	-	-	-	-	-	-	184	3
1975	100	100	-	-	-	-	-	-	7	3
1976	93	100	54,0	53,5	16,1	15,9	4,9	4,8	23	5
1977	107	100	52,0	52,2	19,3	19,5	6,1	5,9	59	21

year	relative sugar yield		structure						number of volun- teer potato plants (x 1000)	
			pore volume		volume % air at pF 2.0 in		visual value in			
			in layer 7-12 cm		layer 7-12 cm		0-20 cm layer			

Table 32. Relative sugar yield in Rotations 5a and 5b (5b = 100) related to soil structure and number of volunteer potato plants; 1970-1977.

Het geheel overziende is het daarom onwaarschijnlijk om de opbrengstde-pressie na consumptie-aardappelen te wijten aan aardappelopslagplanten. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of hier toch de structuur in mee speelt of dat andere biologische factoren een rol spelen.

7.3. Reactie van suikerbieten op teeltfrequentie en voorvrucht in het kort

- De invloed van de teeltfrequentie van suikerbieten op de opbrengst is tot nu toe gering.
- De voorvrucht aardappelen heeft een circa 5% lagere suikeropbrengst veroorzaakt. De oorzaak van dit opbrengstverschil is voorlopig onduide-lijk.

8. Reactie van wintertarwe op teeltfrequentie en voorvrucht

8.1. Opbrengst en kwaliteit

8.1.1. Algemeen

Wintertarwe komt in zeven bouwplannen voor. In vier gevallen is de voorvrucht groene erwten, in twee gevallen aardappelen en in één geval haver (tabel 33).

Tabel 33. De bouwplannen waarin wintertarwe voorkomt.

bouw- plan	vruchtopvolging	aandeel granen
1	vlas-graszaad ⁺ -koolzaad-zomergerst ⁺ -groene erwten-wintertarwe flax-grass seed ⁺ -rape-spring barley ⁺ -peas-winter wheat	2/6
2a	vlas-graszaad ⁺ -aardappelen-zomergerst ⁺ -groene erwten-wintertarwe flax-grass seed ⁺ -potatoes-spring barley ⁺ -peas-winter wheat	2/6
2b	vlas-graszaad ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ -groene erwten-wintertarwe flax-grass seed ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺ -peas-winter wheat	2/6
3a	vlas ⁺ -suikerbieten-zomergerst-groene erwten ⁺ -aardappelen-winter tarwe flax ⁺ -sugar beet-spring barley-peas ⁺ -potatoes-winter wheat	2/6
4a	suikerbieten-zomergerst ⁺ -aardappelen-wintertarwe ⁺ sugar beet-spring barley ⁺ -potatoes-winter wheat ⁺	2/4
6a	kunstweide-aardappelen-suikerbieten-groene erwten ⁺ -haver-wintertarwe* ley-potatoes-sugar beet-peas ⁺ -oats-winter wheat*	2/6
6b	kunstweide-kunstweide-aardappelen-suikerbieten-erwten-wintertarwe* ley-ley-potatoes-sugar beet-peas-winter wheat*	1/6
rota- tion	crop sequence	proportion cereals

Table 33. Rotations with winter wheat (see Annex 1)

* tot 1974 zomergerst/till 1974 spring barley

Het aandeel granen in de rotaties varieert van 1 op 6 (6b) tot 1 op 2 (4a). Opbrengstvergelijking is mogelijk tussen de bouwplannen 3a en 4a, elk met aardappelen als voorvrucht, maar verschillend naar het aandeel granen in het bouwplan, namelijk 33%, respectievelijk 50%. Ook is een vergelijking mogelijk tussen de bouwplannen 1 en 6b, waarbij in beide gevallen de voorvrucht erwten is, maar het aandeel granen in het bouwplan 33%, respectievelijk 17% bedraagt.

De wintertarwe wordt volgens gangbare wijze verbouwd. Tot 1971 was het ras Manella, daarna Lely. In het najaar van 1972 is het op zaaivoor ploegen na aardappelen gewijzigd in diep cultivateren met een vastetandcultivator.

De opbrengst werd vanaf 1965 op de bouwplannen 1, 2a, 2b en 3a met behulp van een stikstoftrappenreeks gemeten. Vanaf 1967 is dit ook in bouwplan 4a gebeurd en vanaf 1975 in 6a en 6b. De stikstof is steeds in twee gedeelten toegediend.

Sinds 1972 is in de bouwplannen 1, 3a en 4a de oogvlekkenziekte proefsgewijs bestreden met benomyl; sinds 1975 gebeurde dit ook in 6b.

8.1.2. Opbrengsten

Uit tabel 34 blijkt dat de gemiddelde korrelopbrengst bij de bouwplannen 1, 2a en 2b over de vergelijkbare perioden 1965-1972 gelijk is geweest.

Tabel 34. Maximale korrelopbrengst wintertarwe per bouwplan en per jaar (ton/ha), omgerekend op 15% vocht.

Jaar	bouwplan						
	1	2a	2b	3a	4a	6a	6b
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	6,1	6,0	6,1	6,0	5,4	-	-
1970	5,6	5,7	5,7	6,1	5,9	-	-
1971	5,3	5,3	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	-	-
1975	7,6	7,6	-	7,7	7,3	8,2	8,1
1976	8,3	-	-	9,1	8,6	7,9**	9,0
1977*	5,7	-	-	5,7	5,9	5,7	5,8
rel.gem./relative average							
1967-1972	90	90	90	100	91	-	-
rel.gem.							
1967-1976	92	-	-	100	92	-	-
rel.gem.							
1975-1976	95	-	-	100	95	(96)	102

year	rotation						
	1	2a	2b	3a	4a	6a	6b

Table 34. Maximum yield of winter wheat (tonnes/ha, 15% moisture) per rotation, 1965-1977.

* opbrengst buiten het gemiddelde gehouden vanwege zware aantasting door gele roest/

yields not used in calculation of averages because of heavy infestation of yellow rust

** de hoogste opbrengst is in de stikstoftrappen niet bereikt/ highest yields not achieved with N levels

De maximaal bereikte opbrengst van bouwplan 3a was elk jaar duidelijk het hoogst. Niet meegerekend is daarbij het jaar 1977 toen vruchtwisselings-effecten zijn overstemd door een zware aantasting van gele roest. De zwaardere belasting met graan van bouwplan 4a t.o.v. 3a heeft over de jaren heen tot een duidelijk lagere opbrengst geleid, hoewel dit opbrengstverschil de laatste jaren kleiner is geworden.

Over de jaren 1975 en 1976 bedroeg het verschil in korrelopbrengst tussen de bouwplannen 1 en 6b 7% ten gunste van wintertarwe in het graanextensieve bouwplan 6b (bijlage 33).

In de jaren 1972-1976 is aan de stikstoftrappenreeks een object bestrijding van de oogvlekkenziekte d.m.v. benomyl toegevoegd. In tabel 35 zijn per bouwplan de gemeten korrelopbrengst en halmaantasting door oogvlekkenziekte weergegeven.

Tabel 35. Korrelopbrengst (relatief) en halmaantasting door oogvlekkenziekte in de bouwplannen 3a en 4a (1972-1976) en 1 en 6b (1975-1976) bij wel en geen toepassing van benomyl.

	1972		1973		1974		1975				1976			
	3a	4a	3a	4a	3a	4a	3a	4a	6b	1	3a	4a	6b	1
object onbehandeld: untreated:														
relatieve korrelopbrengst (3a=100)	100	<u>92</u>	100	<u>97</u>	100	<u>89</u>	100	<u>94</u>	104	<u>98</u>	100	<u>94</u>	100	<u>91</u>
relative grain yield														
halmaantasting door oog- vlekkenziekte (in %)	25	86	47	53	11	42	6	43	3	20	3	20	10	5
% of culms with eyespot														
gewashoogte bij opt. N (cm)	114	112	117	114	117	111	96	95	103	101	110	107	108	104
length of culms at optimal N														
object benomyl: treated with benomyl in May														
relatieve korrelopbrengst (3a=100)	100	<u>100</u>	100	<u>99</u>	100	<u>93</u>	100	<u>95</u>	102	<u>99</u>	100	<u>97</u>	100	<u>91</u>
relative grain yield														
halmaantasting door oog- vlekkenziekte (in %)	9	34	8	43	1	17	1	8	1	7	1	15	8	0
% of culms with eyespot														

Table 35. Effect of benomyl on yield (relative) and eyespot attack in Rotations 3a, 4a, 1 and 6b.

Het effect van benomyl op de korrelopbrengst was het grootst in de jaren met veel aantasting door oogvlekkenziekte.

Bij vergelijking van de wintertarwe in de bouwplannen 3a en 4a (beide voorvrucht aardappelen en 33%, respectievelijk 50% graan) blijkt in 1972 en 1973 het opbrengstniveau van bouwplan 4a door een benomylbehandeling te kunnen worden opgevoerd tot het niveau van bouwplan 3a, terwijl het behandelde object toch niet geheel vrij van oogvlekkenziekte bleef. Door

het vaak jonge karakter van de aantasting na een benomylbehandeling is deze inderdaad vaak weinig schadelijk gebleken. De tabel laat verder zien dat het in geen van de volgende drie jaren is gelukt om met een benomylbehandeling de tarweopbrengst van 4a op het niveau van bouwplan 3a te brengen.

Ook in bouwplan 1 (voorvrucht erwten, 33% granen) lukte dit niet ten opzichte van bouwplan 6b (eveneens voorvrucht erwten, maar 17% granen).

Uit metingen van de gewashoogte blijkt, dat de wintertarwe van 3a vergeleken met 4a en 6b vergeleken met 1 gemiddeld een iets langere halm heeft. Dit verschijnsel trad in elk van de vijf jaren op. Een groter aandeel granen in het bouwplan gaat dus gepaard met korter gewas (tabel 35); een bespuiting met benomyl heeft hierop geen invloed.

8.2. Mogelijke oorzaken van opbrengstverschillen

8.2.1. Bodemfysische factoren

Uit ringmonsteronderzoek en vaststelling van de actuele structuur van de grond kunnen geen aanwijzingen worden verkregen dat de opbrengstverschillen door bodemfysische factoren zijn ontstaan.

8.2.2. Bodemchemische factoren

Oorzaken voor de lagere opbrengst bij verhoging van de teeltfrequentie liggen niet in bodemchemische factoren. Bij de hoge kali- en ruim voldoende fosfaattoestand wordt met behulp van N-trappen en deling van de N-gift voor een goede voedingstoestand gezorgd.

8.2.3. Biologische factoren

8.2.3.1. Ziekten en plagen

Hoewel bij verhoging van de teeltfrequentie van granen de populatie vrijlevende wortelaaltjes (*Pratylenchus neglectus*) sterk toeneemt (tabel 10, pag. 17), zijn uit de literatuur geen gegevens bekend die wijzen in de richting van aantoonbare schade door de hier aanwezige dichtheden.

Door toepassing van benomyl in mei wordt jaarlijks een opbrengsttoename verkregen die afhangt van de aantasting door oogvlekkenziekte. Hierdoor wordt een gedeelte van de opbrengstverschillen verklaard.

Andere frequentie-afhankelijke ziekten of plagen zijn tijdens het onderzoek niet of in verwaarloosbare mate waargenomen.

8.2.3.2. Overige factoren

De waargenomen verschillen in halmlengte tussen de bouwplannen 3a en 4a en in 1975 en 1976 bij de bouwplannen 1 en 6b (tabel 35) wijzen op een verminderde groei van de wintertarwe bij hogere graanfrequenties. Verminderde wortelactiviteit vanwege eenzijdige teelt, resulterend in toegenomen aantallen bodempathogenen kan daaraan ten grondslag liggen.

Analoog aan de situatie bij aardappelen zou ook bij wintertarwe aldus een opbrengstdepressie kunnen ontstaan. Nader onderzoek hieromtrent is evenwel noodzakelijk.

8.3. Reactie van wintertarwe op teeltfrequentie en voorvrucht in het kort

- De korrelopbrengst vertoont een duidelijke samenhang met het aandeel granen in de rotatie.
- De opbrengstdepressie bij hogere teeltfrequentie wordt door een bestrijding van de oogvlekkenziekte slechts gedeeltelijk weggenomen.
- De verminderde groei van wintertarwe bij hoge teeltfrequentie, ook bij toepassing van benomyl, wijst in de richting van andere bodempathogenen.

Tabel 36. De bouwplannen waarin zomergerst voorkomt.

bouw- plan	vruchtopvolging	aandeel granen
1	erwten-wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -koolzaad-zomergerst ⁺ peas-winter wheat-flax-grass seed ⁺ -rape-spring barley ⁺	2/6
2a	erwten-wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -aardappelen-zomergerst ⁺ peas-winter wheat-flax-grass seed ⁺ -potatoes-spring barley ⁺	2/6
2b	erwten-wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ peas-winter wheat-flax-grass seed ⁺ -sugar beet- spring barley ⁺	2/6
3a	erwten ⁺ -aardappelen-wintertarwe-vlas ⁺ -suikerbieten-zomergerst peas ⁺ -potatoes-winter wheat-flax ⁺ -sugar beet-spring barley	2/6
3b	luzerne-aardappelen-zomergerst lucerne-potatoes-spring barley	2/6
3c	graszaad ⁺ -aardappelen-zomergerst grass seed ⁺ -potatoes-spring barley	2/6
3d	kunstweide*-suikerbieten-zomergerst ley*-sugar beet-spring barley ⁺	2/4
4a	aardappelen-wintertarwe ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ potatoes-winter wheat ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺	2/4
4b	aardappelen-graszaad ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ potatoes-grass seed ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺	1/4
5a	aardappelen-suikerbieten-zomergerst ⁺ potatoes-sugar beet-spring barley ⁺	2/6
6c	kunstweide-kunstweide-kunstweide-aardappelen-suikerbieten-zomergerst ley-ley-ley-potatoes-sugar beet-spring barley	1/6
6a	kunstweide-aardappelen-suikerbieten-erwten ⁺ -haver-zomergerst (tot 1974) ley-potatoes-sugar beet-peas ⁺ -oats-spring barley (till 1974)	2/6
6b	kunstweide-kunstweide-aardappelen-suikerbieten-erwten-zomergerst (tot 1974) ley-ley-potatoes-sugar beet-peas-spring barley (till 1974)	1/6
rota- tion	crop sequence	proportion cereals

Table 36. Rotations with spring barley (see Annex 1).

* vanaf 1975 werd de kunstweide in rotatie 3d vervangen door graszaad⁺/
since 1975 the ley in Rotation 3d has been replaced by grass seed⁺

9. Reactie van zomergerst op teeltfrequentie en voorvrucht

9.1. Opbrengst en kwaliteit

9.1.1. Algemeen

Tot 1974 komt zomergerst voor in alle rotaties, behalve in 5b. Vanaf 1975 is de zomergerst van de bouwplannen 6a en 6b vervangen door wintertarwe. Van de sinds 1975 tien bouwplannen met zomergerst zijn er zeven rotaties met de voorvrucht suikerbieten, drie maal wordt de gerst na aardappelen verbouwd en één keer na koolzaad.

Ook is de frequentie van de zomergerst en de frequentie van granen verschillend tussen de bouwplannen. In tabel 36 zijn de vruchtopvolgingen met zomergerst weergegeven.

De bouwplannen 4b, 5a en 4a, met respectievelijk 25, 33 en 50% granen in het bouwplan zijn vergelijkbaar wat betreft de graanfrequentie. De rotaties 1, 2a en 2b verschillen alleen in de voorvrucht van zomergerst.

De zomergerst wordt verbouwd volgens de gangbare methode. Tot 1972 werd het ras Delisa verbouwd, daarna tot 1976 het ras Aramir en in 1977 het ras Georgie.

In de bouwplannen 1, 3d, 4a, 4b, 6a, 6b en 6c is vanaf 1965 de opbrengstcapaciteit per bouwplan jaarlijks vastgesteld met behulp van stikstoftrappen. Van 1971-1976 is dit eveneens in de overige bouwplannen gebeurd. In 1977 werd volstaan met het bepalen van de korrelopbrengst bij de praktische N-gift.

De stikstoftrappen zijn per bouwplan aangepast aan de geschatte stikstofrijkdom van de percelen.

In 1973 en 1974 is in de bouwplannen 4a, 4b en 5a een object voetziektebestrijding m.b.v. benomyl opgenomen, in 1975 en 1976 is dit alleen in de bouwplannen 4a en 4b gebeurd.

9.1.2. Opbrengsten

In tabel 37 is de korrelopbrengst per bouwplan weergegeven. Door de stikstofrijkdom van de grond wordt vaak het hoogste punt van de stikstofcurve reeds bij 0 N gevonden.

Uit tabel 37 blijkt, dat de invloed van de teeltfrequentie van granen op de opbrengst gering is. Alleen bouwplan 4a (50% granen) geeft in 1972 een 8% lagere opbrengst dan 4b (25% granen). Vergelijking van de opbrengsten in 2b, 4b en 5a geeft geen verschillen te zien.

De invloed van de voorvrucht op de opbrengst is wisselvallig. In grote lijnen blijkt dat na suikerbieten de meest stabiele opbrengsten worden bereikt. Alleen in bouwplan 3d is de opbrengst in 1972 en 1973 lager. De voorvruchten aardappelen (2a, 3b en 3c) en koolzaad (1) leiden gemiddeld tot een minder hoog opbrengstniveau.

Tabel 37. Maximale opbrengst zomergerst (ton/ha) per bouwplan per jaar, omgerekend op 15% vocht.

bouwplan	1	2a	2b	3a	3b	3c	3d	4a	4b	5a	6a	6b	6c
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**	5,9	-	-	-	-	-	5,1	5,7	5,2	-	5,2	5,6	5,9
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	<u>4,0</u>	<u>4,6</u>	<u>4,9</u>	4,9	5,1	3,9	4,5
1973	6,3	6,0	5,8	5,8	-	-	<u>5,7</u>	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
1975	6,5	6,4	6,9	6,9	6,3	6,1	6,7	6,8	6,7	6,6	*	*	7,2
1976	6,5	6,5	6,7	6,8	6,1	6,5	6,5	6,5	6,3	6,6			6,8
1977**	5,4	5,1	5,3	5,4	4,5	4,7	5,5	5,3	5,3	5,5			5,5
rel.gem./relative average													
1965-1970	102	-	-	-	-	-	100	100	101	-	96	102	104
1971-1977	98	98	100	100	-	-	97	100	100	100	-	-	-
1971-1977 (excl.1973 en 1974)	<u>94</u>	<u>95</u>	99	100	<u>90</u>	<u>90</u>	96	98	97	99	-	-	99
(excluding 1973 and 1974)													
rotation	1	2a	2b	3a	3b	3c	3d	4a	4b	5a	6a	6b	6c

Table 37. Maximum yield spring barley (tonnes/ha 15% moisture) per rotation and per year.

* Vanaf 1975 werd in de bouwplannen 6a en 6b de zomergerst vervangen door wintertarwe/

Since 1975 spring barley has been replaced by winter wheat in the Rotations 6a and 6b.

** Betreft korrelopbrengst bij praktijkgift N (1969 en 1977)/Yields at standard N dressing.

9.1.3. Kwaliteit

Behalve de korrelopbrengst is de brouwkwaliteit van de zomergerst belangrijk. De korrelsortering en het eiwitgehalte zijn daarbij maatgevend. In tabel 38 zijn over de periode 1971-1977 het brouwgerstaandeel en het eiwitgehalte weergegeven. Ofschoon er grote verschillen tussen de jaren en de bouwplannen bestaan, is steeds de korrelsortering, het eiwitgehalte, of beide eigenschappen zodanig dat de partijen niet erg geschikt zijn als brouwgerst.

9.2. Mogelijke oorzaken van de opbrengst- en kwaliteitsverschillen

9.2.1. Bodemfysische factoren

Uit structuuronderzoek blijkt in de loop der jaren geen duidelijk verschil ten aanzien van de zomergerst (tabel 5, pag. 10). Bodemfysische factoren veroorzaken dus niet de waargenomen verschillen.

bouw- plan	1971		1972		1974		1975		1976		
	voorrucht	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	% brougerst eiwit-gehalte	
1	koolzaad rape	67	10,0	42	11,5	89	12,3	86	11,5	-	-
2a	aardappelen	70	9,7	54	11,0	89	12,1	83	10,8	81	12,6
2b	suikerbieten	69	9,6	52	10,9	89	12,0	86	11,5	91	13,1
3a	suikerbieten	79	10,4	57	11,1	92	12,7	83	13,1	86	13,1
3b	sugar-beet	72	10,4	42	12,7	-	-	78	11,8	-	-
3c	aardappelen	65	12,1	45	11,6	-	-	85	11,2	85	12,5
3d	potatoes	49	13,2	45	11,5	92	12,6	88	12,4	90	14,5
4a	suikerbieten	77	10,0	67	10,7	89	11,7	84	12,0	88	12,9
4b	sugar-beet	75	10,1	79	10,4	94	12,3	85	11,9	93	12,9
5a	suikerbieten	83	9,9	70	10,2	92	11,9	85	12,1	90	13,5
6a	sugar-beet	72	9,7	68	11,5	-	-	-	-	-	-
6b	oats	51	11,1	38	12,1	-	-	-	-	-	-
6c	erwten	61	10,8	52	11,7	91	12,1	82	12,9	87	13,9
	peas										
	suikerbieten										
	sugar-beet										
rotation	preceding crop	1971	1972	1974	1975	1976					
		% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	% maiting barley content(\$)	protein content(\$)

Table 36. Percentage of kernels >2.5 mm (maiting barley) and protein content at maximum yield.

9.2.2. Bodemchemische factoren

Door voldoende fosfaatvoorziening, een hoge kalitoestand en vaststelling van de opbrengstcapaciteit met stikstoftrappen zijn bodemchemische factoren bij het bereiken van hoge opbrengstniveaus niet in het minimum geweest. Wel is gebleken dat in enkele bouwplannen de stikstofrijkdom in de grond zodanig hoog is, dat in sommige jaren zonder bemesting de hoogste opbrengst reeds is bereikt. Dergelijke stikstofniveaus kunnen te hoog zijn voor een optimale groei en produktie. De minder goede opbrengsten na voorvrucht aardappelen zouden daaraan kunnen worden toegeschreven.

9.2.3. Bodembioologische factoren

De lagere opbrengst in bouwplan 4a in 1972 moet vrijwel zeker veroorzaakt zijn door de ernstige oogvlekkenziekte-aantasting, die in dat jaar optrad. Aan het eind van het groeiseizoen was toen 96% van de halmen aangetast. Dit leidde tot circa 10% noodrijpe aren. Door oogvlekkenziektebestrijding in de daarop volgende jaren (tabel 39) in de bouwplannen 4a en 4b is bij geringere aantastingen geen invloed op de opbrengst meer geconstateerd. De lagere gerstopbrengst in bouwplan 3d hangt mogelijk samen met de aanwezigheid van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne naasi*) in dat bouwplan. De populatiedichtheid is echter nooit zodanig hoog geweest dat schade verwacht kon worden.

Tabel 39. Invloed van een benomyltoepassing in de bouwplannen 4a, 4b en 5a op de halmaantasting door oogvlekkenziekte en de gerstopbrengst.

bouwplan	halmaantasting oogvlekkenziekte						korrelopbrengst kg/are					
	onbehandeld			benomyl			onbehandeld			benomyl		
	4a	4b	5a	4a	4b	5a	4a	4b	5a	4a	4b	5a
jaar:												
1973	32	12	8	8	3	1	61,8	61,5	62,1	62,8	61,7	62,9
1974	61	11	2	5	1	1	62,3	63,0	57,4	63,0	61,6	58,3
1975	0	0	-	0	0	-	64,3	63,6	-	65,8	66,2	-
1976	0	0	-	0	0	-	64,9	63,0	-	65,8	63,5	-
gemid./average												
1973-1976							63,3	62,9	-	64,4	63,3	-
idem relatief							100	100		102	101	
idem relative												

rotation

	percentage of culms with eyespot				yield kg/100 m ²			
	untreated		benomyl		untreated		benomyl	

Table 39. Effect of benomyl on yield of barley and percentage of culms with eyespot in Rotations 4a, 4b and 5a.

10. Graszaad

Italiaans raaigras, voor zaadwinning, komt voor in zeven bouwplannen. In drie gevallen is de voorvrucht vlas, in twee gevallen zomergerst, respectievelijk aardappelen (tabel 40).

Tabel 40. De bouwplannen waarin graszaad voorkomt.

bouw- plan	vruchtopvolgling	aandeel graszaad
1	koolzaad-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas-graszaad rape-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax-grass seed	1/6
2a	aardappelen-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas-graszaad potatoes-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax-grass seed	1/6
2b	suikerbieten-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas-graszaad sugar beet-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax-grass seed	1/6
3c	aardappelen-zomergerst-graszaad potatoes-spring barley-grass seed	1/3
3d	suikerbieten-zomergerst-graszaad* sugar beet-spring barley-grass seed*	1/3
4b	suikerbieten-zomergerst ⁺ -aardappelen-graszaad sugar beet-spring barley ⁺ -potatoes-grass seed	1/4
5b	suikerbieten-aardappelen-graszaad sugar beet-potatoes-grass seed	1/3

rota- tion	crop sequence	proportion grass seed
---------------	---------------	--------------------------

Table 40. Rotations with grass seed (see Annex 1)

* tot 1974 kunstweide/till 1974 ley

Het Italiaans raaigras na vlas en zomergerst wordt omstreeks 1 september gezaaid, na aardappelen in de tweede helft van september. Om opslag uit zaad van de voor-voorvrucht wintertarwe in de bouwplannen 1, 2a en 2b zoveel mogelijk te voorkomen wordt daar een oppervlakkige, niet-kerende zaalbedbereiding toegepast.

Na de oogst, omstreeks 1 augustus, wordt de stoppel intensief gefreesd, waarna er uit de dorsverliezen (gemiddeld circa 150 kg/ha) een grasgroenbemester groeit, die een bemesting krijgt van 50 kg N/ha.

Over de jaren 1975, 1976 en 1977 is de zaadopbrengst van de praktijkpercelen van drie ongeveer gelijksoortige groepen bouwplannen bepaald.

De in tabel 41 weergegeven opbrengsten hebben betrekking op de praktijkstikstofgift.

De lagere zaadopbrengst van 4b en 5b is vrijwel zeker toe te schrijven aan de circa drie weken latere zaai (voorvrucht consumptie-aardappelen).

Ook blijft het graszaad na aardappelen langer doorgaan met de aarproductie. De rijping van het zaad houdt daardoor lang aan, zodat een deel van de opbrengst niet wordt geoogst.

Tabel 41. Opbrengst graszaad (kg/ha) per groep bouwplannen over de jaren 1975, 1976 en 1977.

groep bouw- plannen	zaadopbrengst bij praktisch N-gift			
	1975	1976	1977	1975-1977 gemiddeld (rel.)
1, 2a, 2b	1 700	2 150	2 100	1 980 (100%)
3c, 3d	1 650	2 150	2 100	1 970 (99%)
4b, 5b	1 500	1 950	1 900	1 780 (85%)

groups of rotations	1975-1977 relative average yield (kg seed/ha) at standard N dressing			
	1975	1976	1977	1975-1977 relative average

Table 41. Grass seed yield per group of rotations in 1975, 1976 and 1977.

11. Erwten

Groene erwten worden in zes zesjarige rotaties geteeld, in vier gevallen na zomergerst en in twee gevallen na suikerbieten (tabel 42).

Tabel 42. De bouwplannen met groene erwten.

bouwplan	vruchtopvolging	aandeel erwten
1	wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -koolzaad-zomergerst ⁺ - <u>erwten</u> winter wheat-flax-grass seed ⁺ -rape-spring barley ⁺ - <u>peas</u>	1/6
2a	wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -aardappelen-zomergerst ⁺ - <u>erwten</u> winter wheat-flax-grass seed ⁺ -potatoes-spring barley ⁺ - <u>peas</u>	1/6
2b	wintertarwe-vlas-graszaad ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ - <u>erwten</u> winter wheat-flax-grass seed ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺ - <u>peas</u>	1/6
3a	aardappelen-wintertarwe-vlas ⁺ -suikerbieten-zomergerst- <u>erwten</u> ⁺ potatoes-winter wheat-flax ⁺ -sugar beet-spring barley-peas ⁺	1/6
6a	haver-wintertarwe*-kunstweide-aardappelen-suikerbieten- <u>erwten</u> ⁺ oats-winter wheat*-ley-potatoes-sugar beet- <u>peas</u> ⁺	1/6
6b	wintertarwe*-kunstweide-kunstweide-aardappelen-suikerbieten- <u>erwten</u> winter wheat*-ley-ley-potatoes-sugar beet- <u>peas</u>	1/6
rotation	crop sequence	proportion peas

Table 42. Rotations with peas (see Annex 1).

* tot 1974 zomergerst/till 1974 spring barley

In 1975 was het verbouwde ras Dick Trom, in 1976 en 1977 Finale. In 1975 en 1977 werd geruiterd, in 1976 direct uit het zwad gedorst. Per bouwplan is van het gehele perceel de korrelobbrengst bepaald (tabel 43).

Tabel 43. Korrelobbrengst groene erwten (kg/ha) per bouwplan, over de jaren 1975/1977.

bouwplan	1975	1976	1977	1975-1977 gemiddeld (rel.)
1	4 560	5 250	3 670	4 490 (100%)
2a	4 550	5 340	3 610	4 500 (100%)
2b	4 900	5 480	3 730	4 700 (105%)
3a	4 630	5 260	3 990	4 630 (103%)
6a	4 460	4 980	3 920	4 450 (99%)
6b	4 430	4 890	4 210	4 510 (100%)
rotation	1975	1976	1977	1975-1977 relative average

Table 43. Yield of peas (kg/ha, 15% moisture) per rotation in 1975, 1976 and 1977.

Met als uitzondering bouwplan 2b vertonen de onderlinge opbrengstverschillen geen vast beeld. Waarschijnlijk vinden ze hun oorsprong in een uiteenlopende bodemvoorraad stikstof, afhankelijk van het bouwplan.

12. Vlas

Vlas wordt in vier zesjarige bouwplannen geteeld, in alle gevallen na wintertarwe (tabel 44).

Tabel 44. De bouwplannen met vlas.

bouwplan	vruchtopvolging	aandeel vlas
1	graszaad ⁺ -koolzaad-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas grass seed ⁺ -rape-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax	1/6
2a	graszaad ⁺ -aardappelen-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas grass seed ⁺ -potatoes-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax	1/6
2b	graszaad ⁺ -suikerbieten-zomergerst ⁺ -erwten-wintertarwe-vlas grass seed ⁺ -sugar beet-spring barley ⁺ -peas-winter wheat-flax	1/6
3a	suikerbieten-zomergerst-erwten ⁺ -aardappelen-wintertarwe-vlas ⁺ sugar beet-spring barley-peas ⁺ -potatoes-winter wheat-flax ⁺	1/6

rotation	crop sequence	proportion flax
----------	---------------	-----------------

Table 44. Rotations with flax (see Annex 1).

De opbrengst aan ongerepeld vlas is per bouwplan over een representatief gedeelte van het praktijkperceel bepaald. Tabel 45 geeft hiervan een overzicht. Door de stikstofrijkdom van de bouwplannen wordt geen stikstof gegeven; het verbouwde ras was Natasja.

Tabel 45. Opbrengst aan ongerepeld vlasstro per bouwplan (kg/ha) over de jaren 1975, 1976 en 1977.

bouwplan	1975	1976	1977	1975-1977 gemiddeld (rel.)
1	8 350	7 040	8 760	8 050 (100%)
2a	8 480	7 170	8 690	8 110 (101%)
2b	8 410	7 090	8 520	8 010 (100%)
3a	7 840	7 420	8 970	8 080 (100%)

rotation	1975	1976	1977	1975-1977 relative average
----------	------	------	------	----------------------------

Table 45. Yield of flax (kg/ha straw and seed) per rotation in 1975, 1976 and 1977.

De opbrengst van bouwplan 3a wijkt elk jaar duidelijk af van die in de bouwplannen 1, 2a en 2b. Gemiddeld over deze drie jaren heffen de opbrengstverschillen elkaar echter op. Vrijwel zeker is de oorzaak van de tussen de rotaties uiteenlopende opbrengsten terug te voeren tot een niet optimaal stikstofniveau.

13. Kunstweide

In een drietal zesjarige rotaties komt, behalve een vast aandeel aardappelen en suikerbieten, kunstweide voor. In de bouwplannen 6a, 6b en 6c is dit achtereenvolgens 1/6, 2/6 en 3/6 deel (tabel 46).

Tabel 46. De bouwplannen met kunstweide

bouwplan	vruchtopvolgning	aandeel kunstweide
6a	aardappelen-suikerbieten-erwten [†] -haver-wintertarwe*- <u>kunstweide</u> potatoes-sugar beet-peas [†] -oats-winter wheat*- <u>ley</u>	1/6
6b	aardappelen-suikerbieten-erwten-wintertarwe [†] - <u>kunstweide-kunstweide</u> potatoes-sugar beet-peas-winter wheat*- <u>ley-ley</u>	2/6
6c	aardappelen-suikerbieten-zomergerst- <u>kunstweide-kunstweide-kunstweide</u> potatoes-sugar beet-spring barley- <u>ley-ley-ley</u>	3/6
rotation	crop sequence	proportion ley

Table 46. Rotations with ley (see Annex 1).

* tot 1974 zomergerst/till 1974 spring barley

De kunstweide wordt na de oogst van het graan (zomergerst en wintertarwe) volvelds ingezaaid naar 28 kg/ha graszaad van het mengsel:

20% Engels raaigras weidetype

20% Engels raaigras hooitype

20% beemdlangbloem weidetype

20% beemdlangbloem hooitype

20% timothee

Tot 1972 is de kunstweide afgerasterd en beweid. Daarna werd de kunstweide meer akkerbouwmatig geëxploiteerd door jaarlijks vier sneden gras naar de groenvoederdrogerij af te voeren. Aan de eerstejaars kunstweide werd 425 kg N toegediend, aan de tweede- en derdejaars 525 kg N.

Jaarlijks is van bouwplan 6c zowel van de eerstejaars, de tweedejaars als van de derdejaars kunstweide de opbrengst aan verse massa geanalyseerd op % drogestof (ds), % voedernorm ruw eiwit (vre) en % Voedereenheid Melk (VEM). Tabel 47 geeft hiervan een overzicht.

Bij de eerder genoemde samenstelling van de kunstweide zijn de opbrengsten aan verse massa en aan drogestof over de jaren 1975-1977 bij de eerstejaars kunstweide duidelijk hoger dan bij de tweede- en derdejaars kunstweiden. Door hogere gehalten is er voor wat betreft de opbrengst per ha aan vre en kVEM echter nauwelijks verschil.

Tabel 47. Opbrengst aan verse massa, droge stof, vre en kVEM, per 1e, 2e en 3e Jaars kunstweide van bouwplan 6c over de jaren 1975, 1976 en 1977.

		1e jaars kunstweide	2e jaars kunstweide	3e jaars kunstweide
opbrengst verse massa	1975	96	71	79
fresh yield	1976	75	51	56
(tonnes/ha)	1977	104	111	111
	1975/1977	<u>92</u>	<u>78</u>	<u>83</u>
opbrengst droge stof	1975	15,0	13,5	14,5
yield dry matter	1976	12,4	8,9	9,8
(tonnes/ha)	1977	15,8	15,8	15,0
	1975/1977	<u>14,4</u>	<u>12,7</u>	<u>13,1</u>
opbrengst vre	1975	2 130	1 910	2 080
yield vre	1976	1 970	1 510	1 830
(kg/ha)	1977	2 310	2 580	2 700
	1975/1977	<u>2 140</u>	<u>2 000</u>	<u>2 200</u>
opbrengst kVEM	1975	13,2	12,6	13,6
yield kVEM*	1976	11,3	8,5	9,4
(tonnes/ha)	1977	12,9	14,1	13,6
	1975/1977	<u>12,4</u>	<u>11,7</u>	<u>12,2</u>
		1st year ley	2nd year ley	3rd year ley

Table 47. Yield of first, second and third year ley (fresh, dry matter, vre and kVEM) in 1975, 1976 and 1977.

*digestable energy producing material

14. Samenvatting

In deze publikatie zijn de resultaten van 15 jaar onderzoek op de bouwplannenproef "De Schreef" vermeld.

Ten aanzien van de bodemstructuur zijn geen duidelijke verschillen in samenhang met bouwplan of teeltfrequentie gevonden.

Chemische bodemvruchtbaarheidsfactoren zijn evenmin duidelijk gaan verschillen tussen de diverse bouwplannen. Het organische stofgehalte vertoont een tendens tot samenhang met het aandeel rooivruchten.

De onkruidsituatie heeft zich duidelijk bouwplangebonden ontwikkeld.

Planteparasitaire aaltjes zijn, hoewel qua dichtheid afhankelijk van het bouwplan, niet in schadelijke aantallen aanwezig.

Waarschijnlijk in samenhang met biologische bodemfactoren zijn de opbrengsten van een aantal gewassen duidelijk afhankelijk van teeltfrequentie en voorvrucht geworden.

Zo staan bij de *aardappelen* de verschillen in knolopbrengst duidelijk in verband met de teeltfrequentie en met de voorvrucht: suikerbieten die ongunstig zijn en kunstweide die gunstig is.

De invloed van *Rhizoctonia* blijkt van ondergeschikte betekenis te zijn op deze zware grond. Schurft lijkt geen belangrijke invloed op de knolopbrengst te hebben, hoewel de knolbezetting met netschurft toeneemt met de teeltfrequentie.

De vrij aanzienlijke opbrengstdepressie van bouwplan 5a - met zowel 1/3 aardappelen als 1/3 suikerbieten - blijft bestaan wanneer de bieten worden vervangen door graszaad (3c) of door luzerne (3b). Een aanzienlijke toevoer van organische stof in het bouwplan is kennelijk niet bij machte om de opbrengstverlagende factoren terug te dringen.

De opbrengstverschillen bij aardappelen zijn waarschijnlijk het gevolg van de overheersende invloed van teeltfrequentie; waarbij òf de bijdrage van het overige gedeelte van het bouwplan op de knolopbrengst van ondergeschikte betekenis is òf deze bijkomende factoren elkaar in evenwicht houden.

Uit potproevenonderzoek onder gelijke bodemfysische omstandigheden is komen vast te staan dat de frequentiegebonden opbrengstverschillen voor een belangrijk deel zijn te verklaren uit de werking van micro-organismen. Bieten in de rotatie anders dan in de directe voorvruchtsituatie hebben hierop geen invloed. De additionele opbrengstdepressie bij de voorvrucht suikerbieten in een nauwe rotatie is hoofdzakelijk het gevolg van effecten veroorzaakt door micro-organismen. Dit kan niet worden teniet gedaan door afvoer van het bietenblad.

De positieve invloed van een voorafgaande kunstweide op de knolopbrengst berust waarschijnlijk op de gunstiger bodemstructuur en een daarmee in verband staande betere vochthoudendheid.

Bij *suikerbieten* is geen sprake van een duidelijke invloed van de teeltfrequentie op de opbrengst. Wel blijkt in sommige jaren het gewas aardappelen een minder geschikte voorvrucht voor suikerbieten te zijn. Kunstweide in het bouwplan als voor-voorvrucht(en) heeft geen invloed op de bietenopbrengst.

Bij de *wintertarwe* is het uiteenlopen van de opbrengsten via de graanfrequentie voor een deel te herleiden tot een aantasting door oogvlekkenziekte. Een deel van de opbrengstvermindering kon meestal ongedaan worden

gemaakt door een bestrijding van de oogvlekkenziekte. Het overige deel zou gezien de gewashabitus veroorzaakt kunnen worden door micro-organismen die het wortelstelsel aantasten.

De *zomergerst* blijkt zelfverdraagzaam te zijn. Een hoog aandeel graan in het bouwplan kan in een enkel jaar via aantasting door oogvlekkenziekte een lagere gerstopbrengst veroorzaken.

Het verschil in opbrengst tussen *graszaad* na vlas en zomergerst enerzijds en na consumptie-aardappelen anderzijds is voor een groot deel terug te voeren tot een verschil in zaaitijd.

De verschillen in opbrengst van *erwten*, *vlas* en *kunstweide* tussen de bouwplannen zijn over het algemeen verwaarloosbaar klein.

Behalve over de opbrengsten per gewas zijn er ten aanzien van genoemde *bouwplannen* nog enkele algemene opmerkingen te maken.

Aardappelopslag geeft in volggewassen, afhankelijk van bevrozing van oogstverliezen, overlast als onkruid en waarschijnlijk als waardplant voor ziekten en plagen. Ter beperking van deze invloed wordt na aardappelen een niet-kerende hoofdgrondbewerking uitgevoerd.

Italiaans raaigras geeft in volggewassen en veelal in de gehele rotatie overlast door spontane hergroei uit zaadverlies.

In rotatie 3b met aardappelen, zomergerst en luzerne zijn wortelonkruiden een bijna onoverkomelijk probleem geworden door de beperkte bestrijdingsmogelijkheden.

In de rotaties met 1 op 3 aardappelen wordt sinds 1975 deels een grondontsmetting uitgevoerd. Vanaf 1978 is daaromtrent opbrengstvergelijking mogelijk.

15. Synthese

In het voorgaande is het gedrag van de afzonderlijke gewassen in bouwplansituaties besproken, die met name gekenmerkt worden door een toenemend aandeel rooivruchten. Een volgende stap is het vaststellen van sterke en zwakke punten van de rotaties. Tenslotte is het nodig om de in het onderzoek gevonden wetmatigheden in te brengen in de zich in de praktijk van de akkerbouw voltrekkende bouwplanvernauwing, teneinde aan te geven waar de wal van lagere opbrengsten het schip van de intensivering keert.

De beschreven resultaten van het proefveld "De Schreef" hebben betrekking op recent 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 is inschatting van de opbrengsteffecten alleen mogelijk wanneer het complex van oorzaken voldoende doorzichtig is.

In figuur 22 zijn van de jaren 1972-1977 de gemiddelde relatieve opbrengsten per bouwplan weergegeven. Voor de in deze proef meest voorkomende gewassen aardappelen, suikerbieten, wintertarwe en zomergerst is bouwplan 4a als standaard gekozen, voor de gewassen graszaad, erwten en vlas bouwplan 1, terwijl bouwplan 6a het is voor de kunstweide. Voor de gewassen koolzaad, haver en luzerne, die elk slechts in één bouwplan voorkomen, zijn de bouwplannen onderling niet vergelijkbaar.

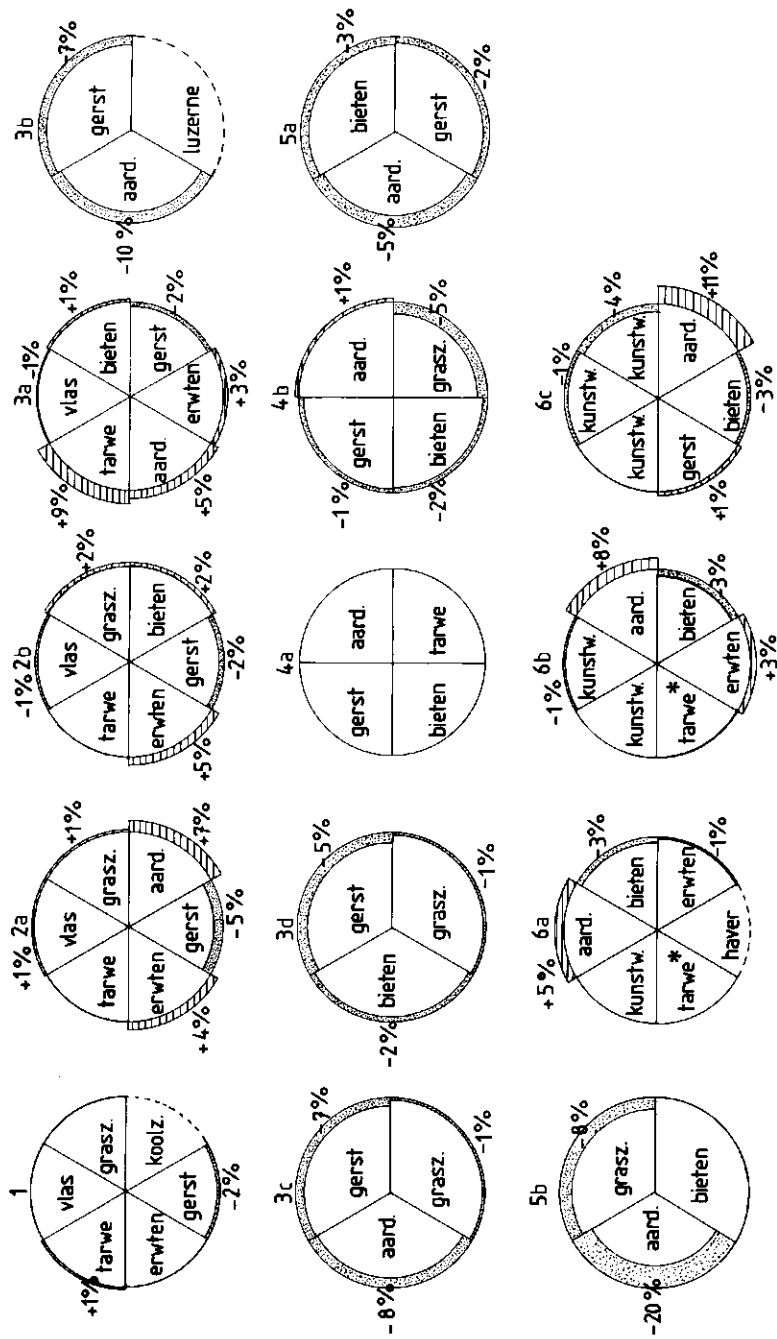


Fig. 22. Relatieve opbrengst hoofdproduct per bouwplan over 1972-1977 gemiddeld.

Voor aardappelen, bieten, tarwe en gerst geldt: bouwplan 4a = 100; voor kunstweide geldt: bouwplan 6a = 100; voor vlas, erwten en graszaad geldt: bouwplan 1 = 100.

Relative yield of main crop per rotation, 1972-1977.

For potatoes, sugar-beet, wheat and barley: rotation 4a = 100; for ley: rotation 6a = 100; for flax, peas and grass seed: rotation 1 = 100.

In zesjarige rotaties met 1/6 aardappelen en/of suikerbieten, 2/6 granen en diversen, worden hoge opbrengsten verkregen die voorzover bekend niet beïnvloed worden door afnemende bodemvruchtbaarheid. Ten opzichte van de akkerbouwmatige situatie geven de aardappelen na twee- of driejarige kunstweide een extra opbrengst van enige procenten. Voorvruchteffecten, anders dan de mate van stikstofnalevering, treden in deze rotaties niet op. Alleen de verbouw van suikerbieten direct na aardappelen geeft, onafhankelijk van de teeltfrequentie, een 3% lagere opbrengst.

De vierjarige rotatie met aardappelen, zomergerst, wintertarwe en suikerbieten geeft goede opbrengsten. De aardappelen brengen echter ca 7% minder op dan in zesjarige rotaties, terwijl ook de wintertarwe ca 9% minder produceert dan in een qua voorvrucht vergelijkbare zesjarige rotatie. Door oogvlekkenziektebestrijding is dit verschil te beperken.

In de driejarige rotaties blijven de aardappelopbrengsten duidelijk achter. Onafhankelijk of suikerbieten eveneens in de rotatie voorkomen is de produktie ca 7% lager dan in de 1 op 4 teelt. Bij suikerbieten als directe voorvrucht voor aardappelen blijft de produktie nog eens ca 10% extra achter. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de overige bouwplannen steeds grasgroenbemester, luzerne, kunstweide of graszaad aan de aardappelen voorafgaat.

De uitkomsten van het proefveld kunnen ten dienste worden gesteld aan bedrijven en bedrijfstypen in Nederland.

De bij aardappelen waargenomen frequentie-effecten ontstaan hoofdzakelijk door bodemorganismen, die door de teelt van consumptie-aardappelen sterk naar voren komen en een negatieve invloed hebben op de opbrengst. Voor vergelijkbare poldergronden zal deze invloed van het bodemleven nagenoeg hetzelfde zijn. De vraag is nu in hoeverre bodemfysische en -chemische factoren als de minerale samenstelling, gehalten aan kalk en organische stof, aëratie en zuurgraad, de groei en ontwikkeling van dit bodemleven mede bepalen. Het vermoeden lijkt gerechtvaardigd (op basis van initieel onderzoek in deze richting), dat voor andere klei- en zavelgronden analoge effecten als op "De Schreef" verkregen, zich zullen voordoen.

Verder mag worden verwacht dat een groter deel bieten en consumptie-aardappelen in het bouwplan op het oude land de daar toch al minder stabiele bodemstructuur sterker zal benadelen dan op "De Schreef". Er moet daar dus met een risico van opbrengstderging worden gerekend.

Op lichtere gronden zal bij aardappelen rekening moeten worden gehouden met een zwaardere aantasting door Rhizoctonia dan op "De Schreef".

Bij de teelt voor pootgoed kunnen kleinere opbrengsteffecten worden verwacht dan bij de consumptieteelt, doordat de specifieke gewasimpulsen van kortere duur zijn. Bovendien is uit periodieke rooiingen op "De Schreef" gebleken, dat de laatste maand van de groeiperiode soms een in verhouding grotere bijdrage aan de opbrengstdepressies kan leveren. Verder kan na pootgoed een groenbemester worden geteeld, wat de bodemvruchtbaarheid in algemene zin ten goede komt.

Voor situaties waarin het aardappelcystenaaltje van betekenis is en/of grondontsmetting wordt toegepast, kan op basis van resultaten uit dit onderzoek vooralsnog geen bijdrage worden geleverd.

Het verbouwen van de aardappelen na de suikerbieten in driejarige rotaties moet voor consumptie-aardappelen worden afgeraden. De exacte reden hiervoor is nog onvoldoende uit het onderzoek verklaard. Anderzijds is er bij de opvolging aardappelen-suikerbieten kans op een lagere suikeropbrengst van de bieten. Ook hiervan is de oorzaak vooralsnog onvoldoende bekend.

Het opnemen van meer aardappelen en bieten in het bouwplan kan een exten-

sivering van de overige teelten met zich meebrengen. In het geval van wintertarwe kan dit tot hogere opbrengsten leiden. Bouwplanvernuwing in de richting van veel consumptie-aardappelen en bieten leidt tot minder gelegenheid voor de teelt van groenbemestingsgewassen en een grotere bewerking- en berijdingsintensiteit van de grond. Dit kan een belangrijke aanslag op de bodemvruchtbaarheid betekenen. Het grote belang van het van buiten het bedrijf betrekken van organisch materiaal is hiermee benadrukt, evenals de zorgvuldigheid waarmee de grondbewerkingen moeten worden uitgevoerd.

16. Summary and conclusions

The crop rotation trial "De Schreef" was begun in 1963 on newly reclaimed polder soil in East Flevoland. Characteristics of the soil are given in Table 1. The aim of this rotation trial is to study the influence of different systems of crop rotation on soil structure, soil fertility, diseases, pests and growth, yield and quality of the crops.

The rotations included in the trial are shown in Annex 1. They are classified according to the frequency of root crops (potatoes and sugar-beet) grown. The Rotations 6a, 6b and 6c represent ley-arable systems.

In this trial all phases of each rotation are present each year. The trial consists of 65 plots. The size of each plot is 285 m by 12 m (approx. 0.34 ha). This size makes it possible to cultivate, sow, harvest, etc., mechanically, which is normal farm practise. As there are no replications, the total area used in the trial is approximately 22 ha.

The effect of nitrogen is studied on sub-plots for test crops of winter wheat, spring barley, potatoes and sugar-beet.

Research results of the trial in the period 1963-1977, in which time the three-crop rotation has gone through five cycles, are:

- soil structure did not show significant differences in relation to crop rotation. Small differences in workability of the soil in spring were experienced in some years, but no differences in crop yields resulted (Tables 2, 3, 4 and 5).
- Soil fertility was good in all rotations. Differences in potassium and phosphate contents of the soil can be compensated by adapting fertilizer dressing to the cropping system.
- In rotations with a high frequency of root crops, the organic-matter content tended to be lower (Table 6).
- The density of parasitic nematodes present is dependant on the rotation. Cyst-forming species were not found, but free-living nematodes of the *Pratylenchus* en *Paratylenchus* species are found in all rotations. However, densities have not been high enough to damage crops (Tables 10, 11 and 12).
- The density of annual and perennial weeds is dependant on the rotation (Figures 2 and 3).
- In Rotation 3b weeds were such a problem that the lucerne crop had to be destroyed with glyfosate at the end of the season to eradicate as many weeds as possible. The yield and quality of the test crops became more and more dependant on frequency of growing and the preceding crop grown.

- Differences in potato yields are clearly dependant on frequency of potato growing. When sugar-beet preceded potatoes, the crop gave a lower yield. Potatoes grown after a ley crop gave a better yield than after other crops. Taken over the period 1975-1977, average potato yields were highest in the six-crop rotations (2a, 3a). In rotations with ley (6a, 6b, 6c) yields increased by 2-5%.

In rotations with ley (6a, 6b, 6c) yields increased by 2-5%. In four-crop rotations (4a and 4b), the maximum yield was 6% lower than in six-crop rotations.

In three-crop rotations with potatoes, a yield decrease of 15% over the yield for six-crop rotations was observed. When in three-crop rotations with potatoes a sugar-beet crop immediately preceded the potato crop, yields decreased a further 10%. Only an immediately preceding sugar-beet crop had any influence on the potato crop. Differences in yields between the three-crop and six-crop rotations were only apparent after the first 6 years of the trial. Since 1974 the differences appear to have stabilized at levels shown in Table 14 and Figures 5 and 6. The quality of the tubers also decreased in rotations with a high frequency of potatoes. In three-crop rotations, more deformed tubers were found than in other rotations, and attack by scab was more dominant (Figures 7, 8 and 9).

- In this trial no relation was found between differences in yield of sugar and the frequency of sugar-beet growing. Potatoes grown as preceding crop to sugar-beet caused 3% lower sugar yields over the 10 years prior to 1977. The effect of a preceding potato crop is independant of the frequency of growing; it was found in the three-crop Rotation 5a, as well in the six-crop ley-arable Rotations 6a, 6b and 6c (Table 31 and Figure 21).

- Yields of winter wheat are related to the frequency of cereal growing. From 1967 onwards the yield in Rotation 3a differed from that of 4a by approximately 10% (Table 34). The main reason for this difference is attack by eyespot.

In recent years the search for the causes of differences in yields, especially in potatoes, has intensified. In pot trials with soil from the rotations, effects on growth and yield similar to those of the field trial were found. This means that soil structure and soil fertility, which were optimal in the pot trials, only play a minor role. When the soil was sterilized, by heating or chemicals, no differences in yield occurred (Figure 18), an indication that soil organisms such as bacteria or fungi must play a role in yield differences. Therefore, it may be possible to eliminate the additional yield decreases that occur if potatoes are grown directly after sugar-beet in three-crop rotations. Further research to identify these micro-organisms is being done.

17. Literatuur

Anonymus, (1971)
Biochemical interactions among plants. National Academy of Sciences, Washington DC.

Albers, H. (1976)
Een onderzoek naar opbrengstverlagende factoren bij het gewas aardappelen, uitgevoerd in het kader van het vruchtwisselingsonderzoek op het proefveld "De Schreef". Doctoraal onderzoek Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde en Vakgroep Bodemkunde en Bemesting, LH Wageningen

- Bosselaar, S. (1977)
Onderzoek naar de oorzaken van de aanzienlijke opbrengstdepressie bij de teelt van aardappelen in een nauw vruchtwisselingsverband met suikerbieten als directe voorvrucht. Doctoraal onderzoek Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, LH Wageningen.

Buurma, J.S. (1976)
Onderzoek naar de invloed van suikerbieten als voorvrucht van aardappelen Doctoraal onderzoek Vakgroep Bodemkunde en Bemesting, LH Wageningen.

Buurma, J.S.; van Straalen, G.; Vos, F.J. (1976)
Verslag omtrent het vruchtwisselingsonderzoek op "De Schreef" en PA 415 tijdens het groeiseizoen 1976. Praktijkverslag Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, LH Wageningen.

Heringa, J.W. (1975)
Stoffen uit oogstresten die schadelijk zijn voor de navrucht. Bedrijfsontwikkeling, 6e jaargang, nr. 6.

Heringa, J.W.; Groenwold, J.; Schoonderbeek, D (1980)
An improved method for the isolation and the quantitative measurement of crop roots. Netherland Journal for Agricultural Science 28 (pag. 122-129).

Hoekstra, O.; Maenhout, C.A.A.A. (1976)
12 jaar "De Schreef". Resultaten van het vruchtwisselingsonderzoek op de bouwplanneproef "De Schreef". Proefstation voor de Akkerbouw, rapport nr. 33.

Luitjens, E.J.; Soesbergen, G.A.; Hoekstra, O. (1979)
Aspecten van het vruchtwisselingsonderzoek op "De Schreef". Stichting voor Bodemkartering, rapport nr. 1425.

Luitjens, E.J. (1978)
De invloed van de kluitgrootte van het pootbed op de opkomst van aardappelen. Doctoraal onderzoek Vakgroep Grondbewerking, LH Wageningen.

Lynch, J.M. (1978)
Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containing plant residues. Soil. Biol. Biochem., Vol. 10 (pag. 131-135).

Ponnamperuma, F.N., e.a. (1967)
Redox equilibria in flooded soils: I. The iron hydroxide system. Soil science, Vol. 103, no. 6.

Turner, F.T.; Patrick, Wm.H. (1968)
Chemical changes in waterlogged soils as a result of oxygen depletion. 9th
International Congress of soil science transactions, Adelaide, Australia;
Vol. IV.

Wang, Thomas S.C.; e.a. (1966)
Soil phenolic acids as plant growth inhibitors. Soil Science, Vol. 103,
no. 4 (pag. 239-246).

Bijlagen

Bijlage 1. Bouwplannenproef "De Schreef"

aandeel hakvruchten	code van het bouwplan	bouwplannen
geen hakvruchten	1	w.tarwe-vlas-grasz.*-koolz.-z.gerst*-gr.erwt.
1/6 hakvruchten	2a	w.tarwe-vlas-grasz.*-aard.z.gerst*-gr.erwt.
	2b	w.tarwe-vlas-grasz.*-s.bieten-z.gerst*-gr.erwt.
	3a	w.tarwe-vlas*-s.bieten-z.gerst-gr.erwt.*-aard.
	3b	aard.-z.gerst-luzerne
2/6 hakvruchten	3c	aard.-z.gerst-grasz.*
	3d	s.bieten-z.gerst-grasz.*
3/6 hakvruchten	4a	z.gerst*-aard.-w.tarwe*-s.bieten
	4b	z.gerst*-aard.-grasz.*-s.bieten
4/6 hakvruchten	5a	aard.-s.bieten-z.gerst*
	5b	aard.-grasz.*-s.bieten
2/6 hakvruchten + variërend aan- deel kunstweide	6a	kunstw.-aard.-s.bieten-gr.ert.*-haver-w.tarwe
	6b	kunstw.-kunstw.-aard.-s.bieten-gr.erwt.-w.tarwe
	6c	kunstw.-kunstw.-kunstw.-aard.-s.bieten-z.gerst

* betekent: groenbemesting (1tal,raalgras na w.tarwe,z.gerst, erwten en graszaad;
witte klaver na vlas)

Annex 1. The crop rotation trial 'De Schreef'.

proportion rootcrops	number of the rotation	rotations
no rootcrops	1	w.wheat-flax-grass seed*-rape seed-s.barley*-peas
1/6 rootcrops	2a	w.wheat-flax-grass seed*-potatoes-s.barley*-peas
	2b	w.wheat-flax-grass seed*-sugar beet-s.barley*-peas
2/6 rootcrops	3a	w.wheat-flax*-sugar beet-s.barley-peas*-potatoes
	3b	potatoes-barley-lucerne
	3c	potatoes-s.barley-grass seed*
	3d	sugar beet-barley-grass seed*
3/6 rootcrops	4a	s.barley*-potatoes-w.wheat*-sugar beet
	4b	s.barley*-potatoes-grass seed-sugar beet
4/6 rootcrops	5a	potatoes-sugar beet-s.barley*
	5b	potatoes-grass seed*-sugar beet
2/6 rootcrops + variable proportion ley	6a	ley-potatoes-sugar beet-peas*-oats-w.wheat
	6b	ley-ley-potatoes-sugar beet-peas-w.wheat
	6c	ley-ley-ley-potatoes-sugar beet-s.barley

*means: green manuring (1t,rye grass after winter wheat, summer barley, peas and grass seed;
white clover after flax)

Bijlage 2. Bezetting aan zaadonkruiden over de jaren 1974, '75, '77 en '78.*

1	gerst 4,1	erwt 4,0	tarwe 4,8	vlas 4,7	grasz. 4,7	koolz. -	
2a	gerst 2,4	erwt 2,7	tarwe 3,0	vlas 3,7	grasz. 3,3	aard. 0,8	
2b	gerst 2,6	erwt 2,7	tarwe 3,3	vlas 3,7	grasz. 3,7	bieten 4,0	
3a	gerst 5,9	erwt 3,0	aard. 2,8	tarwe 3,3	vlas 4,0	bieten 6,0	
3b	gerst 2,9	luz. -	aard. 1,5				
3c	gerst 4,9	grasz. 0,5	aard. 0,8				
3d	gerst 5,1	grasz. 2,5	bieten 3,0				
4a	gerst 1,6	aard. 1,5	tarwe 1,5	bieten 1,0			
4b	gerst 2,1	aard. 2,0	grasz. 1,0	bieten 1,0			
5a	gerst 2,3	aard. 3,8	bieten 3,0				
5b	grasz. 2,0	bieten 1,0	aard. 1,3				
6a	tarwe 2,3	kw I -	aard. 1,5	bieten 1,0	erwt 1,0	haver 5,0	
6b	tarwe 2,5	kw I -	kw II -	aard. 0,8	bieten 3,0	erwt 1,7	
6c	gerst 3,0	kw I -	kw II -	kw III -	aard. 0,3	bieten 2,0	
gemiddelde bezetting aan zaadonkruid per gewas:				gerst	3,4	graszaad	2,5
				tarwe	3,0	vlas	2,9
				aardappelen	1,6	erwten	2,5
				bieten	2,5		

* een hoger getal betekent meer zaadonkruid

Bijlage 3. Bezetting aan wortelonkruiden over de jaren 1974, '75, '77 en '78.*

1	gerst 1,1	erwt 0,7	tarwe 0,7	vlas 0,0	grasz. 0,1	koolz. -		
2a	gerst 1,0	erwt 0,3	tarwe 0,7	vlas 0,0	grasz. 0,3	aard. 0,5		
2b	gerst 0,9	erwt 0,3	tarwe 0,7	vlas 0,0	grasz. 0,7	bieten 1,0		
3a	gerst 3,6	erwt 1,0	aard. 2,8	tarwe 2,5	vlas 0,7	bieten 5,0		
3b	gerst 5,4	luz. -	aard. 3,8					
3c	gerst 0,8	grasz. 0,0	aard. 0,0					
3d	gerst 2,8	grasz. 0,0	bieten 2,0					
4a	gerst 2,9	aard. 0,2	tarwe 1,5	bieten 1,0				
4b	gerst 1,0	aard. 0,2	grasz. 0,3	bieten 1,0				
5a	gerst 2,5	aard. 1,3	bieten 1,5					
5b	grasz. 1,3	bieten 0,5	aard. 0,8					
6a	tarwe 0,5	kw I -	aard. 0,2	bieten 1,0	erwt 1,0	haver 2,6		
6b	tarwe 0,8	kw I -	kw II -	aard. 0,0	bieten 0,0	erwt 0,0		
6c	gerst 1,9	kw I -	kw II -	kw III -	aard. 0,4	bieten 0,5		
gemiddelde bezetting aan wortelonkruid per gewas:					gerst	2,1	graszaad	0,4
					tarwe	1,1	vlas	0,2
					aardappelen	0,9	erwten	0,6
					bieten	1,4		

* een hoger getal betekent meer wortelonkruid

Bijlage 4. Kenmerken van het gewas aardappelen en de opbrengst per bouwplan, 1975.

kenmerken	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
gem. gewashoogte 27 juni van 75, 150, 225 en 300 N	36	38	-	34	36	37	33	33	-	-	-
gem. bladbedekkingsgraad 1, 8, 15, 22 en 29 augustus	0 N 54 81	66 81	-	49 76	52 76	53 78	50 82	47 70	54 86	73 85	79 86
opbr. knollen >35 mm ton/ha	0 N	34,3	32,9	26,4	33,8	33,3	27,7	28,2	34,1	42,6	46,9
opbr. knollen >35 mm ton/ha max. N	44,6	45,4	36,8	37,3	40,8	41,4	37,7	34,9	43,9	46,3	48,9
niveau optimum N	225 N	150 N	75 N	150 N	150 N	150 N	300 N	300 N	225 N	150 N	150 N
onderwatergewicht	0 N	422	422	432	413	422	425	422	442	421	412
onderwatergewicht opt. N	390	381	415	404	397	398	391	402	385	393	383
sortering >55 mm in %	0 N	33	36	23	35	28	24	22	31	47	49
sortering >55 mm in % opt. N	45	44	39	37	40	41	36	21	39	52	51
uitwendige knoikwaliteit *)	8,5	8,5	6,8	6,5	7,3	7,8	6,8	6,5	7,8	7,8	7,5
percentage mis- vormde knollen	1,0 1,5	0,5 1,8	1,2 1,0	1,6 0,6	1,2 1,2	0,7 1,3	0,6 0,3	0,1 0,6	0,5 1,1	1,7 1,8	2,0 2,0
knoelaantasting schurft	8,2	7,1	5,9	6,5	6,8	6,8	5,3	6,3	8,3	8,4	7,6
knoelaantasting sclerotien Rhizoctonia	8,9	9,0	8,2	8,1	8,1	8,7	8,0	7,9	7,7	6,5	6,7
percentage grond en kluiten	8	8	7	23	10	9	14	10	5	5	5

*) waarderling volgens ATF te Dronten

Bijlage 5. Kenmerken van het gewas aardappelen en de opbrengst per bouwplan, 1976.

kenmerken	2a		3a		3b		3c		4a		4b		5a		5b		6a		6b		6c	
gem. gewashoogte 24/6, 30/6 en 9/7 van 75, 150, 225 en 300 N	49	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47	49	47	47	45	45	50	49	49	49	51	51
gem. bedekkingsgraad 12, 19, 26 en 31 augustus	0 N opt. N	46 71	61 68	69 74	40 70	40 70	44 64	44 64	40 70	44 64	44 64	51 67	47 70	47 70	38 47	38 47	50 76	68 73	68 73	68 73	74 85	74 85
opbr. knollen >35 mm ton/ha opbr. knollen >35 mm ton/ha max. N	0 N 48,3	40,9 44,3	41,0 44,2	41,8 42,4	33,8 42,9	33,8 42,9	38,8 46,4	38,8 46,4	33,8 42,9	38,8 46,4	38,8 46,4	42,2 47,1	37,3 45,2	37,3 45,2	32,9 35,2	32,9 35,2	40,9 47,0	46,8 49,9	46,8 49,9	49,9 51,4	49,9 51,4	
niveau optimum N	225 N	150 N	150 N	75 N	225 N	225 N	225 N	225 N	225 N	225 N	225 N	225 N	225 N	300 N	75 N	75 N	150 N	75 N	75 N	75 N	225 N	225 N
onderwatergewicht	0 N	415	377	381	416	416	414	414	416	414	414	402	411	411	412	412	419	355	355	357	357	
onderwatergewicht	opt. N	372	365	373	370	370	369	369	370	369	369	364	364	364	399	399	369	356	356	348	348	
sortering >55 mm in %	0 N	15	23	30	19	19	14	14	19	14	14	17	18	18	14	14	16	30	30	25	25	
sortering >55 mm in %	opt. N	21	24	29	28	28	22	22	28	22	22	24	28	28	19	19	28	28	28	27	27	
uitwendige knolkwaliteit *)	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	
percentage mis- vormde knollen	groei-scheuren doorwas	0,5 1,9	0,9 1,8	1,7 2,0	1,4 1,2	1,4 1,2	1,5 1,6	1,5 1,6	1,7 2,0	1,5 1,6	1,5 1,6	0,9 1,8	1,2 1,5	1,2 1,5	0,2 1,7	0,2 1,7	0,6 1,4	2,0 1,7	2,0 1,7	1,4 0,8	1,4 0,8	
knolaantasting schurft		7,5	8,3	8,3	7,3	7,3	7,6	7,6	7,3	7,6	7,6	7,7	7,7	7,7	7,9	7,9	7,7	7,0	7,0	7,1	7,1	
knolaantasting sclerotien Rhizoctonia		9,0	9,8	8,7	7,5	7,5	7,8	7,8	7,5	7,8	7,8	8,5	8,9	8,9	8,9	8,9	8,5	6,9	6,9	8,0	8,0	
percentage grond en kluiten		2,0	1,6	0,4	2,5	2,5	2,8	2,8	2,5	2,8	2,8	2,6	1,1	1,1	1,3	1,3	1,9	1,8	1,8	0,6	0,6	

*) waardering volgens ATF te Dronten

Bijlage 6. Kenmerken van het gewas aardappelen en de opbrengst per bouwplan, 1977.

kenmerken	2a	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	6a	6b
gem. gewas hoogte 13/6 en 24/6 van 75, 150, 225 en 300 N	33	30	-	30	31	31	30	26	-	-
gem. bedekkingsgraad 21 juli en 4 en 26 augustus	0 N opt. N	41 54	42 57	36 50	41 51	38 53	35 43	22 33	36 56	40 63
opbr. knollen >35 mm ton/ha opbr. knollen >35 mm ton/ha max. N	38,2 44,7	33,4 40,8	34,4 39,5	32,1 39,0	33,9 41,5	33,5 40,9	31,6 36,8	21,5 27,2	35,7 46,0	42,0 45,6
niveau optimum N	150 N	225 N	300 N	300 N	300 N	300 N	225 N	300 N	225 N	300 N
onderwatergewicht	0 N	415	395	407	411	420	423	418	403	407
onderwatergewicht opt. N	390	388	396	392	392	389	396	401	397	382
sortering >55 mm in % sortering >55 mm in % opt. N	35 44	35 43	39 43	34 41	35 47	36 43	34 38	23 30	37 49	45 47
uitwendige knoikwaliteit *)	8,3	7,3	7,0	7,0	7,0	7,8	6,8	6,8	8,0	8,0
percentage mis- vormde knollen groei schuren doorwas	2,3 1,3	1,2 0,8	2,0 0,2	1,4 1,1	1,5 0,3	1,0 1,0	1,7 0,6	1,1 0,0	1,7 1,0	2,3 0,6
knolaantasting schurft	7,5	6,5	5,9	6,4	5,7	6,3	6,0	5,8	7,1	7,3
knolaantasting sclerotien Rhizoctonia	8,4	8,3	7,9	6,2	6,5	7,6	7,0	6,3	8,1	6,9
percentage grond en kluitten	16	18	16	19	17	21	16	18	16	8

*) waarderling volgens ATF te Dronten

Bijlage 7. Maximum opbrengst aan verse knollen en drogestof over de jaren 1975, 1976 en 1977.

bouw- plan	1975			1976			1977			1975-1977 gem.										
	max. knol- opbrengst ton/ha	max. knol- opbrengst stof %	drogestof ton/ha rel.	max. knol- opbrengst ton/ha	max. knol- opbrengst stof %	drogestof ton/ha rel.	max. knol- opbrengst ton/ha	max. knol- opbrengst stof %	drogestof ton/ha rel.	max. knol- opbrengst ton/ha	max. knol- opbrengst stof %	drogestof ton/ha rel.								
2a	44,6	100	20,5	9,14	100	48,3	100	19,6	9,47	100	44,7	100	20,5	9,16	100	45,8	100	20,2	9,25	100
3a	45,4	102	20,0	9,08	99	44,2	92	19,2	8,49	90	40,8	91	20,4	8,32	91	43,5	95	19,9	8,66	94
3b	36,8	83	21,7	7,99	87	42,4	88	19,6	8,31	88	39,5	88	20,8	8,22	90	39,6	86	20,7	8,20	89
3c	37,3	84	21,2	7,91	87	42,9	89	19,5	8,37	88	39,0	87	20,6	8,03	88	39,7	87	20,4	8,10	88
4a	40,8	91	20,8	8,49	93	46,4	96	19,4	9,00	95	41,5	95	20,6	8,55	93	42,9	94	20,3	8,71	94
4b	41,4	93	20,9	8,65	93	47,1	98	19,2	9,04	95	40,9	91	20,4	8,34	91	43,1	94	20,2	8,71	94
5a	37,7	85	20,5	7,73	85	45,2	94	19,2	8,68	92	36,8	82	20,8	7,65	84	39,9	87	20,2	6,06	87
5b	34,9	78	21,1	7,36	81	35,2	73	20,9	7,36	78	27,2	61	21,0	5,71	62	32,4	71	21,0	6,80	74
6a	43,9	98	20,2	8,87	97	47,0	97	19,4	9,12	96	46,0	103	20,8	9,57	104	45,6	100	20,1	9,17	99
6b	46,3	104	20,6	9,54	104	49,9	103	18,8	9,38	99	45,6	102	20,1	9,17	100	47,3	103	19,8	9,37	101
6c	48,9	110	20,1	9,83	108	51,4	106	18,3	9,41	99	48,1	108	20,0	9,62	105	49,5	108	19,5	9,65	104

Bijlage 8. Verloop van de mate van stengelaantasting door Rhizoctonia (in %) tijdens het groeiseizoen bij 6 bouwplannen, 1974.

bouwplan	11/7	18/7	25/7	1/8	8/8	15/8	22/8	29/8	5/9	12/9	gemiddeld
3e	13	10	6	17	17	1	20	38	37	34	19
4a	30	28	34	47	44	51	46	33	30	47	40
5a	73	69	57	69	88	94	100	94	88	88	82
5b	22	20	29	39	51	63	73	92	87	82	56
2a	0	2	14	16	35	32	0	2	14	16	13
3c	83	81	75	88	91	91	100	97	97	94	90

Bijlage 9. Verloop van de verse knolopbrengst (>10 mm) in ton/ha tijdens het groeiseizoen bij 6 bouwplannen, 1975.

bouwplan	18/6	24/6	30/6	7/7	14/7	21/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9
3a	0,3		6,8		17,9	26,1	30,2	36,2	40,1	44,0	52,2	57,3	60,3
4a	0,1		5,6		16,9	23,1	27,5	30,8	34,9	41,4	45,2	53,0	51,6
5a	0,1		5,4		14,5	21,2	23,4	30,0	31,4	35,8	41,3	46,8	51,7
5b	0,3		5,1		14,3	21,3	24,2	26,4	29,4	32,1	36,0	41,6	42,7
2a		2,0		13,6		26,4		33,7		48,8		52,6	
3c		1,4		9,4		20,2		31,2		38,6		46,7	

Bijlage 10. Verloop van het verse loofgewicht in ton/ha tijdens het groeiseizoen bij 6 bouwplannen, 1975.

bouwplan	18/6	24/6	30/6	7/7	14/7	21/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9
3a	3,3		13,7		21,2	27,8	28,8	24,8	26,6	27,5	28,4	24,9	22,0
4a	2,3		11,7		20,0	23,1	25,7	21,4	21,6	23,1	23,6	22,3	17,8
5a	2,6		12,1		16,7	22,4	19,1	20,7	20,0	18,6	22,2	19,4	17,4
5b	3,1		10,0		15,0	21,6	19,1	16,4	15,3	14,1	15,2	14,4	12,4
2a		9,9		17,2		24,5		26,1		27,2		23,8	
3c		9,5		13,0		20,1		23,0		21,4		21,6	

Bijlage 11. Aantal stengels en knollen >10 mm per plant en $\frac{1}{2}$ knollen met doorwas bij 6 bouwplannen, (gemiddelde van alle proefrooilijnen), 1975.

bouwplan	aantal stengels per plant		$\frac{1}{2}$ knollen met doorwas	
	et.11	et.111	et.11	et.111
3a	5,4		22,2	22
4a	4,9		18,5	19
5a	4,7		18,5	17
5b	5,4		18,4	14
2a	5,3		19,2	20
3c	5,6		17,1	21

Bijlage 12. Aardappelen, bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b (praktijk N): het verloop van de LAI (m² bladoppervlak/m²) per blad-erage gedurende het groeiseizoen, 1975.

datum	3a			4a			5a			5b						
	et.1	et.11	et.111	et.1	et.11	et.111	et.1	et.11	et.111	et.1	et.11	et.111				
14/7	2,7	0,3	-	3,0	2,5	0,3	-	2,8	2,2	0,2	-	2,4	2,1	0,1	-	2,2
21/7	3,5	0,6	-	4,1	2,4	0,5	-	2,9	2,8	0,4	-	3,2	2,3	0,2	-	2,5
28/7	3,3	0,7	-	4,0	2,5	0,5	-	3,0	2,5	0,4	-	2,9	2,6	0,4	-	3,0
4/8	1,9	1,3	-	3,2	1,9	0,9	-	2,8	1,9	0,8	-	2,7	1,7	0,5	-	2,2
11/8	2,4	1,3	0,1	3,8	1,9	1,1	0,1	3,1	1,9	0,8	0,1	2,8	1,9	0,4	-	2,3
18/8	1,3	1,5	0,3	3,1	1,7	0,9	0,1	2,7	1,8	1,0	0,1	2,9	1,8	0,4	-	2,2
25/8	1,8	1,8	0,3	3,9	1,8	1,1	0,1	3,0	2,1	1,1	-	3,2	1,6	0,6	-	2,2
1/9	1,6	1,8	0,2	3,6	1,5	1,1	0,1	2,7	1,6	0,9	-	2,5	1,7	0,4	-	2,1
8/9	0,8	1,5	0,4	2,7	1,0	1,0	-	2,0	1,2	0,8	-	2,0	1,1	0,5	-	1,6

Bijlage 13. Verloop van de mate van stengelaantasting door Rhizoctonia (in $\frac{1}{2}$) tijdens het groeiseizoen in 6 bouwplannen, 1975.

bouwplan	30/6			28/7			25/8			gemiddeld
	18/6	14/7	11/8	8/9						
3a	8	14	3	28	36	9	0	14		
4a	25	28	45	38	25	50	25	34		
5a	14	27	14	6	34	38	25	23		
5b	6	2	0	0	13	6	19	7		
2a	8	6	7	0	6	6	13	7		
3c	8	30	42	50	54	49	50	40		

Bijlage 14. Verloop van de verse knoelbrengst (>10 mm) in ton/ha tijdens het groeiseizoen bij 7 bouwplannen, 1976.

bouwplan	24/5	31/5	8/6	14/6	21/6	28/6	5/7	12/7	19/7	26/7	2/8	9/8	16/8	23/8	30/8	11/9
3a	-	-	-	2,9	7,7	10,1	14,7	16,4	24,9	27,0	39,0	36,0	47,1	47,5	58,6	
4a	-	-	-	-	7,1	7,1	14,5	14,5	18,2	24,9	33,8	36,0	44,5	47,5	55,5	65,1
5a	-	-	-	-	3,2	9,7	14,5	15,6	18,2	22,1	35,1	35,1	44,5	47,5	57,1	54,2
2a	-	-	-	4,6	7,9	13,8	14,5	20,9	20,9	31,1	32,2	47,7	52,8	57,5	65,3	65,3
3c	-	-	-	-	5,3	14,6	14,5	19,6	20,6	28,6	32,2	45,3	52,8	57,5	64,4	59,4
6c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,5

Bijlage 15. Verloop van het verse loofgewicht in ton/ha tijdens het groeiseizoen bij 7 bouwplannen, 1976.

bouwplan	24/5	31/5	8/6	14/6	21/6	28/6	5/7	12/7	19/7	26/7	2/8	9/8	16/8	23/8	30/8	11/9
3a	2,9	2,9	5,8	6,5	10,8	12,7	16,0	16,6	22,9	23,2	23,3	26,7	23,7	22,8	24,1	
4a	0,7	0,7	5,5	9,8	9,8	11,6	14,8	14,3	18,2	16,1	26,5	18,6	22,6	22,9	22,9	
5a	3,0	3,0	5,7	8,5	11,6	16,4	14,3	19,7	18,2	16,1	26,9	31,1	29,4	15,9	22,9	
2a	4,0	4,0	5,9	11,5	11,5	16,4	16,1	19,7	18,8	25,5	23,7	29,9	29,4	29,1	19,2	
3c	0,5	0,5	5,9	10,7	11,5	17,7	16,1	18,4	18,8	25,5	23,7	29,9	29,4	29,1	19,2	
6c	4,4	4,4	5,9	10,7	11,5	17,7	16,1	18,4	18,8	25,5	23,7	29,9	29,4	29,1	19,2	

Bijlage 16. Aerdoppelen, bouwplannen 3a, 4a, 5a en 5b (praktijk NI): het verloop van de LAI (m² bladoppervlak/m²) per blad-otage gedurende het groeiseizoen, 1976.

datum	3a			4a			5a			5b		
	et. I	et. II	et. III totaal	et. I	et. II	et. III totaal	et. I	et. II	et. III totaal	et. I	et. II	et. III totaal
28/6	1,7	-	1,7	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-
5/7	-	-	-	1,9	0,1	2,0	1,8	0,2	2,0	-	-	1,5
12/7	2,1	0,2	2,3	2,7	0,6	3,3	2,3	0,4	2,7	1,9	0,2	2,1
19/7	2,4	0,6	3,1	2,8	1,0	3,8	2,8	1,0	3,8	2,1	0,5	2,6
26/7	2,6	0,5	3,1	2,8	1,0	3,8	2,8	1,0	3,8	2,4	0,6	3,1
2/8	2,6	0,5	3,1	2,8	1,0	3,8	2,8	1,0	3,8	1,8	0,6	2,4
9/8	2,6	0,5	3,1	2,8	1,0	3,8	2,8	1,0	3,8	1,8	0,6	2,4
16/8	1,8	1,0	3,0	2,3	1,3	3,6	1,9	1,2	3,1	1,8	0,6	2,4
23/8	1,8	1,0	3,0	1,4	1,2	2,6	1,5	1,0	2,5	1,8	0,6	2,4
30/8	1,8	1,0	3,0	1,4	1,2	2,6	1,5	1,0	2,5	1,8	0,6	2,4

Bijlage 23. Verloop mate van stengelaantasting door Rhizoctonia tijdens het groeiseizoen (per 16 planten), 1977.

bouw- plan	aantasting 20/6		aantasting 1/8		aantasting 29/8		gemiddelde aantasting					
	niet	licht zwaar	niet	licht zwaar	niet	licht zwaar	niet	licht zwaar				
3a	2	11	3	2	14	0	7	9	0	4	11	1
4a	0	14	2	1	13	2	5	10	1	2	12	2
5a	1	14	1	2	13	1	0	16	0	1	14	1
5b	2	13	1	0	16	0	0	15	1	0	15	1
2a	10	6	0	2	12	2	0	15	1	4	11	1
3c	0	8	8	0	13	3	0	13	3	0	11	5
6c	6	10	0	4	12	0	1	14	1	4	12	0

Bijlage 24. Het gewichtspercentage vocht, de bewerkbaarheid en de plasticiteit van de grond op twee diepten van de voor aardappelen bestemde percelen.

bouw- plan	1975			1976			1977			gemiddelde 1975-1977			gemiddelde 1975 en 1977		
	gemiddelde 22/4, 28/4, 1/5			gemiddelde 12/3, 16/3, 23/3, 2/4			gemiddelde 20/4, 28/4			gemiddelde 1975-1977			gemiddelde 1975 en 1977		
	gew.% vocht	bewerk- baarheid	plasti- citeit	gew.% vocht	bewerk- baarheid	plasti- citeit	gew.% vocht	bewerk- baarheid	plasti- citeit	gew.% vocht	bewerk- baarheid	plasti- citeit	gew.% vocht	bewerk- baarheid	plasti- citeit
2a	0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv		
	30,7	5,9	42	24,5	6,6	102	25,9	6,1	100	27,0	6,2	81	25,2	6,4	101
	27,0	6,1	61	23,6	6,6	104	25,6	5,9	99	25,4	6,2	88	24,6	6,3	102
	29,8	5,9	51	23,9	6,5	101	26,1	6,1	93	26,6	6,2	82	25,0	6,3	97
	28,3	6,1	59	23,8	6,6	104	25,1	6,3	128	25,7	6,3	97	24,5	6,5	116
	28,2	6,1	61	24,1	6,6	103	22,1	6,2	122	25,8	6,3	95	24,6	6,4	113
5a	28,3	6,2	64	23,4	6,9	107	25,1	6,1	109	25,6	6,4	93	24,3	6,5	108
	29,1	6,1	54	24,6	6,7	107	26,8	5,7	67	26,8	6,2	94	25,7	6,2	87
6c	0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv			0 - 10 cm-nv		
	28,3	6,4	98	27,1	5,9	94	27,1	5,9	94	27,1	5,9	94	27,1	5,9	96
2a	10 - 20 cm-nv			10 - 20 cm-nv			10 - 20 cm-nv			10 - 20 cm-nv			10 - 20 cm-nv		
	34,1	5,0	25	30,2	5,3	30	32,2	5,2	28	32,2	5,2	28	32,2	5,2	28
	31,2	5,2	24	29,8	5,2	35	30,5	5,2	30	30,5	5,2	30	30,5	5,2	30
	33,6	4,8	17	31,1	5,3	32	32,4	5,1	25	32,4	5,1	25	32,4	5,1	25
	32,1	5,0	22	30,7	5,3	38	31,4	5,2	30	31,4	5,2	30	31,4	5,2	30
	33,2	5,1	23	30,5	5,3	34	31,9	5,2	29	31,9	5,2	29	31,9	5,2	29
5a	32,8	5,0	25	29,8	5,3	37	31,3	5,2	30	31,3	5,2	30	31,3	5,2	30
	32,8	5,1	26	31,6	4,9	29	32,2	5,0	28	32,2	5,0	28	32,2	5,0	28

Bijlage 25. Fractieverdeling grond uit geulen na definitief aanvaarden (eind mei) en knol- en loofopbrengst per lodiële rooilijnen, alsmede definitieve maximale knolopbrengst per bouwplan; 1976 en 1977.

bouwplan	1976						1977					
	fractieverdeling			opbrengst knollen 12,26/7,9/8 ton/ha	opbrengst loof 12,26/7,9/8 ton/ha	maximale knolopbr. elidoogst ton/ha	fractieverdeling			opbrengst knollen 4/7,1/8 ton/ha	opbrengst loof 4/7,1/8 ton/ha	maximale knolopbr. elidoogst ton/ha
	<5 mm	5-20 mm	>20 mm				<5 mm	5-20 mm	>20 mm			
2a	31	52	17	33,2	25,9	48,3	29	53	18	22,5	23,6	44,7
3a	27	57	16	26,5	22,2	44,2	30	51	19	20,5	20,9	40,8
3c	31	53	16	28,8	21,8	42,9	24	52	24	19,8	19,7	37,4
4a	26	55	19	31,6	22,4	46,4	25	54	21	20,1	20,7	41,5
4b	30	57	13	31,0	23,6	47,1	28	47	25	20,7	20,4	40,9
5a	27	56	17	27,1	21,1	43,1	27	52	21	20,2	19,4	36,8
5b	22	57	21	24,3	16,3	35,2	19	55	26	16,3	16,0	27,2
6c	37	50	13	31,2	24,6	51,4	30	53	17	22,9	20,0	48,1
6b	35	51	14			49,9	29	55	16			45,6
6a	34	52	14			47,0	29	52	19			46,0
3b	30	54	16			42,4	27	53	20			39,5

Bijlage 26. Kg grond per strekkende meter rug (herleid tot 20 gewichtspercentages vocht), alsmede de fractieverdeling ervan van acht bouwplannen; 1975, 1976 en 1977.

bouwplan	1975			1976			1977					
	fractieverdeling			fractieverdeling			fractieverdeling					
	kg grond per meter rug	<10 mm	10-20 mm	kg grond per meter rug	<10 mm	10-20 mm	kg grond per meter rug	<5 mm	5-10 mm	>20 mm		
2a	58,0	75	17	8	67,4	87	10	3	56,0	12	6	60
3a	64,5	78	16	6	73,3	86	12	2	51,1	12	5	63
3c	57,0	73	19	8	64,7	87	10	3	58,2	60	5	60
4a	63,5	74	18	8	76,2	84	13	3	54,6	51	28	65
4b	64,6	73	19	8	71,0	88	11	2	57,7	62	11	64
5a	63,0	73	19	8	64,3	86	11	3	48,1	58	11	58
5b	52,0	77	16	7	54,3	88	10	2	62,3	44	19	56
6c					66,5	92	7	1	55,4	61	24	6

Bijslage 27. Percentage N in knol en loof in 1975 en 1976 (percentage van de drogestof).

datum	knol		loof	
	3a	5a	3a	5a
1975				
18 juni	2,00	2,02	5,27	4,83
30 juni	1,64	1,61	4,49	4,58
14 juli	1,31	1,23	4,03	4,26
21 juli	1,22	1,19	3,75	4,10
28 juli	1,20	1,26	3,72	3,42
4 augustus	1,11	1,17	3,27	3,52
11 augustus	1,04	1,16	3,19	3,20
18 augustus	1,07	1,10	3,16	3,17
25 augustus	1,05	0,96	2,23	2,14
1 september	1,01	1,18	2,40	2,62
8 september	1,43	1,31	2,27	2,25
1976				
7 juni				5,42
14 juni	2,32		5,46	5,07
21 juni		1,82		4,64
28 juni	2,18		5,02	4,85
5 juli		2,16		4,53
12 juli	1,79		4,02	4,02
19 juli		-		4,26
26 juli	1,71		3,65	3,74
2 augustus		1,58		3,57
9 augustus	-		3,65	3,38
16 augustus		-		3,25
23 augustus	-		2,35	2,77
30 augustus		1,60		2,37

Blzige 29. Kenmerken van de opbrengst van suikerbieten per bouwplan, 1975

Kenmerken	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
wortelopbrengst (ton/ha)	62,6	64,3	64,0	62,3	60,5	61,9	63,1	58,9	60,0	59,4
sulkergehalte	16,0	15,5	15,6	15,7	16,1	16,3	16,0	16,2	16,2	16,1
sulkeropbrengst* (ton/ha)	10,0	10,0	10,0	9,8	9,8	10,1	10,1	9,5	9,7	9,6
opbrengst drogestof (ton/ha)	12,9	12,7	12,5	12,4	12,3	12,8	12,8	12,1	12,6	12,1
opbrengst loof (ton/ha)	30	40	36	34	32	33	34	33	35	33
aantal gerooide bieten/ha	74.000	73.000	75.000	75.000	72.000	74.000	75.000	76.000	78.000	72.000
optimaal traject N-giffen* (kg/ha)	120-160-200	80-120-160	120-160	120-160-200	120-160-200	120-160-200	120-160-200	80-120-160	80-120-160	40-80-120
M.aeq.K / 100 gr biet	5,18	6,06	5,08	5,39	5,42	5,38	5,59	5,94	5,60	5,85
M.aeq.Na/ 100 gr biet	0,14	0,31	0,20	0,20	0,17	0,21	0,22	0,20	0,19	0,22
M.aeq.N / 100 gr biet	1,47	2,53	1,43	1,70	1,53	1,57	1,43	1,60	1,40	1,44
percentage grondtarra	17	17	18	19	20	20	20	18	17	18
percentage takkige bieten	59	34	38	54	55	52	48	36	31	38
sulkeropbrengst bij 0 N (ton/ha)	7,4	9,2	7,3	6,4	6,3	6,2	6,7	6,4	8,1	7,4
verhouding sulkeropbrengst 0 N/optimaal N	74	92	75	66	64	62	69	67	83	77

* Als maximale sulkeropbrengst per bouwplan is gerekend het gemiddelde van de drie opeenvolgende N-trappen met in totaal de hoogste opbrengst. De overige kenmerken van de opbrengst hebben hierop betrekking.

Bijlage 30. Kenmerken van de opbrengst van suikerbieten per bouwplan, 1976

kenmerken	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	6a	6b	6c
wortelopbrengst (ton/ha)	75,8	78,3	75,4	-	75,5	71,9	76,2	-	72,4	76,7
sulkergehalte	16,8	17,0	17,3	-	16,9	16,8	17,0	-	16,6	16,1
sulkeropbrengst* (ton/ha)	12,8	13,3	13,1	-	12,8	12,1	13,0	-	12,0	12,3
opbrengst drogestof (ton/ha)	16,5	16,9	16,8	-	16,6	15,8	16,8	-	15,7	16,3
opbrengst loof (ton/ha)	37	37	35	-	36	37	30	-	40	43
aantal gerooide bieten/ha	65.000	68.000	75.000	-	80.000	68.000	70.000	-	58.000	57.000
optimaal traject N-giften (kg/ha)	120-160-200	0-40-80	80-120-160	-	120-160-200	120-160-200	80-120-160	-	0-40-80	80-120-160
M.aeq.K / 100 gr biet	5,93	6,72	6,15	-	5,81	6,42	5,72	-	6,71	6,92
M.aeq.Na/ 100 gr biet	0,30	0,42	0,40	-	0,37	0,55	0,40	-	0,57	0,60
M.aeq.N / 100 gr biet	2,54	3,12	2,61	-	2,43	2,79	2,57	-	2,34	3,17
percentage grondtarra	15	15	15	-	17	16	15	-	18	15
percentage takkige bieten	32	28	29	-	33	27	26	-	44	33
sulkeropbrengst bij 0 N (ton/ha)	12,2	13,0	12,3	-	11,4	11,4	12,0	-	12,2	12,8
verhouding sulkeropbrengst 0 N/optimaal N	96	98	94	-	87	88	93	-	100	100

* Als maximale sulkeropbrengst per bouwplan is gerekend het gemiddelde van drie opeenvolgende N-trappen met in totaal de hoogste opbrengst. De overige kenmerken van de opbrengst hebben hierop betrekking.

Bijlage 31. Kenmerken van de opbrengst van suikerbieten per bouwplan, 1977

Kenmerken	2b	3a	3d	4a	4b	5a	5b	5a	6a	6b	6c
wortel opbrengst (ton/ha)	75,7	74,2	72,2	72,6	73,8	75,0	71,9	72,4	74,3	75,6	
suikergehalte	17,6	17,3	17,5	17,3	17,5	17,0	16,7	16,6	16,0	15,7	
suikeropbrengst* (ton/ha)	13,3	12,9	12,7	12,6	12,9	12,8	12,0	12,0	11,9	11,9	
opbrengst drogestof (ton/ha)	17,1	16,5	16,0	16,4	16,6	15,9	15,7	15,7	15,7	15,7	
opbrengst loof (ton/ha)	49	52	50	56	52	60	60	60	69	72	
aantal gerooide bieten/ha	77.000	80.000	73.000	77.000	78.000	77.000	77.000	77.000	81.000	77.000	
optimaal traject N-giften* (kg/ha)	80-120-160	40-80-120	40-80-120	80-120-160	0-60-120	80-120-160	80-120-160	40-60-120	0-40-80	0-40-80	
M.aeq.K / 100 gr biet	6,02	5,66	6,02	5,92	5,70	6,30	6,00	5,90	6,13	6,35	
M.aeq.Na / 100 gr biet	0,35	0,34	0,45	0,48	0,42	0,66	0,74	0,67	0,81	1,07	
M.aeq.N / 100 gr biet	2,79	2,64	2,63	2,82	2,45	2,95	3,36	3,70	4,21	4,33	
percentage grondtarra	14	15	13	14	15	14	13	19	19	18	
percentage takklige bieten	14	16	10	13	22	15	15	19	15	21	
suikeropbrengst bij 0 N (ton/ha)	12,6	11,9	12,7	12,5	12,6	12,5	11,7	11,5	11,6	11,8	
verhouding suikeropbrengst 0 N/optimaal N	94	92	99	99	97	97	97	95	97	99	

* Als maximale suikeropbrengst per bouwplan is gerekend het gemiddelde van drie opeenvolgende N-trappen met in totaal de hoogste opbrengst. De overige kenmerken van de opbrengst hebben hierop betrekking.

Bijlage 33. Samenlevings-
 Alkali-alkalibronnen van sulfaatbronnen per koningrijk (miljoen m³ per miljoen inwoners)

jaar	1975						1976						1977														
	2b	3a	3b	3c	4a	4b	5a	5b	5c	6a	6b	6c	7a	7b	7c	8a	8b	8c									
alkaliflits- coëfficiënt	3,52	2,52	3,69	3,29	3,65	3,56	3,56	4,06	3,59	4,14	4,22	2,45	2,29	2,51	2,94	2,50	2,58	2,37	2,28	2,27	2,46	2,27	2,90	2,36	1,78	1,85	1,71
winbaar flitswater	14,1	13,3	13,7	13,7	14,1	14,3	14,3	14,0	14,2	14,2	14,0	14,6	14,5	14,4	14,9	14,4	14,9	14,0	14,6	14,5	14,5	14,5	14,3	14,5	14,3	13,3	13,0
gezuiver- heid	93,3	92,2	93,2	92,7	92,0	93,1	92,9	92,9	92,9	92,9	92,7	92,4	92,4	92,1	92,1	91,0	91,1	91,1	90,5	90,5	90,5	90,5	90,7	90,7	90,5	89,4	88,7

$$Ak = \frac{K + 100}{N}$$

$$AK \geq 1,6$$

$$BZ = \text{pol.} = 0,342 \times (Ak - Na)$$

$$BZ = \text{pol.} = 0,6285 \times (B)$$

$$RK = 99,36 - 0,1427 \times (K + 100) \times \text{pol.}$$

Opdracht 27: Maak een kaart van het legers-afzetgebied en de opbrengst per benaming voor de jaren 1978-1979.

Benaming	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979				
max. opbrengst (ton/ha)	4,9	3,9	4,5	6,4	7,2	7,0	6,0	9,2	6,2	7,6	6,1	7,7	6,0	9,0	9,1	8,4
relatief (%) tot 1978	99	100	92	89	160	95	69	180	65	96	100	100	67	93	100	93
area (ha)	0	0	60	30	100	24	90	140	100	60	100	100	100	100	100	100
opbrengst (t/ha)	114	114	112	117	111	111	115	117	111	101	101	101	101	101	101	101
legering** object onbehandeld (%)	0	3	26	20	57	34	3	45	3	0	0	0	0	0	0	0
1000-koncentratie (ppm)	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9
max. opbrengst (t/ha)	6,0	6,0	4,7	5,9	5,6	5,5	7,3	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
verhouding opbrengst tot N/opt. N	100	100	97	94	75	70	97	76	72	99	74	67	70	95	89	91
relatieve opbrengst (legering als gevolg van benaming-behandeling (%))	9	17	92	76	2	10	3	0	4	2	7	7	7	0	1	0
opbrengstverhouding bij benaming-behandeling (30-100)	95	100	100	94	100	98	99	100	95	95	100	97	97	91	100	100
voetz. aanlasting object onbehandeld (%)	57	25	30	75	47	33	67	11	42	30	3	43	3	10	3	20
voetz. aanlasting object benamy (%)	15	9	34	67	8	45	22	1	17	7	1	8	0	8	1	15
legering** object onbehandeld (%)	41	35	53	97	70	60	3	45	3	0	0	0	0	0	0	1
legering** object benamy (%)	30	20	10	99	60	20	0	31	2	0	0	0	0	0	0	11

* definitieve halimongts tot benaming**
 ** of niet gelevering; behaer legering in stadium deegrijpheid

