

**continueelt en nauwe rotaties  
van aardappelen en suikerbieten**

**resultaten van het vruchtwisselingsonderzoek  
op het proefveld PAGV 1 van 1973 t/m 1978**

**With a summary: potatoes and sugar-beet in monoculture and intensive  
rotations.**

**Results of the trial on PAGV 1 for cropping plans in the  
period 1973-1978.**

**ir J. G. Lamers  
redactie: ing. P. de Jonge**



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



*mm = 139018-01*



# Inhoud

1.	Voorwoord .....	4
2.	Inleiding .....	5
3.	Opzet en uitvoering van de proef .....	7
3.1.	Proefopzet .....	7
3.2.	Veldgrootte .....	8
3.3.	Profielopbouw .....	9
3.4.	Rassen en grondontsmetting .....	11
3.5.	Grondbewerking .....	12
3.6.	Bemesting .....	15
4.	Reactie van gewassen .....	18
4.1.	Aardappelen .....	18
4.1.1.	Algemeen .....	18
4.1.2.	Loof- en knolontwikkeling .....	18
4.1.3.	Opbrengsten .....	22
4.1.4.	Kwaliteit .....	26
4.1.4.1.	Sortering .....	26
4.1.4.2.	Onderwatergewicht .....	28
4.1.4.3.	Knolbezetting met lakschurft ( <i>Rhizoctonia solani</i> ) en schurft ( <i>Streptomyces scabies</i> ) .....	29
4.1.4.4.	Hoeveelheid tarra .....	29
4.2.	Suikerbieten .....	32
4.2.1.	Algemeen .....	32
4.2.2.	Opkomst en ontwikkeling .....	32
4.2.3.	Opbrengsten .....	34
4.2.4.	Kwaliteit .....	36
4.2.4.1.	Suikergehalte .....	36
4.2.4.2.	Hoeveelheid tarra .....	37
4.2.4.3.	Sapzuiverheid .....	37
4.3.	Wintertarwe .....	37
5.	Biologische bodemvruchtbaarheid .....	39
5.1.	Ziekten en plagen .....	39
5.1.1.	Aardappelen .....	39
5.1.1.1.	Aaltjes .....	39
5.1.1.2.	Aardrupsen .....	39
5.1.1.3.	<i>Rhizoctonia solani</i> .....	39
5.1.1.4.	<i>Streptomyces scabies</i> .....	41
5.1.1.5.	<i>Verticillium dahliae</i> .....	41
5.1.2.	Suikerbieten .....	44
5.1.2.1.	Aaltjes .....	44
5.1.2.2.	Bietekevertje ( <i>Atomaria linearis</i> ) .....	44
5.2.	Onkruiden .....	44
6.	Chemische bodemvruchtbaarheid .....	46
6.1.	Stikstof .....	46
6.2.	Fosfaat en kali .....	49
6.3.	Magnesium .....	50
6.4.	Organische stof .....	50

INHOUD (vervolg)

blz.

7.	Fysische bodemvruchtbaarheid .....	51
7.1.	Poriënvolume en luchtgehalte .....	51
7.2.	Bewerkbaarheid in het voorjaar .....	52
7.3.	Kluiterigheid van de grond .....	53
7.4.	Indringingsweerstand van de bouwvoor .....	54
8.	Discussie .....	56
9.	Synthese .....	59
10.	Samenvatting .....	61
11.	Summary .....	62
12.	Literatuur .....	65
	Bijlage	

## 1. Voorwoord

De bouwplanvernuwing die zich in de zestiger en zeventiger jaren in de akkerbouw voordeed en de resultaten van bouwplanvernuwings-onderzoek op het proefveld op "De Schreef" waren in 1973 aanleiding om het proefveld PAGV1 aan te leggen. Dit geschiedde in het kader van het project "Onderzoek naar de produktiecapaciteit van aardappelen en suikerbieten in nauwe rotaties en continueelt".

Op "De Schreef" ging de bouwplanvernuwing niet verder dan 1 op 3-teelt van aardappelen en bieten, in totaal dus 66% rooivruchten. PAGV1 heeft als hoofdobjecten de combinatie van aardappelen en bieten, dus 100% rooivruchten en de continueelt van de beide gewassen.

De vraag of de bodemvruchtbaarheid in haar diverse uitingen in stand kan blijven onder deze omstandigheden staat bij dit onderzoek centraal naast de reactie van de gewassen in de zin van opbrengst en kwaliteit.

Daartoe wordt in dit onderzoek aandacht geschonken aan de vergelijking van niveaus van voorziening met organisch materiaal en de structuur van de bouwvoor. Ook factoren als ziekte- en onkruiddruk krijgen de nodige aandacht.

Deze publikatie kan worden gezien als een markering op de weg naar het eindresultaat van dit onderzoek omstreeks 1985. Het is een belangrijke stap bij het verdiepen van het inzicht in het gedrag van de grond onder constante druk van een zwaar bouwplan.

Projectleider ir J.G. Lamers doet zijn werk met grote inzet, hetgeen leidt tot een hoge mate van motivatie bij de collega's, die in dit multidisciplinaire onderzoek participeren.

De medewerking van:

het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), ir P. Boekel, drs G. Jager en ing. J. Zwiers;

het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG), ir U.D. Perdok;

de Landbouwhogeschool, afdeling Grondbewerking, dr ir J.K. Kouwenhoven;

afdeling Landbouwplantenteelt en Graslandcultuur, ing. K. Scholte;

het PAGV, ir H.F.M. Aarts, ing. O. Hoekstra, ing. L.M. Lumkes, ir C.A.A.A. Maenhout, ing. P. Nicolaï en ir H.H.H. Titulaer;

de Plantenziektenkundige Dienst, ir P.W.Th. Maas;

de Stiboka, dr ir L.A.H. de Smet en ing. I. Ovaa

was onontbeerlijk voor het welslagen van het werk tot nu toe. Deze medewerking zal bij het voortzetten van het onderzoek meer en meer nodig blijken.

Hetzelfde kan worden gesteld met betrekking tot de deugdelijke uitvoering, die aan de proef is gegeven door de sector proefvelden van het PAGV. Men heeft zich alles willen getroosten om het erg ingewikkelde proefveld bij voortdurend optimaal te behartigen. Het is daardoor een goed visitekaartje van het PAGV geworden.

De wiskundige verwerking van het vele cijfermateriaal was in goede handen bij de stafgroep Wiskunde; hetzelfde geldt voor de verzorging van deze publikatie door de stafgroep Redactie en Informatie en de afdeling Personeel, Materiële en Financiële Zaken.

Ik verwacht dat dit werk van nut zal blijken voor zowel onderzoek als voorlichting en praktijk.

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

## 2. Inleiding

De proef PAGV1 is in 1973 op het PAGV-proefbedrijf in Lelystad van start gegaan, in het kader van het project "Onderzoek naar de productiecapaciteit van aardappelen en suikerbieten in nauwe rotaties en continueelt". De noodzaak van dit type onderzoek wordt sterk gevoeld, gezien de ontwikkeling op de individuele akkerbouwbedrijven en de resultaten van vruchtwisselingsonderzoek, zoals dat onder meer op "De Schreef" wordt uitgevoerd (Hoekstra, Maenhout, 1976).

De individuele bedrijfsresultaten moeten worden verbeterd en aangezien uitbreiding van het bedrijf meestal niet mogelijk is, wordt een uitweg gezocht in het verbouwen van gewassen met een hoog saldo. In veel situaties blijven er dan weinig of eenzijdige gewascombinaties over om een gezond bouwplan mee samen te stellen. De grenzen van de intensivering zijn nog onvoldoende bekend. Ook uit een bedrijfseconomische evaluatie van de onderzoekresultaten van "De Schreef" (Preuter, 1976) komt naar voren dat vruchtwisselingsonderzoek zich vooral moet richten op continueelt en twee- en driejarige rotaties met aardappelen en suikerbieten, aangevuld met wintertarwe.

Het doel van deze proef is in de eerste plaats na te gaan welke de mogelijkheden en beperkingen zijn van continueelt van de rooivruchten aardappelen en suikerbieten. In de tweede plaats wordt bestudeerd de invloed van deze nauwe bouwplannen en continueelt op het gewas, voor wat betreft de opbrengst en de gezondheid, op de kwaliteit van het produkt en op de bodemvruchtbaarheid in fysische, chemische en biologische zin.

Een aantal knelpunten bij continueelt en tweejarige rotaties van aardappelen en suikerbieten kan worden onderkend.

Op de eerste plaats betreft dit het optreden van aardappel- en bietecystenaaltjes. Wettelijk is voorgeschreven dat bij een 1 op 3-teelt van aardappelen een resistent ras moet worden verbouwd, of dat eenmaal in de drie jaar de grond moet worden ontsmet. Bij een 1 op 2-teelt van aardappelen kan afwisselend een resistent en een vatbaar ras worden verbouwd, of voortdurend een resistent ras, maar in beide gevallen is een grondontsmetting een maal in de vier jaar verplicht.

Een tweede knelpunt is het behoud van de bodemvruchtbaarheid in fysische en chemische zin. Daar er weinig ruimte is voor het telen van groenbemestingsgewassen zullen de oogstresten, eventueel aangevuld met organische mest, hierbij een belangrijke rol vervullen. Ook maatregelen die de nadelige invloed van veelvuldige berijding en bewerking kunnen verminderen passen in dit kader.

Een derde knelpunt ligt bij het optreden van onkruiden, met name wortelonkruiden, aardappel- en bietenopslag. Om aardappelopslag zo veel mogelijk tegen te gaan, zal het noodzakelijk zijn een kerende grondbewerking na aardappelen te vervangen door een niet kerende, dus ploegen vervangen door cultivateren.

Ook het optreden van ziekten en plagen kan bij hoge teeltfrequenties een belangrijke invloed op de opbrengst en de kwaliteit hebben.

Een ander, eveneens belangrijk (knel)punt vormt de zelf(on)verdraagzaamheid en de onderlinge beïnvloeding (allelopathie) van de gewassen in nauwe rotaties.

Het verslag is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 3 komt de proefopzet uitgebreid aan de orde. De reacties van de gewassen worden in hoofdstuk 4 beschreven. In hoofdstuk 5, 6 en 7 worden achtereenvolgens de biologische, de chemische en de fysische bodemvruchtbaarheid besproken. In hoofdstuk 8 wordt een verband gelegd tussen de reacties van de gewassen en de bodemvruchtbaarheid, waarna een bespreking van de bouwplannen in zijn geheel mogelijk wordt (hoofdstuk 9).





### 3. Opzet en uitvoering van de proef

#### 3.1. Proefopzet

Uitgegaan is van de driejarige rotatie suikerbieten-wintertarwe-aardappelen. De tweejarige rotatie suikerbieten-aardappelen, waarin een aantal varianten is aangebracht, wordt met de driejarige vergeleken. Met de continueelten van aardappelen en van suikerbieten kan de intensivering tot in extreme vormen worden bestudeerd. De rotaties liggen als blokken naast elkaar. In elk blok zijn alle gewassen van het bouwplan elk jaar aanwezig, zodat op deze wijze de jaarinvloeden zo veel mogelijk kunnen worden uitgeschakeld.

Binnen de tweejarige rotatie liggen er drie varianten in grondbewerking en twee varianten in organische bemesting met champignoncompost ("champost"). Elke rotatie en elke variant heeft vier stikstofniveaus. De stikstofniveaus van de driejarige rotatie liggen in drie herhalingen, van de continueelt aardappelen in zes herhalingen en bij de continueelt suikerbieten liggen de stikstofniveaus op het ontsmette gedeelte in twee herhalingen en op het niet ontsmette gedeelte in vier herhalingen. De grondbewerkings-, champost- en stikstofvarianten liggen binnen de tweejarige rotatie in een split-split-plot schema in drie herhalingen.

Tabel 1. Overzicht van de varianten op de vruchtwisselingsproef PAGVI.

bouwplan	hoofdgrondbewerking <sup>a</sup>	champost 20 ton/ha/jaar	grondont- smetting <sup>b</sup>
3P suikerbieten-winter- tarwe <sup>c</sup> -aardappelen	ploegen-ploegen-cultivateren	geen	geen
2P <sup>+</sup> suikerbieten-aardappelen	ploegen-cultivateren	wel	wel
2P suikerbieten-aardappelen	ploegen-cultivateren	geen	wel
2R <sup>+</sup> suikerbieten-aardappelen	rijbanen (cultivateren)	wel	wel
2R suikerbieten-aardappelen	rijbanen (cultivateren)	geen	wel
2C <sup>+</sup> suikerbieten-aardappelen	cultivateren-cultivateren	wel	wel
2C suikerbieten-aardappelen	cultivateren-cultivateren	geen	wel
1P continu suikerbieten	ploegen	wel	wel
1P <sup>-</sup> continu suikerbieten	ploegen	wel	geen
1C continu aardappelen	cultivateren	wel	wel

Table 1. Treatments in the trial PAGVI for cropping plans (see Annex 1).

a) na aardappelen altijd cultivateren

b) grondontsmetting met 330 l metamnatrium per ha elke twee jaar na aardappelen

c) grasgroenbemesting na wintertarwe

In tabel 1 en op de uitklappagina is een overzicht gegeven van de varianten in onderzoek. De aanduiding voor elk object geeft achtereenvolgens aan, een cijfer voor de rotatieduur, een kapitale letter voor de grondbewerking en binnen de tweejarige rotatie een + voor de objecten die een champostbemesting krijgen.

Een - bij de continueelt suikerbieten geeft aan, dat de grond hier niet ontsmet wordt. Als laatste kunnen de cijfers 1, 2, 3, 4 voorkomen die de hoogte van het stikstofniveau aangeven. In de aanduiding is niet opgenomen dat de continueelten een champostbemesting krijgen en dat de driejarige rotatie een grasgroenbemester heeft onder de wintertarwe en niet ontsmet wordt.

In 1973 hebben voor het eerst aan de zuidzijde van de proef overal aardappelen gestaan en aan de noordzijde suikerbieten. Er zijn geen opbrengsten bepaald. De bodem heeft in dat jaar de eerste gewasimpuls gekregen. Op de gewasstroken van de driejarige rotatie hebben overal suikerbieten gestaan. Vanaf 1974 zijn er opbrengsten bepaald. In najaar 1975 is de eerste champost gestrooid. In het voorjaar van 1976 zijn de rijbanen aangelegd. De driejarige rotatie heeft dan een omloop voltooid en de proef heeft nage-noeg zijn definitieve opzet gevonden. De eerste drie jaren kunnen groten-deels als aanloopjaren worden gezien. De verslaggeving heeft daarom met name betrekking op de periode 1976 tot en met 1978.



Foto 1. Een overzicht van de proef PAGV1.  
The trial field PAGV1.

### 3.2. Veldgrootte

De afmetingen van de blokken voor de grondbewerking zijn 60 x 55 m. Hierop komen subblokken voor de champostbemesting van 30 x 55 m. Op deze subblokken komen vier stikstoftrappen, waardoor de afmetingen van de veldjes 7,5 x 55 m zijn. De lengte van de veldjes op de driejarige rotatie is na 1976 80 meter. De netto-oppervlakte die gerooid wordt voor een opbrengstbepaling is 1,5 x 55 m.

### 3.3. Profielopbouw

Het proefveld ligt op een kalkrijke jonge zeekleigrond (zware zavel), die tot 50 cm diepte gerijpt is. De fysische rijping neemt naar beneden af en het lutumrijke materiaal wordt binnen 80 cm matig slap of slap. Hierdoor wordt deze grond tot de nesvaaggronden gerekend.

Het profiel bestaat tot 25 à 30 cm uit materiaal (Ym-afzetting) dat is afgezet na 1932, toen het IJsselmeer werd afgesloten door de Afsluitdijk. Dit materiaal heeft een fijne zandfractie en een lutumgehalte van 20-25%. Hieronder treffen we tot 40 à 60 cm-mv een Zu-afzetting aan, die tussen +1600 en de genoemde afsluiting is afgezet in de brakke tot zoute Zuiderzee. Kenmerkend voor deze afzetting is de sterke gelaagdheid met afwisselend fijn zand en lutum waarbij de zandlagen overheersen. Deze lagen rusten op de Al-afzetting, afgezet in het brakke tot zoete water van het Almere en na +1340 in de Zuiderzee. De Al-afzetting is eveneens sterk gelaagd met aflopend lutumgehalte. Aan de bovenzijde bevat deze overwegend laagjes zavel en klei en dieper in het profiel veel uiterst fijn zand.

De Stiboka heeft een gedetailleerd profielonderzoek uitgevoerd om verschillen op te sporen in diepte en fysische eigenschappen van de diverse lagen in het profiel. In figuur 1 is een doorsnede van het profiel midden over het proefveld weergegeven. Op een bepaald punt van dit profiel worden analysecijfers gegeven, die in tabel 2 zijn opgenomen. Voor een exacte beschrijving van de diverse lagen wordt verwezen naar Rapport nr. 1530 van de Stiboka (Ovaa, 1980).

Er is 200 mm beschikbaar vocht voor de plant aanwezig tot een profiel-diepte van 1 meter en de capillaire nalevering vanuit het grondwater is groot. Om dit vocht goed te kunnen benutten is wel een goede beworteling nodig. Onder droge omstandigheden kan de Zuiderzeeafzetting een belemmering vormen, vooral op plaatsen waar deze sterk zandig en schelprijk is. Het poriënvolume in deze laag is lager en de indringingsweerstand hoger, dan de eronder of erboven liggende horizonten (Ovaa, 1980).

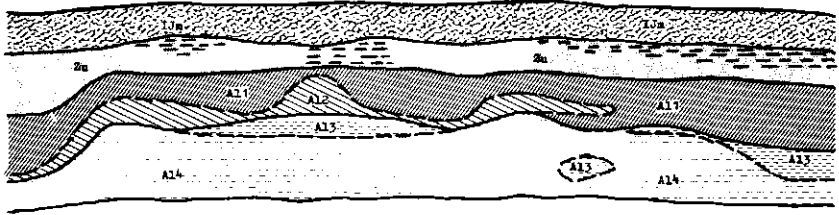
Tabel 2. Analyseresultaten van monsters genomen uit het bodemprofiel van veldje 95 (gegevens Stiboka).

code afzet- ting	horl- zont bena- ming	laag in cm-mv	pH KCl	hoofbestanddelen in % van de grond		In % van minerale delen in 0,001 mm							
				humus CaCO <sub>3</sub>	afslib- baar zand	<2	2-16	16-50	50-75	75-105	105-150	>150	
Ym	Ap	0- 25	7,3	2,4	38,9	49,9	27,9	15,7	21,3	11,7	17,6	5,4	0,4
Zu	C21gp	25- 40	7,6	0,9	17,0	74,9	13,5	5,0	16,8	21,5	32,5	10,1	0,6
A11	C22g	40- 60	7,4	2,5	33,4	58,4	21,0	15,3	27,7	15,0	15,7	4,8	0,5
A12	C23g	60- 70	7,4	3,3	35,2	55,1	19,8	19,1	35,0	14,1	10,1	1,3	0,6
A13	C24g	70- 90	7,1	2,6	17,9	73,4	10,5	9,2	31,0	26,5	20,2	2,0	0,6
A14	C25g	90-100	7,5	2,6	12,0	80,7	8,2	4,8	23,4	28,8	30,7	3,5	0,6


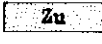


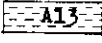
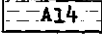

code	horizon	depth in cm	pH KCl	organic matter	CaCO <sub>3</sub>	fraction total		mineral composition (%)							
						<16 mm	sand	<2	2-16	16-50	50-75	75-105	105-150	>150	

Tabel 1. Analyses of different layers in the soil profile of field 95 (source: Stiboka).

Figuur 1. Doorsnede van het bodemprofiel op het proefveld PAGVI op de hoogte van veldje 95 (gegevens Stiboka).  
 Cross-section of a soil profile in the trial PAGVI at field nr. 95 (source Stiboka).



Legenda (Bakker en Schelling, 1966)

- |   |       |   |
|---|-------|---|
|    | Ap    | zware zavel (bouwvoor); IJsselmeerafzetting<br>heavy 'zavel'(topsoil); IJsselmeer-sediment.   |
|    | C21gp | schelprijk, uiterst fijn zand met brokjes zavel (gewoeld);<br>Zuiderzee-afzetting<br>many shells, extremely fine sand with 'zavel' aggregates<br>(reworked); Zuiderzee-sediment |
|    | C22g  | matig lichte en zware zavel, weinig tot matig sterk gelaagd;<br>Almere-afzetting<br>moderately light and heavy 'zavel', little to moderately<br>layered; Almere-sediment        |
|   | C23g  | zeer lichte zavel, matig sterk tot sterk gelaagd; Almere-<br>afzetting<br>very light 'zavel', moderately strong to strong layered;<br>Almere-sediment                           |
|  | C24g  | kleiig uiterst fijn zand, gelaagd; Almere-afzetting<br>clayey extremely fine sand, layered; Almere-sediment   |
|  | C25g  | kleiarm uiterst fijn zand, gelaagd; Almere-afzetting<br>clay-poor extremely fine sand, layered; Almere-sediment   |
|  |       | schelpen<br>shells  |
- Lengteschaal 1 : 1.000 (length)  
 Diepteschaal 1 : 20 (depth)

3.4. Rassen en grondontsmetting

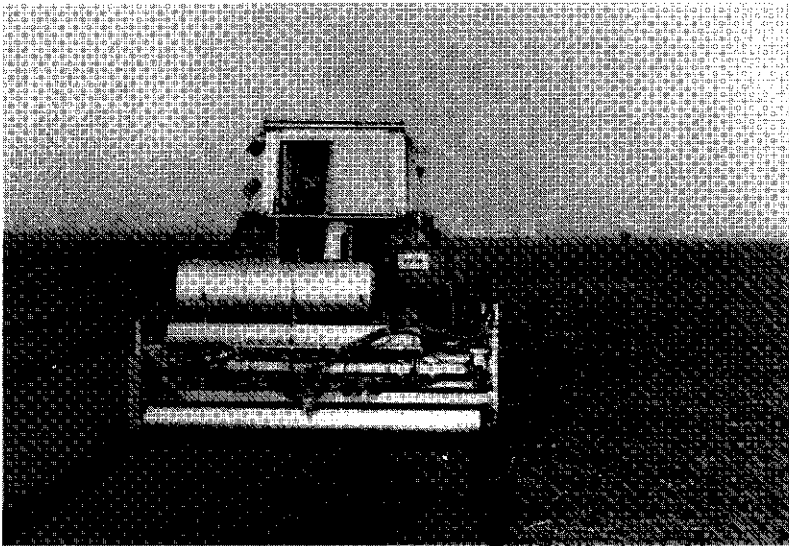
Gekozen is voor de verbouw van het aardappelras Saturna, dat resistentie bezit tegen het biotype A van het aardappelcystenaaltje *Globodera rostochiensis*. Saturna is een consumptie-aardappel, die ook zeer geschikt is om

tot chips verwerkt te worden. Het resistente ras wordt in alle drie rotaties toegepast.

Wettelijk behoeft de tweejarige rotatie maar eenmaal in vier jaar te worden ontsmet. Om minder risico te lopen wordt de tweejarige rotatie echter om de twee jaar ontsmet, evenals de continueelt aardappelen. De continueelt suikerbieten wordt voor een gedeelte om het andere jaar ontsmet en voor een gedeelte niet ontsmet. De grondontsmetting wordt in de tweejarige rotatie na aardappelen uitgevoerd met een freesschaarinjecteur naar een hoeveelheid van 330 liter metam-natrium per ha (foto 2).

Foto 2. Elke twee jaar wordt de grond in de herfst ontsmet, met uitzondering van de driejarige rotatie.

Every two year the soil is fumigated in autumn except for the three-year rotation.



Het suikerbietenras is Monohil. Voor suikerbieten bestaan geen wettelijke teeltbeperkingen. Om schade door het bletekevertje (*Atomaria linearis*) te voorkomen wordt het zaad vanaf 1977 ontsmet met methiocarb en wordt carbosulfan in de zaairij ingebracht. Het gebruikte wintertarweras is Manella.

### 3.5. Grondbewerking

Om het voor aardappelen en suikerbieten gewenste poot- en zaaibed te verkrijgen, wordt de grond in het voorjaar oppervlakkig, maar in verhouding tot granen intensief bewerkt. Bij de aardappelteelt wordt door bewerkingen als het opbouwen van de ruggen, het mechanisch rooien en het grondontsmetten de grond sterk verfiend. Wanneer de aardappelen en suikerbieten in de herfst onder minder goede omstandigheden geoogst worden, waarbij de grond verdicht en versmeerd kan worden, kan dit een ongunstige invloed hebben op de bewerkbaarheid in het voorjaar en de actuele structuur in de zomer (foto 3).

Om te intensieve verkrumeling tegen te gaan, worden de grondbewerkingen in deze proef steeds tot een noodzakelijk minimum beperkt. In het voorjaar wordt gewacht tot een optimaal resultaat kan worden bereikt. Om een wisselende invloed van het weer te voorkomen, worden alle objecten op dezelfde datum bewerkt, gezaaid of geoogst. De machines en het gebruik ervan zijn volgens de in de praktijk gangbare methoden.

Foto 3. Intensieve berijding en verdichting van de grond treedt op bij de oogst van aardappelen.  
Intensive machinery traffic at the harvest of potatoes leads to soil compaction.



Het ploegen na aardappelen kan in sommige jaren leiden tot een massale opslag van aardappelplanten. Na aardappelen wordt daarom voorlopig uitsluitend gecultiveerd.

Om drie structuurniveaus te creëren en daarmee een mogelijk optimum in bodemfysische eigenschappen van de bouwvoor vast te stellen, zijn drie grondbewerkingsvarianten in de proef opgenomen.

Een grondbewerkingsvariant is ploegen na bieten en cultivateren na aardappelen. Een tweede variant is cultivateren na aardappelen en na suikerbieten om een maximale bestrijding van aardappelopslag in alle fasen van het bouwplan te verkrijgen. Er kan dan tevens worden onderzocht of steeds cultivateren als hoofdgrondbewerking vol te houden is. Als derde grondbewerkingsvariant is gekozen voor permanente rijbanen met ertussen liggende bedden, die altijd gecultiveerd worden. Vanaf 1976 is dit object in de proef opgenomen in plaats van een object ploegen, dat dubbel voorkwam. Door deze variant op te nemen is er wellicht een object met een zo gunstig mogelijke structuur.

In de praktijk is gebleken, dat voor de teelt van één gewas het bodemoppervlak meerdere keren wordt bereiden. De hieruit voortkomende verdichting kan soms niet door een hoofdgrondbewerking worden opgeheven.

Figuur 2. Het object rijbanen met aardappelen en suikerbieten.  
Controlled traffic fields with potatoes and sugar-beet.

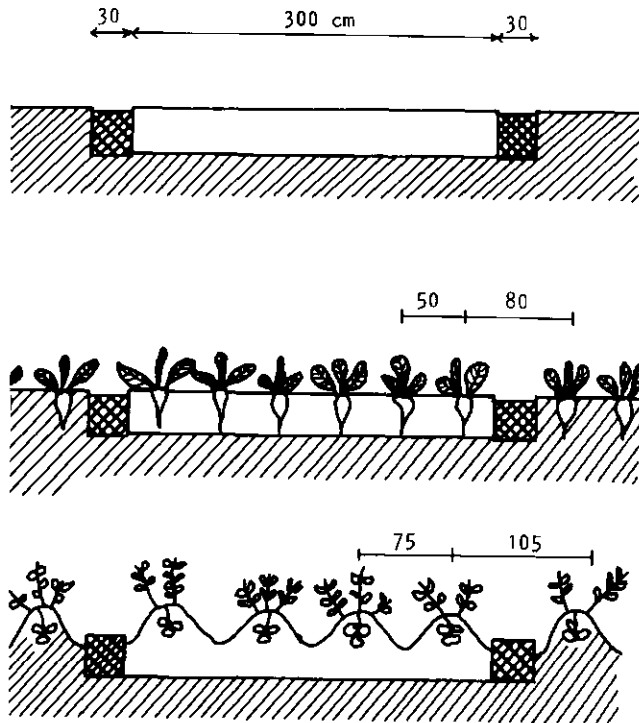


Foto 4. Het cultivateren van het object rijbanen.  
Cultivating with a fixed-tine cultivator on the fields with controlled traffic.





Om het nadelige effect van berijding zo klein mogelijk te houden, kan er gezocht worden naar een combinatie van werkgangen of naar een verlaging van de wioldruk per  $\text{cm}^2$ .

Volgens de resultaten verkregen op het grondbewerkingssystemenproefveld te Westmaas kan door het combineren van werkgangen niet voldoende losse grond verkregen worden (Westmaas, 1980). Hetzelfde geldt voor het verlagen van de wioldruk per  $\text{cm}^2$  door het gebruik van een groter afsteunoppervlak (Lumkes, pers. med.).

Een andere manier om losse grond te verkrijgen is het in het geheel niet meer berijden van de grond. Er is gekozen voor bedden van drie meter breed, die niet bereiden worden, geflankeerd door rijpaden van 30 cm breed, waarop gereden wordt en die buiten het te betelen oppervlak vallen (figuur 2). Op deze wijze wordt 91% van de bodem gebruikt voor gewasproductiedoelinden en 9% voor berijding. Het berijden van dergelijke vastgereden sporen zou gemakkelijker kunnen gaan door de geringe rolweerstand. De in de proef gebruikte trekker en machines zijn instelbaar op een spoorbreedte van 330 cm en op 150 cm voor respectievelijk de rijbanen en de normaal bereiden objecten (foto 4). Alleen de aandrijfwielen van de bietenzaaimachine en de diepteregelende verkruiemelen drukrollen geven nog enige verdichting van de bedden.

Met het IMAG vindt regelmatig overleg plaats over de mechanisatie-aspecten van de rijbanenteelt. De samenwerking heeft geresulteerd in een bietenroomachine, die zowel op de rijbanenproef van het IMAG als op de vruchtwisselingsproef wordt ingezet.

Samenvattend komt het er op neer dat de driejarige rotatie in één omloop tweemaal geploegd wordt en eenmaal gecultiveerd na aardappelen; de continue teelt suikerbieten wordt altijd geploegd, de continue teelt aardappelen altijd gecultiveerd. Binnen de tweejarige rotatie wordt vergeleken (1) altijd cultiveren na aardappelen en suikerbieten met (2) afwisselend ploegen/cultiveren na respectievelijk suikerbieten en aardappelen en met (3) rijbanen, die altijd gecultiveerd worden. Op deze wijze is het mogelijk de opbrengstcapaciteit van aardappelen en suikerbieten in een tweejarige rotatie na te gaan voor wat betreft de bodemstructuur.

### 3.6. Bemesting

Na consumptie-aardappelen en suikerbieten is het niet mogelijk een groenbemestingsgewas te telen. De oogstresten en eventueel aangevoerde organische mest zullen de taak van de groenbemesters over moeten nemen. De vraag is of de bodemvruchtbaarheid met uitsluitend de oogstresten voldoende op peil kan worden gehouden of dat tevens organische mest moet worden aangevoerd. Binnen de tweejarige rotatie kan bij elke grondbewerkingvariant de invloed van organische bemesting in de vorm van champignoncompost (champost) bestudeerd worden. De continueelten krijgen jaarlijks een champostbemesting, terwijl de driejarige rotatie het moet stellen met een groenbemestingsgewas onder wintertarwe, waarvan het stro wordt afgevoerd. De champost is naar een hoeveelheid van 20 ton/ha in de herfst van 1975 voor het eerst toegediend (foto 5). De champost bestaat voor ongeveer 18% uit organische stof, voor 4% uit koolzure kalk, voor 3% uit oplosbaar zout en voor 0,8 tot 0,5% uit kali, stikstoftotaal en fosfaat.

Het is goed mogelijk dat de rotaties, de grondbewerking- en champostvarianten een eigen stikstofregime vragen. Om de opbrengstcapaciteit vast te stellen zijn er vier stikstofniveaus gecreëerd, waarbij de stikstoftrappen jaarlijks op dezelfde plaats worden gelegd.

Tot en met 1976 waren de verschillen tussen de stikstoftrappen in de continue teelt en de tweejarige rotatie 30 kg N. De driejarige rotatie kreeg alleen de praktijkbemesting. Na 1976 waren de verschillen tussen de trappen over alle bouwplannen 60 kg N, behalve in de wintertarwe, waar deze 30 kg N bedragen (tabel 3). De praktijkgift voor aardappelen en suikerbieten is altijd 150 kg N/ha geweest. Bij aardappelen komt dit overeen met de N2-gift, bij suikerbieten met de N3-gift. Bij wintertarwe is de N3-gift afhankelijk van het N-mineraalgehalte in het vroege voorjaar. De grasgroenbemester krijgt nog eens 60 kg N/ha.

Tabel 3. De hoogte van de stikstofgiften voor de diverse gewassen na 1976.

object	aardappelen	suikerbieten	wintertarwe	
			1977	1978
N <sub>1</sub>	90	30	30	60
N <sub>2</sub>	150	90	60	90
N <sub>3</sub>	210	150	90*	120*
N <sub>4</sub>	270	210	120	150

treatment	potatoes	sugar-beet	1977	1978
			winter	wheat

Table 3. The nitrogen dressing rates (kg/ha) for different crops since 1976

\* afhankelijk van de hoeveelheid Nmineraal/depends on the amount of Nmineral

Foto 5. Om een goede verdeling van de organische meststof te verkrijgen wordt champost uitgebracht met een zijwaartse mengmeststrooier. To have a good spread of organic manure over the fields mushroom compost is used.



De fosfaat- en kalibemesting is zodanig hoog, dat hiervan weinig invloed op de opbrengst uitgaat. In de herfst wordt met 225 kg  $P_2O_5$  en 225 kg  $K_2O$  per ha voor aardappelen en suikerbieten bemest. De met champost bemeste veldjes krijgen 125 kg  $P_2O_5$  en  $K_2O$  in de vorm 0+25+25. De wintertarwe krijgt geen fosfaat- en kalibemesting.

## 4. Reactie van gewassen

### 4.1. Aardappelen

#### 4.1.1. Algemeen

In de vruchtwisselingsproef kunnen teeltfrequenties van 33%, 50% en 100% consumptie-aardappelen worden vergeleken. De voorvruchten voor de aardappelen zijn evenwel verschillend. Bij 33% aardappelen is de voorvrucht wintertarwe met (vanaf 1977) grasgroenbemester. Bij 50% aardappelen is de voorvrucht suikerbieten en bij 100% is dit uiteraard aardappelen. De aardappelen worden volgens de in de praktijk gangbare methoden verbouwd, waarbij zoveel mogelijk wordt uitgegaan van knolziektenvrij en ontsmet pootgoed (klasse E).

Een uitzondering op deze regel vormt de grondontsmetting. In de continu-teelt aardappelen en in de 1 op 2-teelt aardappelen wordt één maal per twee jaar ontsmet; de driejarige rotatie wordt niet ontsmet.

Uit de bepaling van het groeiverloop kan informatie worden verkregen over de factoren die verschillen in opbrengst en kwaliteit bepalen. Vroeg in het seizoen hebben de groeiomstandigheden een invloed op het aantal stengels en de planthoogte, later in het seizoen op het aantal knollen en aan het eind van het groeiseizoen op de sortering en rijpheid van de knollen. Het geheel van de produktieomstandigheden gedurende het groeiseizoen bepaalt de eindopbrengst.

#### 4.1.2. Loof- en knolontwikkeling

Door middel van periodieke roofingen bij praktijkstikstofgift kan een indruk verkregen worden van de loof- en knolontwikkeling. In het aantal stengels per plant komen weinig verschillen naar voren. Alleen op het object rijbanen komen gemiddeld meer stengels per plant tot ontwikkeling (tabel 4). Van de vier aardappelrijen op een bed blijken de binnenrijen meer stengels per plant te geven dan de kantrijen, die grenzen aan de rijbanen.

Tabel 4. Het aantal stengels per plant bij 150 kg N/ha.

object	1976	1977	1978	gemiddeld
3P	4,7	6,4	4,7	5,3
2P+	4,7	6,1	5,0	5,3
2R+	5,2	6,6	5,3	5,7
2C+	4,6	7,0	4,5	5,4
1C	5,0	7,1	4,2	5,4
treatment	1976	1977	1978	mean

Table 4. Number of stems per plant at nitrogen dressing rate of 150 kg/ha.

Aangezien bij de rijbanen 9% minder planten per ha staan door het niet betelen van de rijsporen, is het totale aantal stengels per m<sup>2</sup> voor alle objecten vrijwel gelijk.

Na de opkomst kan de ontwikkeling van de aardappelen worden gevolgd door meting van de gewashoogte. Totdat het gewas gaat zakken, is de gewashoogte betrouwbaar gecorreleerd met de loofmassa. Over het algemeen komt uit de hoogtemetingen in juni de tendens naar voren, dat met toename van de teeltfrequentie de gewashoogte boven de rug en daarmee de hoeveelheid loof ook toeneemt (figuur 3).

Binnen de tweejarige rotatie komen in 1976 tot en met 1978 verschillen naar voren onder invloed van de grondbewerking. Op het object cultivateren blijkt het gewas gemiddeld 7% hoger te zijn dan op het object ploegen, terwijl het gewas op het object rijbanen hier tussenin ligt. De goede beginontwikkeling van de aardappelplanten op de continueelt kan voor een belangrijk deel worden toegeschreven aan de hoofdgrondbewerking (cultivateren).

In 1977 en 1978 is een negatief effect van hogere stikstofgiften geconstateerd. Mogelijk dat het toedienen van hoge stikstofgiften voor het pootbed-klaarmaken zoutschade veroorzaakt, waardoor de beginontwikkeling wat achterblijft.

Tabel 5. Het aantal knollen per plant bij 150 kg N/ha.

object	1976	1977	1978	gemiddeld	relatief
3P	20	24	18	21	100
2P+	21	23	21	22	104
2R+	22	27	20	23	111
2C+	24	26	21	24	114
1C	19	23	18	20	97
treatment	1976	1977	1978	mean	relative

Table 5. Number of tubers per plant at nitrogen dressing rate of 150 kg/ha.

Eind juni, begin juli bepalen de groeiomstandigheden het aantal knollen per plant. Gemiddeld zijn de verschillen tussen de rotaties voor een belangrijk deel verdwenen (tabel 5). De grondbewerkingsvarianten binnen de tweejarige rotatie geven nog wel verschillen te zien. Het object cultivateren (2C+) en het object rijbanen (2R+) geven een 10% hoger aantal knollen per plant dan het object ploegen (2P+). De oorzaak hiervan is een betere beginontwikkeling en bij het object rijbanen ook extra ruimte aan het rijpad. Blijkbaar wordt op de continueelt het positieve effect van het cultivateren door (een) andere factor(en) teniet gedaan.

De verschillen in knolproductie kunnen ook door omstandigheden aan het eind van het groeiseizoen worden bepaald. Het bedekkingspercentage voor het doodspuiten kan hierover een indicatie geven (tabel 6).

De tweejarige rotatie (2P+) blijft minder lang produktief dan de driejarige rotatie (3P). Op het object continueelt (1C) is het bedekkingspercentage aanzienlijk lager. Vanaf 1976 geeft 1C weer een stijgend bedekkingspercentage te zien. Tussen de grondbewerkingen doen zich geen verschillen voor tussen 2P+ en 2C+. 2R+ geeft in 1976 een lager bedekkingspercentage voor de middenrij, terwijl de kantrij in dat jaar als gevolg van doorwas langer groen blijft.

Champost lijkt in 1976 iets positief en in 1977 en 1978 iets negatief op de bedekkingsgraad in augustus te werken. De positieve invloed in het droge jaar 1976 kan het gevolg zijn van een verbetering van de vochtvoorziening, waardoor het gewas langer groen is gebleven. De eerdere afsterving in 1977 en 1978 heeft kunnen optreden na een betere beginontwikkeling vroeg in het seizoen, aangezien met champost minder stikstof behoeft te worden gestrooid en daardoor minder zoutschade optreedt.

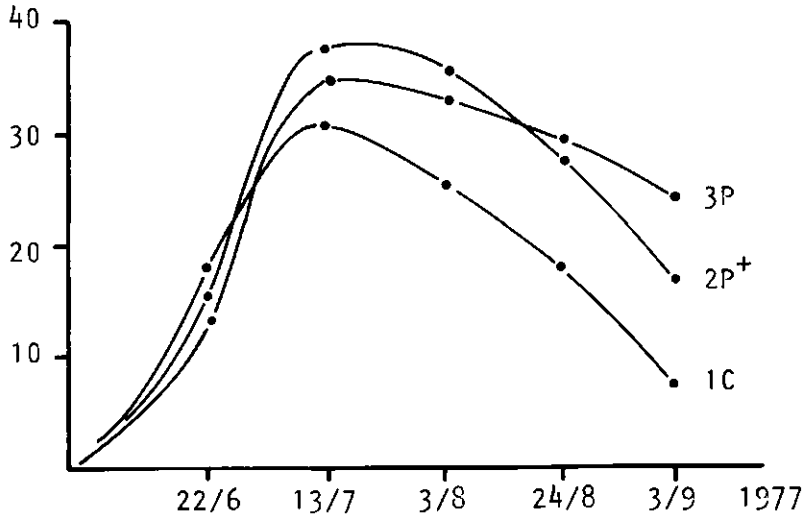
De invloed van de teeltfrequentie op de loofontwikkeling is in figuur 3 samengevat. Het jaar 1977 kan als voorbeeld dienen. De tweejarige rotatie ontwikkelt zich ten opzichte van de driejarige rotatie wat sneller, maar is ook iets eerder afgestorven (foto 11). In de knolproductie zijn dezelfde tendensen waar te nemen (figuur 4). De continueelt geeft een goede beginontwikkeling te zien, maar blijft in juli reeds achter. In augustus blijft de knolproductie op de continueelt sterk achter, waardoor een lagere knolopbrengst wordt verkregen.

Tabel 6. Het percentage bedekking met groen loof aan het eind van het groeiseizoen bij de optimale stikstofgift (in 1977 bij praktijkgift 150 kg N/ha).

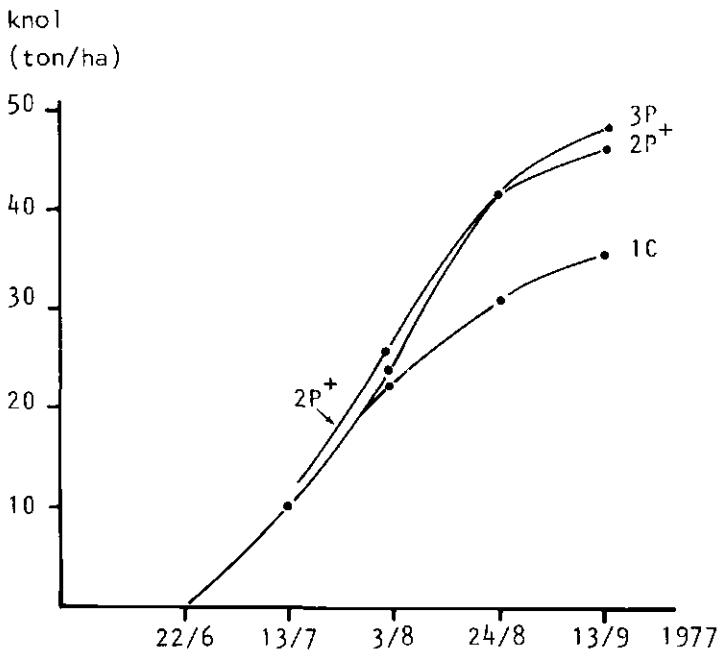
object	30 aug 1976	30 aug 1977	4 sept 1978
3P	30	90	93
2P+	27	71	64
2R+		63	71
2C+	25	76	63
1C	9	32	53
treatment	30 Aug 1976	23 Aug 1977	4 Sept 1978

Table 6. Percentage of green leaf cover at the end of the growing season at optimum nitrogen dressing rate (in 1977 at 150 kg/ha).

Figuur 3. Het verloop van de verse loofopbrengst gedurende het groeiseizoen 1977.  
 Yield of fresh tops of potatoes (tonnes/ha) during the season of 1977.  
 loof  
 (ton/ha)



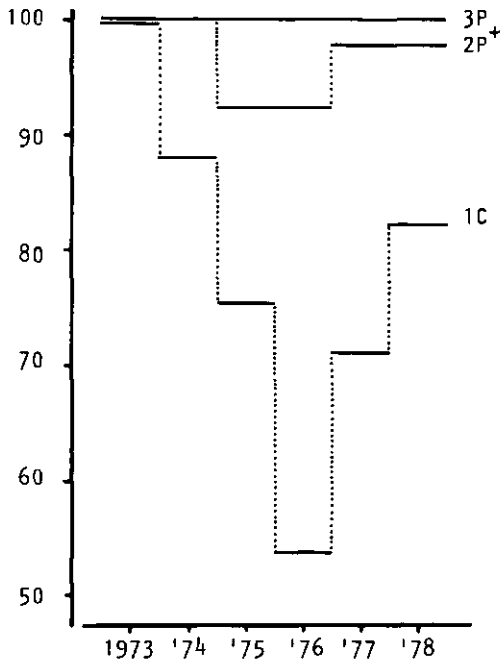
Figuur 4. Het verloop van de totale knolopbrengst gedurende het groeiseizoen 1977.  
 Total yield of tubers (tonnes/ha) during the season of 1977.



Figuur 5. De invloed van de teeltfrequentie op de netto-aardappelopbrengst bij optimale stikstofbemesting. Per jaar is 3P gelijk aan 100% gesteld.

Influence of the frequency of potato growing on the net potato yield at optimum nitrogen dressing rate (each year 3P is 100%).

rel. aardappel-  
opbrengst



#### 4.1.3. Opbrengsten

Onder de *totaalopbrengst* van aardappelen wordt hier verstaan de hoeveelheid produkt, die van het land wordt gehaald, verminderd met de hoeveelheid grondtarra (foto 6). Zij blijkt voor de twee- of driejarige rotatie gedurende de eerste zes jaren van het onderzoek gemiddeld niet te verschillen (tabel 7). De continueelt blijkt evenwel sterk achter te blijven. Gemiddeld treedt een opbrengstreductie van 20% op.

Binnen de tweejarige rotatie bestaan tussen de verschillende grondbewerkingen, al of niet met een champosttoediening, geen grote verschillen.

De *netto-opbrengst* van aardappelen >35 mm is van alle jaren bekend, behalve van het eerste jaar 1973. De opbrengsten van dat aanvangsjaar zijn voor alle objecten verondersteld aan elkaar gelijk te zijn.

De teeltfrequentie blijkt een grote invloed op de netto-opbrengst te hebben. De continueelt (1C) geeft al vrij spoedig lagere opbrengsten te zien. Vanaf 1975 is het opbrengstniveau over vier jaar gemiddeld 30% lager dan de driejarige rotatie (3P). In het warme jaar 1976 bereikt 1C een dieptepunt met een 46% lagere opbrengst, veroorzaakt door een vroege afsterving van het gewas. De tweejarige rotatie (2P) geeft ten opzichte van de driejarige in 1975 een uitzonderlijk lagere opbrengst van 14%. Gemiddeld over zes jaar is het opbrengstniveau echter nog nauwelijks gedaald.



Binnen de tweejarige rotatie hebben de verschillende grondbewerkingsvarianten de opbrengst weinig beïnvloed. In de jaren 1976 tot en met 1978 zijn er geen betrouwbare verschillen in de netto aardappelopbrengst bij de optimale stikstofgift. In 1974 en 1975 geeft het object cultivateren (2C) een 5% hogere opbrengst dan ploegen (2P), later is er weinig verschil (tabel 8, figuur 6).

Tabel 7. De totaalopbrengst van aardappelen bij de optimale stikstofgift in ton/ha en in relatieve getallen t.o.v. 3P.

object	1976	1977	1978	gemiddeld	relatief
3P	47	45	57	50	100
2P+	49	46	57	50	101
2P	48	43	57	49	98
2R+	47	46	58	51	101
2R	47	46	59	50	101
2C+	50	46	57	51	102
2C	51	43	58	50	101
1C	37	35	49	40	80
treatment	1976	1977	1978	mean	relative

Table 7. Total yield of potatoes in tonnes/ha at optimum nitrogen dressing rate.

Het object rijbanen geeft in vergelijking met 2C+ vrijwel dezelfde opbrengsten over 1977/1978. Binnen 2R+ is het opbrengstniveau van de kantrij circa 20% hoger dan de binnenrij. In de kantrij profiteren de aardappelen van de extra ruimte, die gereserveerd is voor het wielspoor en compenseren daarmee het verlies aan beteelde oppervlakte.

Het effect van de organische bemesting binnen de tweejarige rotatie is van 1976 tot en met 1978 onderzocht. In 1976 en 1978 is het effect gering, in 1977 lijkt de organische bemesting bij de objecten ploegen en cultivateren een hogere opbrengst te hebben gegeven. De verschillen zijn bij een overschrijdingskans van 5% niet betrouwbaar.

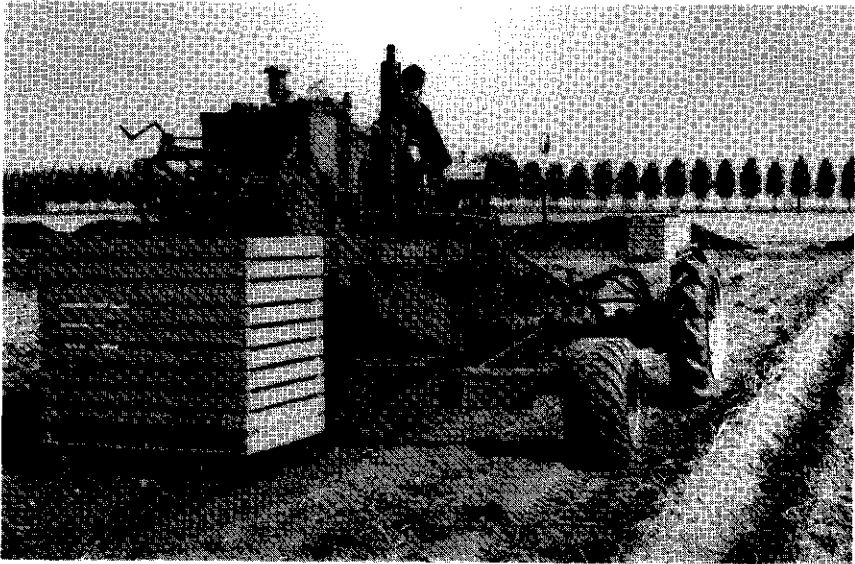
Tabel 8. De netto-opbrengst van aardappelen >35 mm in ton/ha bij optimale N-gift.

object	1976	1977	1978	gemiddeld	relatief
3P	38	40	51	43	100
2P+	38	40	49	42	98
2P	37	37	49	41	96
2R+	36	39	48	41	95
2R	37	39	49	42	97
2C+	38	40	47	42	97
2C	37	37	46	40	94
1C	20	28	42	30	70
treatment	1976	1977	1978	mean	relative

Table 8. Net yield of potatoes >35 mm in tonnes/ha at optimum nitrogen dressing rate.

Foto 6. De oogst van aardappelen met een speciaal ontwikkelde proefveld-oogstmachine waarvan de spoorbreedte instelbaar was op 3,30 en 1,50 m (Heestermans, 1976).

Harvest of potatoes with a special unmanned potato harvester. The wheel-track spacing of the harvester is adjustable on 3.30 and 1.50 m (Heestermans, 1976).

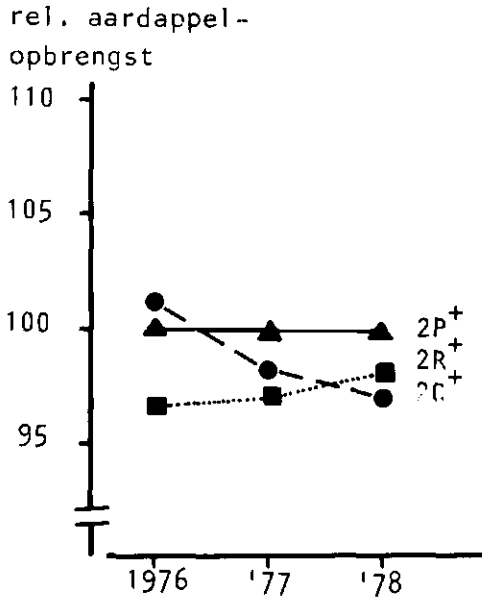


De optimale stikstofgift kan uit de figuren 7, 8 en 9 afgeleid worden, wanneer ook rekening wordt gehouden met de kosten van de stikstof en opbrengsten van de uitval. In deze figuren zijn de jaren 1977 en 1978 gemiddeld, aangezien deze jaren in groeipatroon en in opbrengstreactie veel op elkaar lijken.

De optimale stikstofgift is voor de bouwplannen de eerste jaren nauwelijks verschillend. De laatste twee jaren is op 1C 60 kg stikstof meer nodig dan op de twee- of driejarige rotatie om de optimale opbrengst te bereiken (figuur 7, tabel 21). Dit ondanks het feit dat met champostbemesting een besparing van ongeveer 60 kg N/ha mogelijk is (figuur 9). Voor de drie grondbewerkingsvarianten is de optimale stikstofgift gelijk (figuur 9, en paragraaf 6.1.).

Figuur 6.

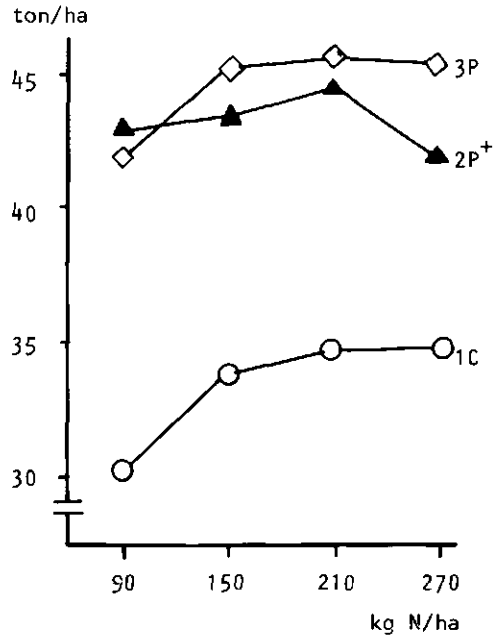
De invloed van de grondbewerking op de netto-aardappelopbrengst binnen de tweejarige rotatie bij optimale stikstofbemesting en champosttoediening. 2P+ is op 100% gesteld. Influence of soil tillage in the two year rotations with mushroom compost on the net potato yield at optimum nitrogen dressing rate (2P+ is 100).



Figuur 7.

De invloed van de teeltfrequentie op de aardappelopbrengst bij vier stikstofgiften, gemiddeld over 1977 en 1978.

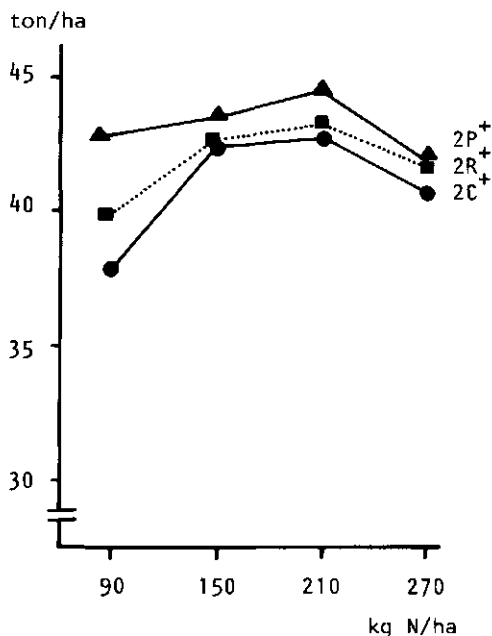
Influence of the frequency of potato growing on the net potato yield at four nitrogen levels (average 1977 and 1978).



Figuur 8.

De invloed van de grondbewerking op de netto-aardappelopbrengst bij vier stikstofgiftten, gemiddeld over 1977 en 1978.

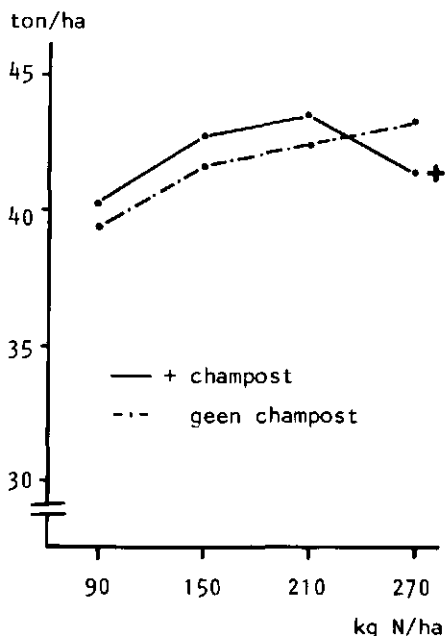
Influence of the soil tillage on net potato yield at four nitrogen levels (average 1977 and 1978).



Figuur 9.

De invloed van de champostbemesting (+) op de netto-aardappelopbrengst bij vier stikstofgiftten, gemiddeld over 1977 en 1978.

Influence of the mushroom compost(+) on net potato yield at four nitrogen levels (average of the soil-tillage treatments in 1977 and 1978).



#### 4.1.4. Kwaliteit

Een aantal kenmerken bepaalt de kwaliteit van de aardappel. Deze kenmerken zijn de sortering, met name het aandeel knollen >55 mm, de uitval, het tarrapercentage, het onderwatergewicht, de aantasting door schurft (*Streptomyces scabies*) en lakschurft (*Rhizoctonia solani*). De kwaliteitskenmerken die zijn weergegeven, zijn vastgesteld bij de optimale opbrengst, tenzij anders is vermeld.

##### 4.1.4.1. Sortering

De mate van grofheid van de partij wordt weergegeven door de sorteermaat >55 mm (tabel 9). Gemiddeld over de periode 1976 tot en met 1978 geeft 2P+ een 2% lager aandeel knollen >55 mm in de partij en geeft 1C een 4% lager aandeel dan 3P. De hoofdgrondbewerking speelt hierbij een rol. Cultivateren geeft gemiddeld 1% minder grote knollen dan ploegen, voornamelijk als gevolg van doorwas in 1976. Opvallend is dat het object rijbanen een 5% hoger percentage grote knollen geeft dan cultivateren. De champostbemesting geeft geen verhoging van het percentage knollen >55 mm.

De verschillen in sortering zijn terug te voeren op de verschillen in groeipatroon. Eerdere afrijping bij teeltintensivering geeft minder grote knollen. Op het object rijbanen worden meer grote knollen gevonden omdat hier als gevolg van het rijpad minder planten per ha staan.

Tabel 9. Het percentage knollen van de totale opbrengst bij de optimale stikstofgift, die groter zijn dan 55 mm.

object	1976	1977	1978	gemiddeld
3P	13	6	35	18
2P+	13	11	24	16
2P	12	10	27	16
2R+	14	14	29	19
2R	16	13	31	20
2C+	6	14	25	15
2C	6	12	27	15
1C	7	7	27	14
treatment	1976	1977	1978	mean

Table 9. Tubers >55 mm as percentage of the total yield at optimum nitrogen dressing rate.

Een ander belangrijk aspect bij de sortering is de *uitval*, die bestaat uit de sortering <35 mm en uit groene en misvormde knollen. Uit tabel 10 blijkt, dat er grote verschillen in uitval zijn tussen de jaren, ondermeer doordat er meer doorwas kan optreden. Gemiddeld over 1976 tot 1978 ligt het uitvalspercentage vrij hoog, rond de 15%. Afhankelijk van het jaar is ongeveer 3% groen, 7% misvormd en 8% kleiner dan 35 mm. Het hoge uitvalspercentage is een minder gunstige eigenschap van het ras Saturna. De tweejarige rotatie ploegen geeft 2% en de continueelt een 12% meer uitval dan de driejarige rotatie. Voor een deel wordt het hoge uitvalspercentage op de continueelt veroorzaakt door de grondbewerking

Tabel 10. Uitval in procenten van de totaalopbrengst bij de optimale stikstofgift.

object	1976	1977	1978	gemiddeld
3P	20	12	10	14
2P+	23	12	14	16
2P	22	13	13	16
2R+	23	16	18	19
2R	22	14	16	17
2C+	24	14	19	19
2C	26	13	20	20
1C	44	19	14	26
treatment	1976	1977	1978	mean

Table 10. Percentage losses of the total yield at optimum nitrogen dressing rate.

(cultivateren geeft 3% meer uitval dan ploegen). Het object rijbanen geeft niet minder uitval. De hogere uitvalspercentages op de tweejarige rotatie en op de continueelt verlagen de netto-opbrengst ten opzichte van de driejarige rotatie.

De sorteermaat <35 mm (kriel) is belangrijk. Hoe meer kleine knollen er in de partij zijn, hoe groter de kans op rooiverlies wordt en daarmee op aardappelopslag (par. 5.2.). Op de continueelt worden de hoogste percentages kleine knollen aangetroffen. De totaalopbrengst is evenwel 20% lager. Gemiddeld geeft cultivateren (2C en 2C+) een iets hoger percentage kleine knollen (tabel 11). Dit blijkt vooral veroorzaakt te zijn door een grote mate van doorwas in 1976. Het object rijbanen blijkt geen groter aandeel kleine knollen te geven.

Het percentage "groen" geeft in 1977 en met name in 1978 geringe verschillen te zien. Op de objecten rijbanen en cultivateren worden meer groene knollen aangetroffen. Over het algemeen zijn de ruggen voldoende groot (par. 7.3.), alleen de kantrij op het object rijbanen bevat iets minder grond.

Het percentage "misvormd" is van jaar tot jaar zeer verschillend. Bij toename van de teelfrequentie neemt het gemiddeld percentage misvormd toe van 6% voor 3P tot 11% voor 1C. Binnen de tweejarige rotatie is er gemiddeld weinig verschil tussen de objecten.

Tabel 11. Het percentage knollen van de totale opbrengst bij de optimale stikstofgift, die kleiner zijn dan 35 mm.

object	1976	1977	1978	gemiddeld
3P	7	10	3	7
2P+	7	10	5	7
2P	6	10	4	7
2R+	6	11	5	7
2R	6	10	5	7
2C+	11	11	6	9
2C	11	11	5	9
1C	11	16	6	11
treatment	1976	1977	1978	mean

Table 11. Tubers <35 mm as percentage of the total yield at optimum nitrogen dressing rate.

#### 4.1.4.2. Onderwatergewicht

Als standaard is steeds het onderwatergewicht van de sortering 45/55 mm bepaald. Deze sorteermaat vormt meestal het grootste aandeel van de partij. De driejarige rotatie geeft de hoogste onderwatergewichten (tabel 12). De tweejarige rotatie ploegen ligt 4% en de continueelt 6% lager. Effecten van groundbewerking beginnen zich af te tekenen. In 1977 en 1978 blijft het onderwatergewicht bij het object cultivateren achter bij ploegen. De champostbemesting heeft geen duidelijke invloed op het onderwatergewicht. De N-bemesting is van belang; hoe hoger de N-gift, hoe lager het onderwatergewicht.

Tabel 12. Het onderwatergewicht van de sorteermaat 45/55 over 1976 t/m 1978 bij de N-bemesting die een optimale opbrengst geeft.

object	1976	1977	1978	gemiddeld	relatief
3P	505	472	463	480	100
2P+	490	444	449	461	96
2P	499	436	454	463	96
2R+	495	436	445	459	96
2R	500	425	425	450	94
2C+	495	434	440	456	95
2C	489	429	442	453	94
1C	468	452	438	453	94

treatment	1976	1977	1978	mean	relative

Table 12. Underwater weight of tubers of size 45-55 at optimum nitrogen dressing rate.

#### 4.1.4.3. Knolbezetting met lakschurft (*Rhizoctonia solani*) en schurft (*Streptomyces scabies*).

De knolkwaliteit wordt belangrijk verlaagd bij zwaardere aantastingen door *Rhizoctonia* of door *Streptomyces*. In 1976 heeft de continueelt een hoge aantasting door *Rhizoctonia* gehad, waardoor het produkt slecht van kwaliteit was. In andere jaren zijn de verschillen onder invloed van *Rhizoctonia* gering en is de kwaliteit nauwelijks beïnvloed (tabel 19). In het proefveld is schurft nooit in belangrijke mate aangetroffen.

#### 4.1.4.4. Hoeveelheid tarra

De tarra bestaat hoofdzakelijk uit grote kluiten die niet door de zeefkettingen van de rooimachine vallen, en voor een klein gedeelte uit grond, die aan de aardappelen kleeft, en loofresten. Om rooiverlies tegen te gaan is er geoogst met een nauwe kettingsteek. Veel tarra kan een slechtere bodemstructuur weerspiegelen. De tarracijfers variëren sterk van jaar tot jaar. In 1977 en 1978 zijn er geen grote verschillen tussen de hoeveelheid tarra bij de optimale stikstofgift en gemiddeld over de stikstofgiften. Gemiddeld over de jaren geven 1C en 2P+ hogere tarrahoeveelheden dan 3P (tabel 13). 1C geeft gemiddeld niet meer grondtarra dan 2C+. De continueelt heeft daarom geen slechtere structuur dan het vergelijkbare object op de tweejarige rotatie.

De grondontsmetting op 1C heeft in vergelijking met 2C in de jaren 1974 en 1976 tot hogere en in 1978 tot lagere tarrahoeveelheden geleid. Dit kan verklaard worden uit de gunstige of minder gunstige weersomstandigheden, waarbij de grondontsmetting in de voorafgaande herfst is uitgevoerd. In 1975 is het tarrapercentage voor 2P erg hoog. In de voorafgaande herfst is 3P onder gunstige en 2P onder slechte omstandigheden geploegd.

Tabel 13. De hoeveelheid grondtarra in kg/are, gemiddeld over de stikstofstrappen.

object	1976	1977	1978	gemiddeld 1977/1978
3P	38	68	100	84
2P+		128	120	124
2P	33	129	114	122
2R+		71	74	73
2R	30	70	80	75
2C+		219	178	197
2C	32	193	189	191
1C	61*	197	109*	153

treatment	1976	1977	1978	mean 1977/1978
-----------	------	------	------	----------------

Table 13. The amount of soil tare (kg/100m<sup>2</sup>) harvested with potatoes (average of four nitrogen levels).

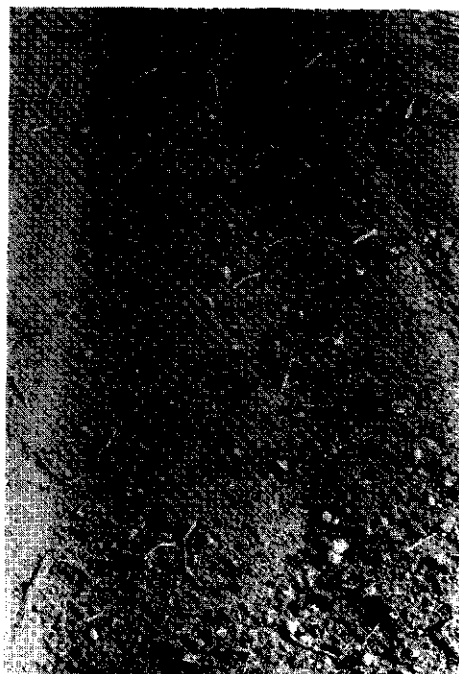
\* na grondontsmetting/after soil fumigation

Foto 7. Bij de oogst van de aardappelen komt naar voren, dat permanent cultivateren (2C) een kluitelige grond geeft (links).

At potato harvest the soil contains many clods after cultivating with a fixed-tine cultivator (2C) (left).

Foto 8. Het object rijbanen (2R) heeft een veel minder kluitelige grond (rechts).

Controlled traffic (2R) leads to a reduced number of clods (right).





Binnen de tweejarige rotatie zijn er tot 1977 geen grote verschillen tussen ploegen of cultivateren. Vanaf 1977 zijn de verschillen betrouwbaar, ploegen geeft 37% minder grondtarra dan cultivateren en op het object rijbanen zelfs 62% minder (foto 7 en 8). Champostbemesting beïnvloedt de hoeveelheid grondtarra niet, behalve bij cultivateren in 1977, toen de hoeveelheid grondtarra betrouwbaar hoger is geweest. Binnen de tweejarige rotatie zijn er daarom in 1977 en 1978 duidelijk drie niveaus in hoeveelheden grondtarra. De continueelt en de driejarige rotatie liggen binnen de uiterste niveaus. Indien de hoeveelheid grondtarra in relatie staat met de bodemstructuur kan via een correlatieberekening tussen grondtarra en netto-aardappelopbrengst binnen de tweejarige rotatie nagegaan worden of de bodemstructuur een invloed heeft. In 1977 en 1978 is geen betrouwbare correlatie aanwezig over en binnen de grondbewerkingsvarianten van de tweejarige rotatie. De verschillen in grondtarra die veroorzaakt worden door verschil in klusterigheid geven weinig beïnvloeding van de netto-aardappelopbrengst. De aardappelopbrengst op dit proefveld is in 1977 en 1978 vrijwel onafhankelijk van de hoeveelheid grondtarra. In 1975 kan de opbrengst wel beïnvloed zijn, doordat de voorafgaande hoofdgrondbewerking onder verschillende omstandigheden is uitgevoerd.

Foto 9. Oogst van suikerbieten op het object rijbanen. De meerrijdende wagen loopt buiten de veldjes.  
Harvest of sugar-beet on the fields with controlled traffic. The carrier drives outside the fields.



## 4.2. Suikerbieten

### 4.2.1. Algemeen

De teeltfrequentie van suikerbieten varieert in de proef van 33% in de driejarige rotatie tot 50% in de tweejarige rotatie en 100% in de continue-teelt.

De voorvruchten zijn in de driejarige en in de tweejarige rotatie gelijk, namelijk aardappelen. De tweejarige rotatie en een gedeelte van de continue-teelt worden om de twee jaar, voorafgaand aan suikerbieten, ontsmet.

Nadat in 1976 de continue-teelt zwaar te lijden heeft gehad van het bieteke-vertje worden alle bouwplannen met carbofuran behandeld en wordt het zaai-zaad met methiocarb ontsmet. De teelt vindt verder plaats volgens de in de praktijk gangbare methoden. Het oogsten valt in de eerste week van oktober om grondontsmetting mogelijk te maken en structuurbederf zo veel mogelijk tegen te gaan (foto 9).

### 4.2.2. Opkomst en ontwikkeling

Regelmatig worden plantentellingen uitgevoerd om de opkomst vast te stel-len. Er doen zich geen grote verschillen voor tussen de objecten, met uit-zondering van het object rijbanen (tabel 14). Hier komen 10% minder bieten op, terwijl daar nog eens extra oppervlakteverlies door sporen bijgeteld moet worden.

In 1978 zijn na de telling de bietenplanten gedund, waardoor er voor alle objecten ongeveer 80.000 planten per ha zijn blijven staan. In 1977 zijn veel bietenplanten op het object rijbanen weggevallen, na een bespuiting met fenmedifan tegen onkruiden. De wegval is na voorvrucht aardappelen opgetreden, dus niet op de continue-teelt. Mogelijk zijn de opbrengsten hierdoor beïnvloed.

Tabel 14. Het aantal suikerbietenplanten x 1000/ha bij 150 kg N/ha.

object	10 mei 1976	23 mei 1977	22 mei 1978	gemiddeld	relatief
3P	96	125	111	111	100
2P+	94	134	108	112	101
2P	94	139	114	116	105
2R+	93	124	95	104	94
2R	91	124	77	97	97
2C+	97	132	97	109	98
2C	91	132	95	106	95
1P	37*	134	114	-	-
1P-	59	132	112	-	-

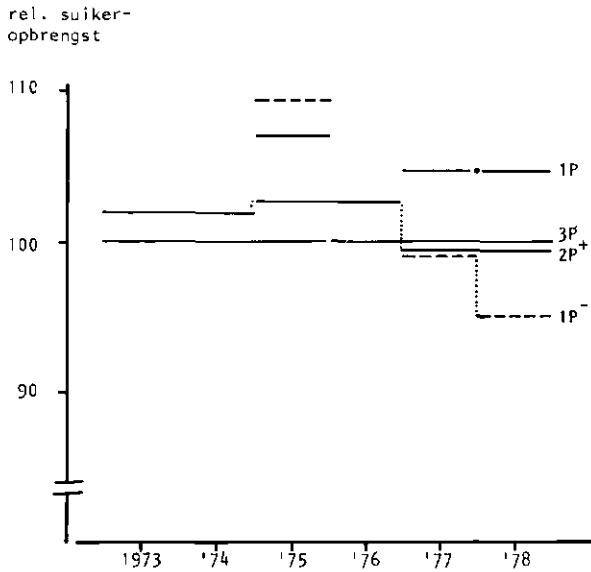
treatment	10 May 1976	23 May 1977	22 May 1978	mean	relative
-----------	-------------	-------------	-------------	------	----------

Table 14. The number of sugar-beet plants (x 1000/ha) at a nitrogen dressing rate of 150 kg/ha.

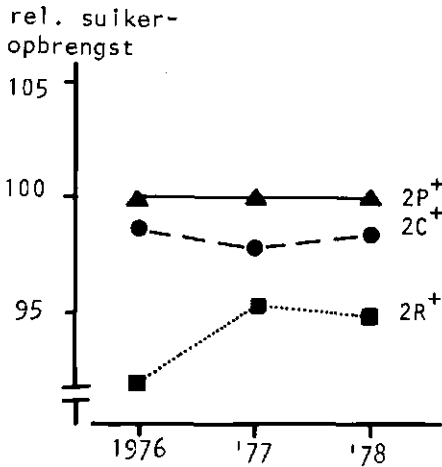
\* De continue-teelt suikerbieten was in 1976 zwaar aangetast door het bietekevertje./  
In 1976 sugar-beet in monoculture was attacked by Atomaria linearis.

Tijdens het groeiseizoen doen zich slechts geringe verschillen voor in bladontwikkeling. Alleen op het object rijbanen blijken de kantrijen, die grenzen aan de permanente sporen, langer door te groeien. De bieten in de kantrijen blijken ongeveer 3 cm groter te zijn dan in de middenrijen.

Figuur 10. De invloed van de teelfrequentie en de grondontsmetting op de suikeropbrengst bij optimale stikstofbemesting (3P = 100%).  
Influence of frequency of sugar-beet growing and soil fumigation in monoculture on relative sugar yield at optimum nitrogen dressing rate (3P = 100%).



Figuur 11. De invloed van grondbewerking binnen de tweejarige rotatie met champostbemesting op de suikeropbrengst (2P+ = 100%).  
Influence of soil tillage in the two-year rotation with mushroom compost on relative sugar yield at optimum nitrogen dressing rate (2P+ = 100%).

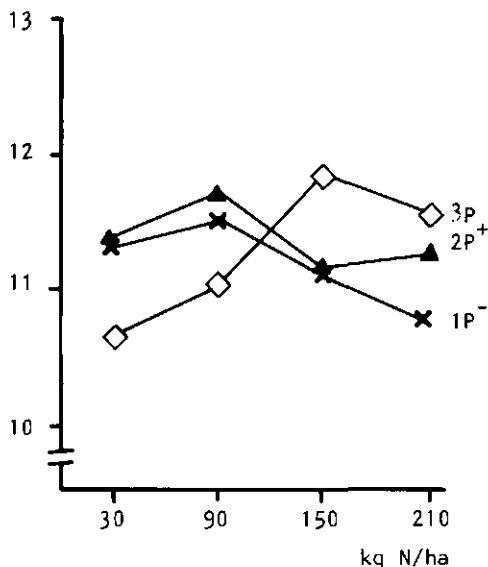


Figuur 12.

De invloed van de teeltfrequentie op de suikeropbrengst bij vier stikstofgiften gemiddeld over 1977 en 1978.

Influence of frequency of sugar-beet growing on sugar yield at four nitrogen levels (average 1977 and 1978).

suiker  
(ton/ha)

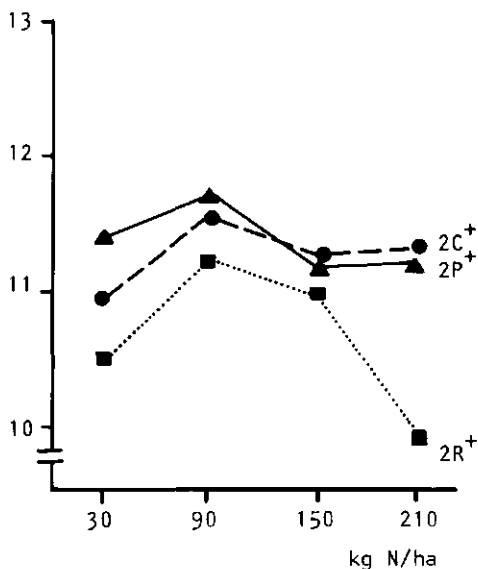


Figuur 13.

De invloed van de grondbewerking op de suikeropbrengst bij vier stikstofgiften gemiddeld over 1977 en 1978.

Influence of soil tillage at four nitrogen levels on sugar yield (average 1977 and 1978).

suiker  
(ton/ha)



#### 4.2.3. Opbrengsten

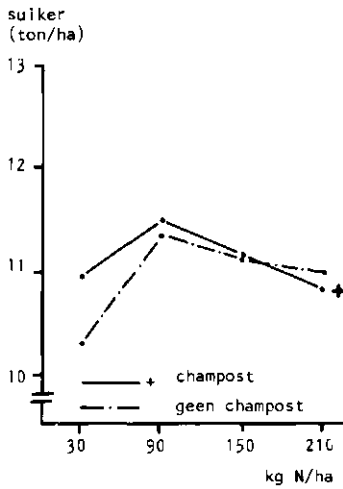
In 1973 zijn geen opbrengsten bepaald. In 1976 is de continueelt zwaar aangetast door het bietekevertje, waardoor de continueelt is overgezaaid. De teeltfrequentie blijkt nauwelijks invloed te hebben op de optimale suikeropbrengst (tabel 15, figuur 10). De in herfst 1974 en 1976 ontsmette grond van 1P geeft gemiddeld in 1975, 1977 en 1978 een meeropbrengst te zien van 5% suiker. Tussen ploegen en cultivateren zijn de opbrengsten niet verschillend. Het object rijbanen geeft gemiddeld 5% lagere opbrengsten (in 1976 en 1978 betrouwbaar, figuur 11).

De champostbemesting geeft bij de objecten ploegen en rijbanen een opbrengstverhoging te zien (interactie is in 1978 betrouwbaar aanwezig), in 1976 is champostbemesting als hoofdeffect betrouwbaar. Bij cultivateren komen geen eenduidige effecten naar voren. De invloed van de stikstofbemesting op de opbrengstcapaciteit is niet groot. Alleen in 1978 heeft 3P een grotere N-behoefte te zien gegeven om de optimale opbrengst te bereiken (figuur 12). De behoefte aan stikstof is door grondbewerking en het strooien van champost nauwelijks veranderd, terwijl ook door de grondontsmetting de optimale stikstofgift niet noemenswaard verschuift (figuur 13, 14, 15).

Figuur 14.

De invloed van de champostbemesting op de suikeropbrengst bij vier stikstofgiftten gemiddeld over 1977 en 1978.

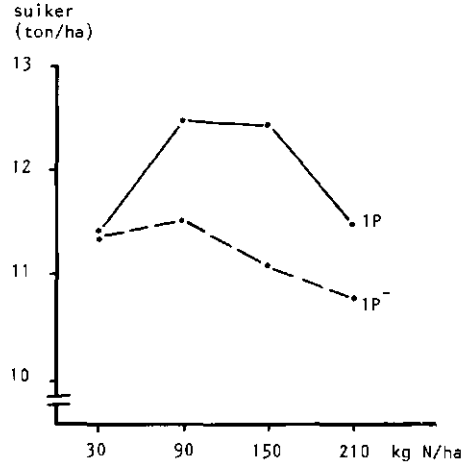
Influence of mushroom compost on sugar yield at four nitrogen levels (average 1977 and 1978)



Figuur 15.

De invloed van een tweejaarlijkse grondontsmetting op de suikeropbrengst bij continueelt suikerbieten gemiddeld over 1977, 1978.

Influence of soil fumigation on sugar yield of sugar-beet in monoculture (average 1977 and 1978).



De gemiddelde wintertarweopbrengst vanaf 1974 is 7,1 ton (tabel 18). De groenbemester heeft zich in 1977 en 1978 goed ontwikkeld.

Tabel 18. De wintertarweopbrengsten van de 3-jarige rotatie in ton/ha.

object	1976	1977	1978	gemiddeld
3P	6,7	6,1	8,4	7,1
treatment	1976	1977	1978	mean

Table 18. Yield of winter wheat (tonnes/ha) in the three year rotation.

## 5. Biologische bodemvruchtbaarheid

### 5.1. Ziekten en plagen

#### 5.1.1. Aardappelen

##### 5.1.1.1. Aaltjes

Pathogene aaltjessoorten komen niet voor. Het tegen biotype A resistente ras Saturna en de frequente grondontsmetting in de tweejarige rotatie en continueelt alsmede een gezonde uitgangssituatie op maagdelijke grond hebben aantastingen door *Globodera rostochiensis* tot nu toe voorkomen.

Enkele vrijlevende aaltjessoorten zoals *Pratylenchus* en *Paratylenchus* zijn in 1973 nog wel waargenomen, maar zijn daarna bijna niet meer aantoonbaar aanwezig.

##### 5.1.1.2. Aardrupsen

Aardrupsen zijn alleen in 1976 in belangrijke mate op het proefveld voorkomen. Het zijn polyfage rupsen van *Agrotis*soorten, die aardappelen en suikerbieten kunnen aantasten. Het optreden is sterk jaarafhankelijk. De nachtvlinders leggen eitjes op de onderste bladen van de plant. De eerste rupsenstadia vreten aan de bladeren, de latere stadia verblijven meer in de grond en vreten aan de knollen, waardoor de zogenaamde fluiters (ronde gaten) ontstaan. De eerste rupsenstadia zijn te bestrijden. De aardrupsen kunnen in de grond overwinteren en daarna opnieuw schade veroorzaken. Daarom kan het optreden van aardrupsen mede afhankelijk zijn van de voorvrucht. De continueelt aardappelen heeft in 1976 een veel hoger aantastingspercentage te zien gegeven dan de twee- en driejarige rotatie, respectievelijk 21% tegen 2 à 3%. In andere jaren hebben de rupsen geen schade veroorzaakt.

##### 5.1.1.3. *Rhizoctonia solani*

*Rhizoctonia solani* vormt sclerotiën op de knollen. Een zware bezetting met sclerotiën verlaagt de kwaliteit van de knollen. In een vroeg stadium kan de schimmel de stengels aantasten, waardoor deze kunnen wegvallen of minder goed functioneren. Knollen kunnen door *Rhizoctonia* misvormd worden als gevolg van beïnvloeding van de knolaanleg.

In deze proef is de mate van *rhizoctonia*-aantasting als volgt vastgesteld. Wanneer zich rondom de gehele stengelbasis een necrotische bruine vlek heeft gevormd, wordt de aantasting van de stengel zwaar genoemd. Is meer dan de helft van het aantal stengels zwaar aangetast, dan wordt de plant als zwaar aangetast beschouwd. Van een matige aantasting van de stengels is sprake als er een necrotische vlek is, die niet de gehele stengel omringt. Besmetting door *Rhizoctonia* kan op twee manieren plaatsvinden. *Rhizoctonia* kan vanuit de grond de uitlopende plant aantasten en vanaf de moederknol.

In 1977 is het slechts licht besmette pootgoed niet ontsmet. Er blijken dan grote verschillen in aantasting voor te komen tussen de planten. De zwaar aangetaste planten geven een lagere loof- en knolopbrengst. De knollen zijn meer misvormd en hebben meer lakschurft. De sortering is slechter, doordat er meer kleine knollen (<35 mm) en meer grote knollen (>55 mm) zijn gevormd, als gevolg van aangetaste en afgestorven stolonen en stengels.

Een gedeelte van het opbrengstverlies kan weer gecompenseerd worden door gezond gebleven planten. De invloed op de opbrengst zal daarom gering zijn.

Tabel 19. De aantasting door *Rhizoctonia solani* op de stengel ( 2 x zwaar aangetaste stengels + 1 x matig ) x 100 / ( 2 x stengels totaal ) en op de knol (100= zeer zwaar) bij 150 kg N/ha.

object	1976	1977		1978	
	knol	stengel	knol	stengel	knol
3P	28	19	20	20	35
2P+	33	34	28	29	43
2P	32	43	29	16	39
2R+	34	54	33	38	37
2R	28		36		36
2C+	15	48	26	38	38
2C	22		27		39
1C	50	61	25	60	39

treatment	tuber	stem	tuber	stem	tuber
	1976	1977		1978	

Table 19. Attack of *Rhizoctonia solani*, measured by the size of lesions at the bottom of the stem or on the size of the sclerotia at the tuber (heavy attack = 100).

De rhizoctonia-aantasting op de aardappelknollen in de tweejarige rotatie is gemiddeld wat hoger dan in de driejarige rotatie (tabel 19). De continueelt is in 1976 veel zwaarder aangetast, maar de knolaantasting is in 1977 en 1978 niet hoger dan in de tweejarige rotatie. De stengelaantasting is voor de tweejarige rotatie en met name voor de continueelt beduidend hoger dan in de driejarige rotatie. In 1978 kan grondgebonden *Rhizoctonia* het aantal stengels per plant mogelijk verlaagd hebben (tabel 4).

Uit waarnemingen van Jager (IB) komt in 1978 naar voren, dat de sclerotiën op knollen van de driejarige rotatie voor 8%, van de tweejarige rotatie voor 15% en van de continueelt voor 80% geparasiteerd worden door schimmels van het *Gliocladium roseum*/*Verticillium* spp. complex (Jager en Velvis, 1980). Deze antagonist, die gedurende het groeiseizoen tot ontwikkeling komen, hebben mogelijk een zware lakschurftaantasting in de continueelt voorkomen. Na de zware knolaantasting in 1976 hebben zij er waarschijnlijk voor gezorgd, dat het niveau van de knolaantasting in de continueelt op het niveau van de tweejarige rotatie is gekomen.



#### 5.1.1.4. Streptomyces scabies

Het ras Saturna is weinig gevoelig voor net- of pokschorftaantasting. Tussen de rotaties doen zich geen verschillen voor.

#### 5.1.1.5. Verticillium dahliae

*Verticillium dahliae* veroorzaakt verwelkingsziekte in aardappelen. Het is een schimmel die in vele gewassen voorkomt, ook in suikerbieten. In aardappelen is in het verleden deze ziekte waargenomen. De schimmel veroorzaakt het ringvuur-symptoom. Tegenwoordig komen deze symptomen niet voor.

Foto 10. Karakteristieke eenzijdige verwelking gevolgd door chlorose en necrose van het blad als gevolg van *Verticillium dahliae*.  
Characteristic unilateral wilting, chlorosis and necrosis of the leaf caused by *Verticillium dahliae*.



*Verticillium* kan lange tijd in de grond overblijven. Na het binnendringen in de wortels raken de vaatbundels verstopt. De onderste bladeren gaan dan op karakteristieke wijze in veel gevallen eenzijdig verwelken, verkleuren en afsterven (foto 10). Dit gaat door tot boven in de plant, waardoor de plant versneld afsterft (Isaac en Harrison, 1968). De vaatbundels in de stengel en soms de vaatbundels aan het navelind van de knollen zijn bruin verkleurd. *Verticillium* heeft een hoge optimumtemperatuur. Daarom is de schade het grootst in warme droge jaren, temeer daar de planten dan juist veel vocht nodig hebben. Ook andere factoren, die stress veroorzaken in het gewas, kunnen de schade door *Verticillium* verhogen.

Met behulp van een index kan de aantasting in de loop van het seizoen worden gevolgd. De index wordt vastgesteld door de stengel in acht gelijke

delen te verdelen en waar te nemen tot welk gedeelte de stengel is aangestast. Elk gedeelte van de stengel wordt verschillend gewaardeerd, de beide onderste delen met 0 en het bovenste deel met 6 (figuur 16). Een groot aantal stengels kan op deze manier gewaardeerd worden op de aantasting. Sommatie van de waarden voor de stengelaantasting maal 100, gedeeld door 6 maal het aantal stengels geeft een index die loopt van 0 tot 100. Een voorbeeld kan dit illustreren. Wanneer van 50 stengels 10 stengels Verticillium-symptomen in de onderste delen vertonen, 30 stengels symptomen in dat gedeelte van de stengel met waarde 1 en 10 stengels met waarde 3 wordt de index

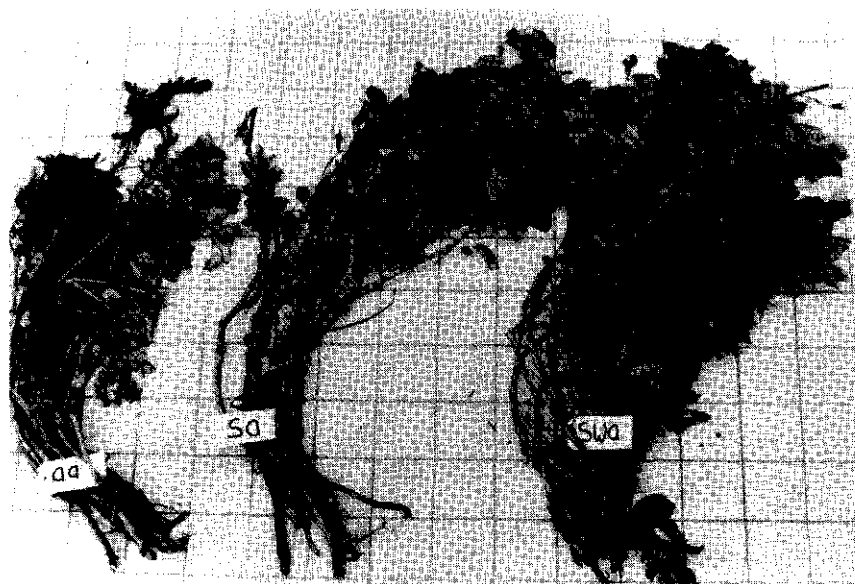
$$\frac{10 \times 0 + 30 \times 1 + 10 \times 3}{6 \times 50} \times 100\% = 20\%$$

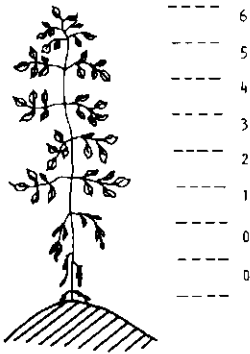
Wanneer de Verticillium-aantasting moeilijk te onderscheiden is, geeft de index een maat voor de veroudering.

Begin juli zijn doorgaans de eerste symptomen op de continueelt waarneembaar (zie voor het jaar 1978 figuur 17). De continueelt geeft de hoogste aantastingscijfers. In augustus geeft ook de tweejarige rotatie hogere aantastingscijfers dan de driejarige rotatie (foto 11). De aantasting op de driejarige rotatie is moeilijk te onderscheiden van natuurlijke veroudering. Een hoge Verticillium-index komt overeen met een laag bedekkingspercentage eind augustus.

Foto 11. De hoeveelheid bladmassa begin september is gering voor de continueelt aardappelen (aa, links op de foto), deze neemt toe voor de tweejarige rotatie (sa) en is het grootst voor de driejarige rotatie (swa, rechts).

The amount of tops in September is low for potatoes in monoculture (aa, left), increases for potatoes in the two-year rotation (sa) and is high for the three-year rotation (swa, right).

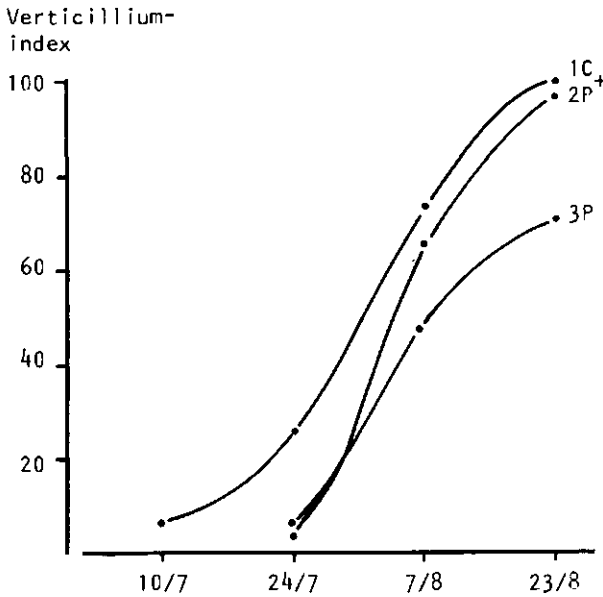




Figuur 16.

Als maat voor de Verticillium-aantasting wordt de plaats aan de stengel, tot waaraan Verticillium-symptomen worden waargenomen, gewaardeerd van nul tot zes. De gemiddelde waarde maal 100 gedeeld door zes geeft de Verticillium-index.

The attack by Verticillium dahliae is measured as the height at the potato haulm on which symptoms of Verticillium can be seen. The average value  $\times 100/6$  gives the Verticillium index.



Figuur 17.

Het verloop van de Verticillium-index in 1978.

Verticillium index of potatoes during the 1978 growing season

### 5.1.2. Suikerbieten

#### 5.1.2.1. Aaltjes

Pathogene aaltjessoorten komen nauwelijks voor. Incidenteel wordt in grondmonsters verspreid over het proefveld een enkele cyste aangetroffen. De aantoonbaarheidsgrens wordt hiermee benaderd. Tot 1978 is er geen toename vast te stellen. De vrijlevende aaltjessoorten *Pratylenchus* en *Paratylenchus* zijn in 1973 nog aangetroffen, maar zijn sindsdien nauwelijks aantoonbaar.

#### 5.1.2.2. Bietekevertje (*Atomaria linearis*)

In het voorjaar 1976 hebben bietekevertjes op de continueelt suikerbieten zoveel planten doen wegvallen, dat het object moest worden overgezaaid. In navolgende jaren is gebleken, dat door een zaadbehandeling met methio-carb en door een zaaivoorbehandeling met carbofuran voorjaarsplagen afdoende kunnen worden tegengegaan.

Overige aantastingen en/of beschadigingen van betekenis zijn niet aangetroffen.

## 5.2. Onkruiden

De belangrijkste onkruiden op het proefveld zijn de aardappelopslag, bietenopslag, koolzaadopslag, riet en in mindere mate distels, muur en kleeftkruid.

Aardappelopslag vormt uit bedrijfshygiënisch oogpunt een gevaar. Het kan bijdragen tot het in stand houden van pathogenen in de bodem, waardoor het frequentie-effect versterkt wordt. In bieten is de aardappelopslag een lastig onkruid, dat moet worden weggeschoffeld. Om aardappelopslag zoveel mogelijk te voorkomen, wordt na aardappelen altijd gecultiverd.

In de jaren dat weinig vorst optreedt, kunnen massale aantallen opslagplanten tot ontwikkeling komen. In 1977 zijn in de gewassen van alle bouwplannen aardappelopslagplanten geteld. In 1978, na vorst, zijn sporadisch enkele planten waargenomen.

Uit de tellingen van 18-5 en 13-6-1977 komt naar voren dat permanent cultiveren meer aardappelopslagplanten in bieten geeft dan afwisselend ploegen en cultiveren (tabel 20). Waarschijnlijk is dit het gevolg van de slechtere sortering en daardoor mogelijk hogere rooiverliezen in het voorafgaande jaar (tabel 11). In het gewas aardappelen blijkt ook aardappelopslag voor te komen en vooral op de continueelt. De driejarige rotatie geeft in de suikerbieten en aardappelen nagenoeg evenveel aardappelopslag als de tweejarige rotatie. In andere jaren komt nauwelijks aardappelopslag voor. Naast aardappelopslag uit knollen komen bij het in de

proef geteelde ras Saturna ook veelvuldig zaailingen van aardappelen voor. Saturna-aardappelen geven relatief veel bessen met zaden, die lange tijd in de bodem kunnen overblijven. Het aantal zaailingen lijkt door de tijd heen toe te nemen.

Vroege schieters in bieten zijn in 1974 en 1975 waargenomen. Het aantal opslagplanten van bieten is op de continueelt 60% groter dan op de tweejarige rotatie.

Tabel 20. Aardappelopslag in 1000-tallen per ha in suikerbieten en aardappelen.

object	suikerbieten		aardappelen
	18 mei 1977	13 juni 1977	10 juni 1977
3P		17	4
2P+	21	15	2
2P	16	16	3
2R+	24	13	4
2R	27	15	3
2C+	41	20	3
2C	31	23	3
1C			12
1P	0	0	
treatment	18 May 1977	13 June 1977	10 June 1977
	sugar-beet		potatoes

Table 20. Number of volunteer potatoes (x 1000 per hectare) in sugar-beet and potatoes.

Verspreid over het veld komen ook koolzaadopslag en riet voor. De rietontwikkeling op de driejarige rotatie is wat minder, terwijl er wat meer distels voorkomen. Door de bestrijdingsmogelijkheden in de wintertarwe en de groenbemester vormen de wortelonkruiden in de driejarige rotatie geen probleem. In de tweejarige rotatie en in de continueelten vormen ze (nog) geen probleem. Door mechanische en chemische bestrijding worden de onkruiden in de hand gehouden en beïnvloeden ze de opbrengst niet. Onkruidbestrijdingsmiddelen kunnen de opbrengst wel nadelig beïnvloeden. In 1977 heeft een bespuiting met fenmedifan tot wegval van rijen bietenplanten geleid. Mogelijk hebben ook residuen van metribuzin, dat in het voorafgaande droge jaar in aardappelen is gespoten, een rol gespeeld. De wegval bedraagt voor de driejarige rotatie 10%, voor de tweejarige rotatie 20% en voor de continueelt slechts 2%. De rijbanen geven de grootste schade te zien, namelijk 30%. Suikerbieten na voorvrucht aardappelen en met name op het object rijbanen blijken het gevoeligst te zijn geweest voor de bespuiting.

## 6. Chemische bodemvruchtbaarheid

Belangrijke gegevens voor de chemische bodemvruchtbaarheid zijn de hoeveelheden N, P, en K in de bodem, alsmede het organische stofgehalte.

### 6.1. Stikstof

De N-trappen liggen cumulatief, d.w.z. ieder jaar op dezelfde plaats. Tot 1977 zijn de N-trappen 30 kg/N ha, daarna zijn de trappen in aardappelen en suikerbieten 60 kg N/ha en in wintertarwe 30 kg N/ha. Op de driejarige rotatie zijn voor 1977 geen N-trappen aangebracht.

Tabel 21. De optimale N-gift voor aardappelen.

object	1976	1977	1978
3P	(150)*	150	210
2P+	180	210	150
2P	180	270	210
2R+	210	210	150
2R	210	270	270
2C+	120	210	150
2C	180	270	210
1C	180	210	270
treatment	1976	1977	1978

Table 21. Optimum nitrogen dressing rate for potatoes.

\* praktijkstikstofgift/rate according to farmers' practice

Over 1977/78 blijken er bij *aardappelen* verschillen in de optimale N-gift op te treden (tabel 21). De aardappelen van de driejarige rotatie blijken dezelfde stikstofbehoefte te hebben als de tweejarige rotatie met champost. Zonder champost op de tweejarige rotatie is de behoefte 60 kg N/ha groter. De hoeveelheid N-mineraal in de bodem is zonder champostbemesting lager.

De aardappelen van 1C blijken meer N nodig te hebben dan de vergelijkbare 2C+. Onderzoek naar de bodemvoorraad aan N-mineraal in maart 1977 heeft uitgewezen, dat de continueelt niet lagere hoeveelheden N-mineraal ter beschikking staan. De omstandigheden zijn zodanig dat het gewas er niet van kan profiteren.

De som van de hoeveelheid N-mineraal in de laag 0-60 cm en de optimale stikstofgift ligt bij aardappelen van de driejarige rotatie en de tweejarige rotatie met champost in 1977 en 1978 tussen de 200 en 280 kg N/ha. Voor de tweejarige rotatie zonder champost varieert de som van 270 tot 340 kg N/ha (tabel 22).

Een uitzondering vormt de continueelt, waar de som van de bodemvoorraad aan N-mineraal en optimale N-gift hoog is, niettegenstaande de jaarlijkse toediening van champost.

De teeltfrequentie en het toedienen van organisch materiaal beïnvloeden de hoeveelheid stikstof die voor aardappelen gestrooid dient te worden als

aanvulling op de hoeveelheid N-mineraal in de bodem van 0-60 cm in maart.

Tabel 22. De som van de optimale stikstofgift voor aardappelen en de hoeveelheid N-min in de laag 0-60 cm in maart bij de veldjes met praktijkstikstofgift.

object	1977	1978	gemiddeld
3P	200	270	235
2P+	280	210	245
2P	340	280	310
2R+	270	230	250
2R	320	320	320
2C+	280	210	245
2C	330	270	300
1C	300	320	310
treatment	1977	1978	mean

Table 22. Sum of the optimum nitrogen dressing rate for potatoes and the amount of mineral nitrogen in March in the layer 0-60 cm at a dressing rate of 150 kg N/ha.

De optimale stikstofgift voor *suikerbieten* geeft verschillen te zien voor 2P+ ten opzichte van 3P (tabel 23). De tweejarige rotatie blijkt 60 kg N/ha minder nodig te hebben dan de driejarige om de optimale opbrengst te bereiken. De hoeveelheid N-mineraal in de bodem blijkt in maart 60 kg hoger te zijn. De oorzaak kan niet gevonden worden bij de voorvrucht, want deze is in beide gevallen aardappelen.

Tabel 23. De optimale N-gift voor suikerbieten.

object	1976	1977	1978
3P	(150)*	90	150
2P+	180	30	90
2P	150	90	90
2R+	120	90	90
2R	180	90	90
2C+	150	30	90
2C	150	90	90
1P	90	90	90
1P-	150	90	90
treatment	1976	1977	1978

Table 23. Optimum nitrogen dressing rates for sugar-beet.

\*praktijkstikstofgift/rate according to farmers' practice

De strook grond van 3P met in 1977 de aardappelen en in 1978 de

### 6.3. Magnesium

In de aardappelen zijn in 1978 Mg-gebreksverschijnselen waargenomen, met name op de driejarige rotatie. Op de tweejarige rotatie en de continueelt worden de symptomen verstoord door de aanwezigheid van Verticillium.

Uit het bodemonderzoek komt naar voren dat de driejarige rotatie inderdaad iets lagere MgO-gehalten heeft (tabel 27). Toch zijn de gehalten relatief hoog. Het hier gebruikte ras Saturna blijkt erg gevoelig te zijn voor het Mg-gehalte van de grond. Pas bij lagere waarden dan 50 mg/kg grond treden ernstige gebreksverschijnselen op, die tot lagere opbrengsten kunnen leiden.

Vergeleken met de bemonstering in maart 1974 is het MgO-gehalte gedaald van 220 naar 160 mg/kg.

Tabel 27. Het MgO-gehalte van de bouwvoor op 12-okt.1978.

object	aardappelen	suikerbieten
3P	129	140
2P+	166	161
2P	160	137
2R+	167	157
2R		
2C+	171	150
2C		
1P		173
1P-		154
1C	173	

treatment	potatoes	sugar-beet
-----------	----------	------------

Table 27. The MgO content (mg/kg) in soil layer 0-20 cm.

### 6.4. Organische stof

Het organische stofgehalte is tussen voorjaar 1974 en najaar 1979 niet in belangrijke mate beïnvloed door de teeltfrequentie. De champostbemesting lijkt over die periode het organische stofgehalte met 0,2% verhoogd te hebben tot  $\pm 3,0\%$ .



## 7. Fysische bodemvruchtbaarheid

In deze proef waarin continuteelt van rooivruchten centraal staat, vormt de fysische bodemvruchtbaarheid een belangrijk onderdeel van onderzoek, dat in samenwerking met het IB en met de afdeling Grondbewerking van de LH wordt uitgevoerd.

Bodemfysische eigenschappen zijn het poriënvolume, het luchtgehalte bij pF 2,0, het vochtgehalte van de bodem op diverse tijdstippen, de plasticiteit en de bewerkbaarheid bij de voorjaarsgrondbewerking, de kluitigheid van de grond, de indringingsweerstand van de bouwvoor voor en na de grondbewerking, zaai- en pootbedkarakteristiek en verdichting door berijding.

In het kader van dit verslag worden achtereenvolgens de resultaten van het onderzoek naar poriënvolume, luchtgehalte, bewerkbaarheid, kluitigheid en indringingsweerstand vermeld.

### 7.1. Poriënvolume en luchtgehalte

Een hoog poriënvolume en luchtgehalte wijzen op een gunstige actuele structuur. Uit de literatuur komt naar voren, dat het poriënvolume groter dan 40% dient te zijn en het luchtgehalte bij pF 2,0 groter dan circa 15 volumeprocenten. Bij lagere poriënvolumes en luchtgehalten zijn er te weinig grote poriën om onder natte omstandigheden een goede gasuitwisseling tussen bodem en lucht te waarborgen (Boekel, 1966).

Bepaling van poriënvolume en luchtgehalte is o.a. uitgevoerd in juni van de jaren 1976, 1977 en 1978, waarbij de lagen 2-7, 12-17 en 22-27 cm-mv zijn bemonsterd.

De laag van 12-17 cm is de laag waarin berijdingseffecten sterk naar voren komen. Bij de voorjaarsgrondbewerking blijkt deze laag relatief nat te zijn. De laag van 2-7 cm, die bij aardappelen wordt bewerkt, geeft soortgelijke verschillen te zien. In de laag van 22-27 cm komen geen verschillen naar voren. De actuele structuur bij suikerbieten is dezelfde als bij aardappelen.

Tabel 28. Het poriënvolume van de laag 12-17 cm in aardappelen (gegevens: IB).

object	1977	1978	gemiddeld
3P	50	52	51
2P+	52	51	51
2P	51	51	51
2R+	54	55	54
2R	54	55	54
2C+	50	51	50
2C	51	53	52
1C	51	53	52
treatment	1977	1978	mean

Table 28. Pore volume at depth of 12-17 cm in potatoes (source: Institute of Soil Fertility).

## 8. Discussie

In het kader van het project 'onderzoek naar de productiecapaciteit van aardappelen en suikerbieten in nauwe rotaties en continueelt' loopt de vruchtwisselingsproef PAGV1 nu zes jaar. In deze periode heeft het bouwplan met wintertarwe, aardappelen en suikerbieten twee rotaties doorlopen, het bouwplan met aardappelen en suikerbieten drie rotaties en de continueelten van aardappelen en suikerbieten ieder zes. Het duurt op deze jonge poldergrond meerdere rotaties voordat vruchtwisselingsgebonden problemen optreden. In deze proef is dit voor continueelten het geval, maar voor de twee- en driejarige rotaties is nog sprake van een aanloopperiode.

De invloed van de teeltfrequentie is hoofdpunt van onderzoek. De teeltfrequentie varieert van 33% tot 100% voor aardappelen en suikerbieten. Zij is in deze proef gestrengeld met voorvruchteffecten en grondontsmetting (zie bijlage). Bovendien liggen de bouwplannen als blokken naast elkaar, waardoor de teeltfrequentie-effecten alleen in enkelvoud vastgesteld worden.

Bij een teeltfrequentie van 50% lijkt de aardappel na zes jaar een zeer geringe opbrengstverlaging te hebben gegeven. Bij een frequentie van 100% is de opbrengstverlaging gemiddeld 30%. De opbrengst van de suikerbieten blijkt daarentegen na zes jaar nauwelijks te reageren op verhoging van de teeltfrequentie.

De oorzaken van het achterblijven van de aardappelopbrengsten kunnen veelrlei zijn. Al deze oorzaken beïnvloeden elkaar. Exact aangeven hoeveel iedere oorzaak bijdraagt aan de opbrengstdepressie is niet mogelijk. De oorzaken houden verband met de bodemvruchtbaarheid.

De *chemische bodemvruchtbaarheid* ligt op een zodanig hoog niveau, dat eventuele verschillen de opbrengst nauwelijks beïnvloeden. Verschillen in stikstoftoelevering uit de bodem worden door middel van stikstoftrappen opgevangen. De opbrengstcapaciteit kan daardoor altijd bepaald worden. Voor suikerbieten en wintertarwe blijkt de optimale stikstofbemesting overeen te komen met het bemestingsadvies, dat op basis van het N-mineraal-onderzoek wordt gegeven. Voor aardappelen daarentegen blijkt de landelijke norm van 300 kg bodem- en kunstmeststikstof voor de tweejarige rotatie met champost en de driejarige rotatie aan de hoge kant te zijn. Voor de tweejarige rotatie zonder champost en de continueelt is de norm goed. Mogelijk dat door de beworteling beneden 60 cm diepte en de mineralisatie van groenbemester of champost de som wat lager uitvalt. Op de continueelt blijkt ondanks de champostbemesting de optimale stikstofgift hoog te zijn. Dit komt overeen met waarnemingen in het veld, waaruit naar voren komt dat de vroege afsterving van het gewas op de continueelt wordt vertraagd met veel stikstof. Het aardappelgewas lijkt onder omstandigheden van een Verticillium-aantasting meer stikstof nodig te hebben.

De incidenteel gevonden Mg-gebreksverschijnselen zijn waarschijnlijk eerder toe te schrijven aan raseigenschappen dan aan lage Mg-gehalten in de bodem. Bij hoge stikstofgiften zijn er minder gebreksverschijnselen waarneembaar. De opbrengstcapaciteit zal daarom niet beïnvloed zijn. Wel zal bij teeltintensivering met meer rooivuchten eerder magnesiumbemesting nodig zijn.

Het organische stofgehalte blijkt na vier jaar champostbemesting  $\pm$  0,2% hoger te zijn dan zonder de champostbemesting. Het gehalte is nog zo hoog dat hiervan blijkbaar geen invloed op de opbrengst bij optimale stikstofbemesting uitgaat.

De *fysische bodemvruchtbaarheid* blijkt op deze jonge poldergrond erg goed te zijn. De grond heeft een hoog gehalte aan afslibbare delen ( $\pm$  35%), een hoog gehalte aan koolzure kalk ( $\pm$  8%), een voldoende hoog organisch stofgehalte ( $\pm$  2,8%) en een goede ontwatering.

Een groot aantal bepalingen kunnen dienen om de bodemstructuur te karakteriseren. Van deze bepalingen blijkt er een aantal geen verschil tussen de bouwplannen aan te geven, zoals dat naar voren komt in bewerkbaarheid, plasticiteit, vochtgehalte, poriënvolume en luchtgehalte bij pF 2,0.

Wel is er verschil in kluitrigheid tussen de bouwplannen geconstateerd, maar deze verschillen zijn grotendeels toe te schrijven aan verschillen in hoofdgrondbewerking.

Cultivateren als hoofdgrondbewerking geeft aanzienlijk meer kluiten dan ploegen. Deze kluiten zijn wellicht het gevolg van berijding en verdichting en het onvoldoende losmaken bij het cultivateren. Met een permanent sporenpatroon (rijbanen) worden op de bedden nauwelijks verdichtingen aangebracht en blijkt de grond zeer los te worden (hoog poriënvolume en luchtgehalte) met weinig kluiten. De uiteenlopende kluitrigheid blijkt nauwelijks tot een beïnvloeding van de netto-aardappelopbrengst geleid te hebben. Op het object rijbanen blijken de middenrijen iets meer stengels per plant te geven, maar is de hoeveelheid uitval van aardappelen niet lager. De opkomst van suikerbieten is op de rijbanen wat geringer, maar ook de suikeropbrengst is iets verminderd. Mogelijk dat het object rijbanen voor suikerbieten een te losse structuur heeft.

De *biologische bodemvruchtbaarheid* blijkt in deze proef van groot belang te zijn.

In 1976 bevat de continueelt aardappelen zoveel Rhizoctonia op de knol, dat de opbrengst hierdoor verlaagd kan zijn. In 1977 en 1978 treedt er weliswaar meer stengelaantasting door Rhizoctonia in de tweejarige rotatie en vooral in de continueelt op, maar de verlaging van het aantal stengels is niet groot. De knolaantasting is in deze periode nagenoeg gelijk. De opbrengst zal in deze jaren niet in belangrijke mate zijn beïnvloed door Rhizoctonia. Er blijken in 1978 in de continueelt meer op Rhizoctonia parasiterende schimmels voor te komen. Deze schimmels verdwijnen vrij snel uit de grond, waardoor Rhizoctonia in het voorjaar ongehinderd de stengels kan aantasten (Jager en Velvis, 1980). Aan het eind van het groeiseizoen kunnen zij in de continueelt zodanig zijn toegenomen, dat de knolaantasting wordt geremd. Uit nader onderzoek in 1977 is naar voren gekomen dat Rhizoctonia slechts een geringe invloed heeft op de opbrengst-depressie en op de mate van uitval.

De veroorzaker van de vroege afsterving in de continueelt is Verticillium dahliae. Deze schimmel doorwoekert de houtvaten van de stengel en veroorzaakt verwelking.

In droge jaren met veel verdamping is de schade het grootst. In juli zijn in de continueelt al verwelkingsverschijnselen waarneembaar en in augustus in de tweejarige rotatie, gevolgd door de driejarige rotatie. Deze te vroege achteruitgang van de gezondheidstoestand van het gewas op de continueelt heeft tot gevolg dat er minder loof geproduceerd wordt en dat minder knollen per plant worden aangelegd dan op het vergelijkbare object

van de tweejarige rotatie. Door de afnemende loofproduktie is er eind augustus een belangrijk lager bedekkingspercentage met groen loof. De knolvullingssnelheid is gedaald, waardoor circa 4% minder knollen > 55 mm tot ontwikkeling komen. Ook is het uitvalpercentage hoger. Al met al komt de netto-opbrengst hierdoor + 30% lager uit en is eveneens de totale drogestof produktie afgenomen.

In het warme droge jaar 1976 is de opbrengstderving 47%, maar in het gematigde jaar 1978 18% vergeleken met de driejarige rotatie. In hoeverre al deze effecten alleen aan Verticillium moeten worden toegeschreven of dat andere factoren de schade door Verticillium versterken, kan door de verstrengeling van de factoren moeilijk worden aangegeven.

Op de tweejarige rotatie zijn in mindere mate soortgelijke effecten waar te nemen. De opbrengstdaling is hier nog gering, de versnelde afsterving komt na een iets betere beginontwikkeling. De kwaliteit van het produkt is minder dan op de driejarige rotatie, door meer uitval, lager onderwatergewicht en meer grondtarra.

Uit door Scholte (LH) uitgevoerde potproeven met het ras Bintje komt naar voren, dat bij hoge teeltfrequenties van aardappelen vroegtijdig wortelverbruining optreedt en waarschijnlijk daardoor lagere opbrengsten worden gevonden. In hoeverre deze wortelverbruining in deze proef met het ras Saturna van belang is, moet in verder onderzoek worden nagegaan.

Problemen met aaltjes hebben zich niet voorgedaan. De frequente grondontsmetting in de tweejarige rotatie en de continueelt hebben hier waarschijnlijk een bijdrage aan geleverd.

## 9. Synthese

Een *driejarig* bouwplan met wintertarwe, aardappelen en suikerbieten geeft de mogelijkheid van een groenbemester onder wintertarwe. Blijkens resultaten van het proefveld "De Schreef" kunnen de aardappelen het beste na de wintertarwe en voor de suikerbieten worden verbouwd. De aardappel profiteert extra van een groenbemester en heeft niet het nadelige effect van de voorvrucht suikerbieten, die echter op hun beurt wel het iets nadelige effect van de voorvrucht aardappelen hebben, o.m. door aardappelopslag. Door te cultivateren na aardappelen wordt het meest geprofiteerd van eventueel optredende bevroering van rooiverliezen.

Bij een *tweejarig* bouwplan met aardappelen en suikerbieten blijkt in de aanloopperiode van zes jaar de opbrengst en kwaliteit van aardappelen ten opzichte van een driejarig bouwplan in slechts geringe mate gedaald te zijn als gevolg van bodemgebonden schimmels. De opbrengst van de suikerbieten is niet veranderd.

De fysische bodemvruchtbaarheid verdient sterk de aandacht. De bodemvruchtbaarheid kan op peil worden gehouden door de grond alleen op vaste plaatsen te berijden (rijbanen) en/of organische mest toe te dienen. De bodemstructuur blijkt op het object rijbanen inderdaad veel lossier te zijn, met weinig kluiten. De organische bemesting heeft geen duidelijke invloed op de structuur gehad. Het permanent cultivateren van de grond, om zoveel mogelijk bevroering van aardappelrooiverlies te verkrijgen, heeft een achteruitgang in de bodemstructuur gegeven, zoals dat te meten is in de hoeveelheid kluiten. Evenwel de opbrengst en de kwaliteit van aardappelen en suikerbieten blijkt niet in belangrijk mate te zijn veranderd. Later zal moeten blijken in hoeverre de investeringen in de zin van hogere opbrengsten of anderszins terugkomen.

*Continueelt van aardappelen* blijkt al snel tot circa 30% lagere opbrengsten te leiden. Op deze jonge poldergrond wordt dit nog niet veroorzaakt door bodemfysische factoren. Door de hoge bemesting zijn er geen bodemchemische oorzaken. De opbrengstdaling is tot nu toe volledig toe te schrijven aan bodembioologische factoren. Aardrupsen kunnen in grote mate voorkomen, maar zijn bij tijdige waarneming goed te bestrijden. Andere dierlijke organismen zoals aaltjes spelen geen rol, bodemschimmels die niet op verantwoorde wijze te bestrijden zijn, daarentegen wel.

Een duidelijk aanwijsbare schimmel is *Verticillium dahliae*, die de verwelkingsziekte veroorzaakt. Het gewas sterft vroeger af, met name in droge, warme jaren. Daarnaast kan *Rhizoctonia solani* van betekenis zijn en is wortelverbruining waargenomen. Door de snelle beginontwikkeling en eerdere afsterving van het gewas wordt het percentage kleine knollen verhoogd en blijven er meer verliesknollen op het veld achter. De ontwikkeling van de aardappelrooier met kneuzer maakt het mogelijk rooiverlies te vernietigen, waardoor het cultivateren, dat bij permanente toepassing een achteruitgang in bodemstructuur veroorzaakt, kan worden vervangen door ploegen.

Een ander aspect van aardappelen in continueelt is de grotere fluctuatie van de opbrengsten. Zo verlaagt droog weer de opbrengst in belangrijke mate, omdat door *Verticillium* aangetaste planten dan sneller verwelken. Anderzijds is er in het vierde jaar in de *rhizoctonia*-aantasting een maximum waarneembaar. De *rhizoctonia*-aantasting op de continueelt blijkt in de loop van de jaren minder ernstig te worden. Na een zware aantasting komen antagonistische tot ontwikkeling, die de schade terugdringen tot het niveau van de andere bouwplannen.

Een en ander duidt erop, dat inderdaad de risico's van aardappelen in continueelt ten aanzien van opbrengst en kwaliteit groter zijn.

*Continueelt van suikerbieten* blijkt in deze proef zes jaar mogelijk te zijn zonder het optreden van aaltjes. In die zes jaar is het opbrengstniveau nauwelijks gedaald. De suikerbiet reageert in opbrengst niet op de teeltfrequentie. Om de twee jaar een grondontsmetting op de continueelt suikerbieten blijkt het opbrengstniveau ongeveer 5% te verhogen. Een nadelig effect van grondontsmetting op de bodemstructuur kon niet worden vastgesteld. De continueelt van suikerbieten blijkt echter, afgezien van het optreden van bietecystenaaltjes, meer risico's in te houden dan de teelt van suikerbieten in vruchtwisseling. Schade van bietekevertjes kan zonder tegenmaatregelen groot zijn. Een bestrijding is echter goed mogelijk.

## 10. Samenvatting

Op jonge poldergrond in Oost-Flevoland is in 1973 de vruchtwisselingsproef PAGVI van start gegaan. In nauwe rotaties en continueelt worden de opbrengst en kwaliteit van aardappelen en suikerbieten bestudeerd, alsmede de factoren die daarop van invloed zijn.

Ten opzichte van de driejarige rotatie wintertarwe-aardappelen-suikerbieten blijkt na zes jaar de netto-opbrengst van aardappelen in de tweejarige rotatie aardappelen-suikerbieten nauwelijks te zijn gedaald. De aardappel-opbrengst in de continueelt blijkt met ongeveer 30% afgenomen te zijn. De kwaliteit van de aardappelen is in continueelt eveneens verminderd. De opbrengst en kwaliteit van de suikerbiet blijkt niet te verschillen voor de drie bouwplannen.

Als oorzaken van het optreden van lagere aardappelopbrengsten kan op het gebied van de biologische bodemvruchtbaarheid een waarschijnlijk geringe invloed van *Rhizoctonia solani* en een belangrijke invloed van *Verticillium dahliae* worden aangegeven. Deze laatste is een verwelkingsziekte, die tot vroege afsterving van het gewas leidt.

Op het gebied van de chemische bodemvruchtbaarheid zijn er geen factoren aan te wijzen die de opbrengstverschillen veroorzaken.

De fysische bodemvruchtbaarheid van de driejarige rotatie en de continueelt valt binnen de variatie die in de tweejarige rotatie is aangebracht d.m.v. grondbewerking of organische bemesting. Permanent cultivateren leidt tot een grotere kluitrigheid dan afwisselend ploegen-cultivateren. Permanente rijbanen met teelt op bedden geeft een 3% hoger poriënvolume en een 5% hoger luchtgehalte. Bovendien neemt de kluitrigheid ten opzichte van cultivateren of ploegen sterk af. De organische bemesting in de vorm van champignoncompost heeft de fysische bodemvruchtbaarheid nauwelijks beïnvloed. De opbrengst van aardappelen bij optimale stikstofbemesting blijkt binnen de tweejarige rotatie niet te reageren op grondbewerking of organische bemesting. De suikeropbrengst blijkt op het object rijbanen iets gedaald te zijn. De verschillen in bodemfysische hoedanigheid van de grond hebben (nog) niet tot duidelijke invloeden op de opbrengsten geleid.

## 11. Summary

A field trial with potatoes and sugar-beet in intensive rotations was begun on newly reclaimed polder soil in East Flevoland in 1973. The soil there is a heavy sandy clay (24% 2 m), rich in lime (8%) and has normal levels of organic matter (2.9%).

The aim of the trial is to study the influence of high growing-frequencies (33%-50%-100%) of potato and sugar-beet on the yield and quality of the crops and physical, chemical and biological aspects of soil fertility. In particular, the rotation potatoes/sugar-beet, i.e. 100% root crops, is being studied.

In Annex 1 a layout of the field trial and the treatments is shown. The size of the plots is large enough (7.5 x 55 m) for mechanical cultivation, so that crop growing in this trial is similar to farmers' normal practise. All mechanical operations, e.g. seedbed preparation, harvesting, ploughing, are carried out on all plots on the same day.

The potato cultivar 'Saturna', which is resistant to potato-cyst eelworm, is used in the trial. In the two-year rotations and potato monoculture, the soil is fumigated every two years with metam-sodium. In sugar-beet monoculture the effect of soil fumigation was studied.

The cultivation scheme of the trial is described in Annex 1.

Normally the soil is ploughed after sugar-beet and winter wheat. After potatoes the soil is always tilled with a fixed-tine cultivator to increase the chance that harvest losses of potatoes, which then remain near the soil surface, will freeze during the winter. In the two-year rotation after sugar-beet the soil may be ploughed or cultivated. In this way one treatment consists of ploughing after sugar-beet and cultivating after potatoes, another consists of cultivating after sugar-beet and after potatoes.

Because of the high intensity of machinery traffic in root crops, the soil structure may deteriorate (photo 3). To study the influence of soil structure on crops within the two-year rotation, a third tillage system was set up, using established paths, 30 cm wide, for controlled machinery traffic, with permanent beds, 3 m wide, between the paths (Figure 2). The beds are treated with a fixed-tine cultivator drawn by a tractor travelling over the paths. So the three tillage systems in the two-year rotation are:

- main tillage with plough and cultivator (2P)
- main tillage with only a cultivator (2C)
- controlled traffic fields (2R).

The organic manure in the three-year rotation is a green manure and in monoculture of potatoes and sugar-beet a mushroom compost. The influence of mushroom compost on soil fertility is studied in the two-year rotation. The leaves of sugar-beet are turned into the soil. The yielding capacity of the crops is measured in all treatments with four nitrogen levels in three replicates; phosphorus and potassium is applied in sufficient quantities. The soil-tillage treatments, mushroom manure and nitrogen levels within the two-year rotation give a split-split-plot design in three replicates.



Results of the first six years of the trial, from 1973 to 1978, are:

- During the period 1976-1978 the net yield of potatoes grown in monoculture decreased rapidly. In comparison with the three-year rotation, this decrease was on average 30% (Table 8). For the two-year rotation (2P+) this decrease was only 2%. The total yield of potatoes in two- and three-year rotations were not different. Only in monoculture the total yield did decrease by 20% (Table 7). This means that potato quality decreased with increasing frequency of potato cropping, especially in potato monoculture. Tables 9, 10 and 11 show that more deformed and small-sized tubers occurred in monoculture.
- The sugar yield was not influenced by the frequency of sugar-beet cropping. In monoculture, sugar-beet yields increased by 5% when the soil was fumigated every other year, even though no eelworms were present (Table 15). No difference in quality of sugar-beet, as measured by sugar contents (Table 16), soil tare (Table 17) and purity (Na, K, - amino-N contents), was found.
- Soil-tillage treatments and organic manure did not influence the net yield of potatoes at optimum nitrogen dressing rates. But the quality was affected in several ways. The tillage system using controlled traffic gave a higher number of tubers 55 mm (Table 9), ploughing gave less deformed tubers (Table 10), and cultivating gave more small tubers 35 mm (Table 11).
- The sugar-yield was influenced by soil tillage. Under controlled traffic yields were 5% lower (Table 15), the quality was not affected. Juice purity of the beet decreased due to application of organic manure.

Intensive research on *physical soil properties* has shown that the pore volume and air content at pF 2.0 is high in this newly reclaimed polder. In this trial only controlled traffic had an effect on these parameters (Tables 28 and 29): it is possible to increase the pore volume and air content considerably with tillage that incorporates controlled traffic. The workability of the soil in spring was not affected (Table 30). The soil-tillage treatments have created three levels of soil structure (Table 13). This can be seen during the potato harvest in the differences in the amount of soil tare (clods). The tare was 7 tonnes per ha for controlled traffic, 12 tonnes per ha for ploughing and 19 tonnes per ha for cultivating. Organic manure did not influence soil tare. In potatoes the amounts of clods in the soil in spring and before harvest (Table 31) are comparable. The maximum resistance of the soil in early spring, measured in the top 20 cm of the soil with a penetrometer, gave similar results for tillage by ploughing (2P) and controlled traffic (2R) (Table 32). Cultivating under normal traffic conditions (2C) raised the maximum resistance. However in this study it appears that physical properties of the soil hardly influence the potato yield. As soil properties of monoculture of potatoes and sugar-beet are similar to those of the two-year rotation it can be concluded that they did not cause differences in yield between the rotations.

The *chemical properties* of the soil are good. Phosphorus and potassium is applied in sufficient quantities (Table 26). The Magnesium content of the soil decreased from 220 mg per kg in 1974 to 160 mg per kg in 1978, but this is still very high (Table 27). The optimum nitrogen dressing rate was 60 kg higher in potato monoculture than in the two-year rotation with organic manure (Table 21 and Figure 5).

Nitrogen contents of the soil to a depth of 60 cm were the same as in other rotations; the use of nitrogen is less efficient in potato monoculture. The sugar-beet crop in the three-year rotation needed more nitrogen for an optimum yield than in the two-year rotations, because the amount of nitrogen in the soil is lower. Perhaps this is due to differences in the soil profile (Tables 23, 24; Figure 1). It can be concluded that differences in yield are not caused by differences in soil fertility.

The *biological properties* of the soil are important. In the reporting period worms and weeds were no problem for the cropping plan in the trial. In winters with frost, nearly all the potatoes remaining in the ground died because of tillage after harvest with the fixed-tine cultivator. In 1977 after a winter without frost there were more volunteer potato plants on cultivated plots than on ploughed plots (Table 20). The previous year more tubers per plant under the size of 35 mm were formed on the cultivated plots, which increased the harvest losses.

As far as pests are concerned, larvae of *Agrotis* spp. were abundant only in 1976 in monoculture of potatoes. They caused great damage to the tubers. In 1976 pygmy beetle (*Atomaria linearis*) necessitated the resowing of sugar-beet in monoculture. In the following years, damage was prevented by control measures.

The diseases that occur in potatoes are *Rhizoctonia solani*, *Streptomyces scabies* and *Verticillium dahliae*. In 1976, *Rhizoctonia* attacked potato monoculture far more than potatoes in rotation (Table 19). In 1977 and 1978 for increasing frequencies of potato growing, there was more *Rhizoctonia* on the stem, but not on the tubers. In general there might be a slight influence of *Rhizoctonia* on the yield with increasing frequencies of potato growing. Differences in *Streptomyces scabies* between treatments were not observed. *Verticillium dahliae* caused early-dying disease in potatoes. In May and June there are hardly any differences (Tables 2, 3, 4). Starting in July the monoculture of potatoes shows a rapid increase in the *Verticillium* index (Figure 17). Rapid aging can be observed some time after in the two-year rotation. At the end of the growing season, the monoculture and to a lesser extent the two-year rotation shows a lower percentage of green leaf cover (Table 6). This early-dying disease was perhaps the main cause of the yield decreases of 30% in monoculture and 2% in the two-year rotation.



## 12. Literatuur

Bakker, H. de, J. Schelling.

Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland. Stiboka/Pudoc, (1966).

Boekel, P.

De luchthuishouding van de grond in verband met de zuurstofvoorziening van de gewassen. Bodem 66-67; 2-9 (1966).

Boekel, P.

Bewerkbaarheid van de grond in het voorjaar. Cultuurtechnisch Tijdschrift 18; 211-219 (1978-79).

Heestermans, J.M.A.J.

Wevopi self-propelled potato harvester for experimental fields. Proceedings of the fourth international conference on mechanisation of field experiments. July 5-10, 1976, Iowa State University, Ames, USA.

Hoekstra, O., C.A.A.A. Maenhout.

12 jaar De Schreef. Resultaten van het vruchtwisselingsonderzoek op de bouwplannenproef "De Schreef", 1963 t/m 1974. PA-rapport nr. 33, (1976).

Isaac, I., J.A.C. Harrison.

The symptoms and causal agents of early-dying disease (Verticillium wilt) of potatoes. Ann.appl.Biol. 61; 231-244 (1968).

Jager, G., H. Velvis.

Onderzoek naar het voorkomen van Rhizoctonia-werende aardappelpercelen in Noord-Nederland. IB-rapport 1-80 (1980).

Ovaa, I.

De bodemgesteldheid van het proefveld PAGV1 te Lelystad. Rapport nr. 1530 Stichting voor Bodemkartering (1980).

Preuter, H.

Bedrijfseconomische evaluatie van de intensiteit van het grondgebruik op "De Schreef". PA-rapport nr. 31 (1976).

Westmaas Research Group on new Tillage Systems.

Experiences with three tillage systems on a marine loam soil. Agricultural Research Report 899. Pudoc Wageningen (1980).



