

Seriële

~~OFF~~

NN 36654

Themadag vruchtwisseling

inleidingen gehouden tijdens de themadag vruchtwisseling op 24 februari 1981

met medewerking van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en de Landbouwhogeschool, vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandcultuur

**themaboekje nr. 2
februari 1981**



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

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0379 4522

ish 137297

Inhoud

		<u>blz.</u>
- Inleiding	ir A. v.d. Schaaf	3
- Vruchtwisseling en bedrijfseconomie	ir P.K. Cevaai	5
- Vruchtwisseling en gewasopbrengst		
I Bouwplannenproef De Schreef	ing. O. Hoekstra	16
- Vruchtwisseling en gewasopbrengst		
II Continuteelten PAGV 1	ir J.G. Lamers	23
- Vruchtwisseling en bodemvruchtbaarheid	ir C.M.J. Sluijsmans	31
- Vruchtwisseling en bodempathogenen	ir C.A.A.A. Maenhout	38
- Ontwikkelingen in vruchtwisselingsonderzoek	prof. ir L.J.P. Kupers	48
- Samenvatting	ir A. v.d. Schaaf	60

Programma Themadag 24 februari 1981

- | | | |
|-----------|---|--|
| 10.00 uur | Opening | |
| | ir A. van der Schaaf | PAGV |
| 10.15 uur | Vruchtwisseling en bedrijfseconomie | |
| | ir P.K. Cevaal | PAGV |
| 10.40 uur | Vruchtwisseling en gewasopbrengst | |
| | ing. O. Hoekstra en ir J.G. Lamers | PAGV |
| 11.50 uur | Vruchtwisseling en bodemvruchtbaarheid | |
| | ir C.M.J. Sluijsmans | Instituut voor Bodemvruchtbaarheid |
| 13.30 uur | Vruchtwisseling en bodempathogenen | |
| | ir C.A.A.A. Maenhout | PAGV |
| 14.15 uur | Ontwikkelingen in vruchtwisselingsonderzoek | |
| | Prof. ir L.J.P. Kupers | LH, Vakgroep Lanbouwplantenteelt en
graslandcultuur |
| 15.30 uur | Samenvatting | |
| | ir A. van der Schaaf | PAGV |
| 15.45 uur | Algemene discussie | |
| 16.30 uur | Sluiting | |

Inleiding

Door het PAGV worden regelmatig themadagen georganiseerd over onderwerpen van onderzoek die worden afgerond of die in een stadium van accentverlegging zijn. Deze onderwerpen worden voorgelegd aan een wat breder publiek, bestaande uit voorlichters, onderzoekers, vertegenwoordigers van landbouwonderwijs, bestuursleden van verenigingen voor bedrijfsvoorlichting en regionale onderzoekcentra. Doel hiervan is het versterken van de regionale belangstelling voor het onderwerp om vervolgens met vereende krachten te zorgen voor een optimale begeleiding van de praktijk via het doorstromen van goed geïnterpreteerde onderzoekresultaten.

Het vruchtwisselingsonderzoek t.b.v. de Nederlandse akkerbouw, dat voornamelijk is gericht op aardappelen, bieten en graan, verkeert in een overgangsfase. In de eerste plaats omdat het vaststellen van de invloed van vruchtwisseling en bouwplan op opbrengst en kwaliteit van de gewassen plaats moet maken voor meer onderzoek ter vaststelling van de oorzaken van vruchtwisselingseffecten en het uitschakelen ervan.

In de tweede plaats omdat accenten van onderzoek moeten worden verlegd naar regionale, dus gebiedsgebonden omstandigheden voor wat betreft grondsoort en bedrijfstype.

Tenslotte heeft de bouwplanvernaauwing, waarop het onderzoek sterk was gericht, zowel in technisch als in economisch opzicht zijn grenzen. Die worden bepaald door bedrijfseconomische factoren als saldo per ha, investering in werktuigen en gebouwen, arbeidsfilm, enz., maar ook door bedrijfstechnische factoren, zoals bouwplangebonden pathogenen en onkruiden, bodembehandeling onder omstandigheden van eenzijdige en intensieve teelten enz.

Zowel in bodembioologische als in fysisch/chemische zin moet de productiefactor grond in stand worden gehouden. Dit betekent dat onderzoek en voorlichting naast de bouwplanvernaauwing aandacht moeten geven aan het vinden van bouwplanverruimende alternatieve gewassen.

Het vruchtwisselingsonderzoek is tot nu toe gecoördineerd door de Werkgroep Analyse Vruchtwisselingseffecten. Het heeft betrekking op een groot aantal activiteiten van afzonderlijke instellingen en/of onderzoekers; een belangrijk deel ervan wordt in samenwerkingsverbanden uitgevoerd. Enkele voorbeelden van samenwerkingsprojecten zijn de PAGV-projecten 28.4.01: "Onderzoek naar de onderlinge relatie en beïnvloeding van gewassen", beter bekend als "De Schreef"

en 28.4.02: "Onderzoek naar de produktiecapaciteit van aardappelen en suikerbieten in nauwe relaties en continu-teelt", beter bekend als "PAGV 1".

Het verschijnen van publikaties over deze twee projecten markeert de themadag. Het thema vruchtwisseling wordt in een economisch en een technisch kader geplaatst. Economisch in de zin van: "Wat heeft geleid tot de hernieuwde aandacht voor vruchtwisselvraagstukken in onderzoek en praktijk en wat is hiervan het bedrijfseconomisch perspectief?".

Technisch in de zin van: "Welke zijn de kwantitatieve en kwalitatieve effecten van bouwplanvernauwing of zelfs van continu-teelt op de gewasopbrengst en op de bodemvruchtbaarheid?"

Vanuit dit economisch/technische kader wordt ingegaan op de fysische en chemische bodemvruchtbaarheid in de zin van: "Hoe kan de factor grond in kwalitatieve zin in stand worden gehouden onder omstandigheden van intensief grondgebruik in nauwe bouwplannen?". Daarnaast wordt aandacht besteed aan de rol van vruchtwisselingsgebonden bodempathogenen.

Terugkerend naar de gewassen wordt aandacht gegeven aan de factoren die invloed hebben op de opbrengst en op de wijze waarop die factoren moeten worden onderzocht, respectievelijk weggenomen. Zowel voor het onderzoek als voor de voorlichting liggen hier wellicht nieuwe taken.

De opbrengst van akkerbouwgewassen wordt in belangrijke mate beïnvloed door vruchtwisselingseffecten. Een slotbeschouwing over de aan bouwplanvernauwing te stellen grenzen is daarom om zowel bedrijfstechnische als bedrijfseconomische redenen op zijn plaats.

Het bedrijfsinkomen zal n.l. bij voortduring in belangrijke mate bepaald worden door de gewasopbrengsten en deze op hun beurt door de kwaliteit van de grond. Daarnaast spelen de kosten een belangrijke rol en deze worden mede bepaald door ziekte- en onkruiddruk.

Hopelijk krijgt, mede door deze themadag, de vruchtwisseling de aandacht die ze verdient in onderzoek, onderwijs en voorlichting, maar vooral ook in de praktijk van de akkerbouw.

ir A. van der Schaaf,

Hoofd van de afdeling

Technisch Onderzoek in Bedrijfsverband

Vruchtwisseling en bedrijfseconomie

P.K. Cevaai

1. Bouwplanontwikkeling

Veelvuldig zijn, ter verhoging van het inkomen in de akkerbouw, de volgende mogelijkheden genoemd.

Verhoging van de geldopbrengst door:

- . hogere kg-opbrengsten van de gewassen
- . intensivering van het bouwplan
- . het aantrekken van neventakken door kleinere bedrijven

Verbetering van de kostenstructuur door:

- . het vervangen van vreemde arbeid door eigen mechanisatie of loonwerk
- . gehele of gedeeltelijke samenwerking met andere bedrijven
- . het afstoten van neventakken op grotere bedrijven

Bedrijfsvergroting heeft zowel een gunstig effect op de geldopbrengst als op de kosten per ha (voorwaarde is het kopen tegen een verantwoorde prijs).

Op één van deze mogelijkheden zal hier nader worden ingegaan, n.l. de intensivering van het bouwplan.

Het nationale bouwplan heeft zich de afgelopen 20 jaar ontwikkeld zoals in tabel 1 is weergegeven.

Tabel 1. Akkerbouwgewassen (x 1000 ha), Nederland.

gewas / jaar	1960	1970	1975	1980	1985 prognose
granen	510 (60)	365 (54)	245 (41)	225 (39)	210 (38)
w.v. tarwe	130	140	105	140	150
suikerbieten	95 (11)	105 (15)	135 (22)	120 (21)	120 (22)
aardappelen	140 (16)	160 (24)	150 (25)	175 (30)	160 (29)
w.v. consumptie	80	70	55	70	65
poot	20	20	20	35	35
fabrieks	40	70	75	70	60
zaai-uien	5	10	10	10	15
graszaad	10	10	20	20	20
overige gewassen	85	25	40	25	30
sub-totaal	845 (100) ³	675 (100)	600 (100)	575 (100)	555 (100)
voedergewassen ¹	45	25	85	140	160
totaal akkerbouwgewassen ²	890	700	685	715	715

Oorspronkelijke cijfers CBS

¹ snijmais, luzerne, voederbieten, veldbonen

² incl. zaai-uien

³ tussen () = procentueel aandeel

Enige opvallende tendensen zijn:

- Een sterke toename van het totale graanareaal, maar een stijging van het areaal wintertarwe.
- Een toename van het areaal suikerbieten en aardappelen (afname cons.-aardappelen, toename pootaardappelen en fabrieksaardappelen).
- Een sterke toename van het areaal voedergewassen, echter veelal op niet specifieke akkerbouwbedrijven.
- Een afname van het areaal akkerbouwgewassen excl. genoemde voedergewassen met 270.000 ha.
- Het aandeel dat granen, aardappelen en suikerbieten tezamen innemen van het totale areaal excl. voedergewassen, blijkt tamelijk constant, n.l. ca 90% (variatie van 87 tot 93%). Hierbij is het aandeel aardappelen + suikerbieten toegenomen van 27% in 1960 tot 51% in 1980, waarbij gelijktijdig het graanaandeel is teruggelopen van 60 tot 39%.

Overwegingen om meer suikerbieten en aardappelen in het bouwplan op te nemen, ten koste van graan, waren o.a.:

- a. hoger saldo per ha;
- b. betere mogelijkheden om arbeid rendabel te maken (noodzakelijk geworden bij de toegenomen mechanisatie en een gemiddeld kleine bedrijfsomvang);
- c. toename van de afzetmogelijkheden.

2. Bouwplanintensiteit en bedrijfsresultaat

Om na te gaan wat nu de invloed is van de bouwplanintensiteit op het bedrijfsresultaat (ondernemersoverschot) zijn voor een 30 ha bedrijf met een arbeidsbezetting van 1 v.a.k. verschillende intensiteiten doorgerekend bij variërende uitgangspunten. De calculaties zijn alleen uitgevoerd voor het 30 ha bedrijf op grond van de volgende overwegingen:

- . Van de hoofdberoepsbedrijven akkerbouw (13.400) vormt 30 ha de mediaan (50% kleiner en 50% groter dan 30 ha).
- . Gemiddeld over alle bedrijven is de oppervlakte/man 25 ha, op de grotere bedrijven wordt gemiddeld de 30 ha/man benaderd.
- . Bedrijven die groter zijn dan 30 ha, hebben veelal meer mogelijkheden (b.v. arbeid afstoten, eigen mechanisatie, samenwerking, etc.).

2.1. Bedrijven met consumptie- of pootaardappelen

In tabel 2 zijn de uitgangspunten voor de berekeningen weergegeven.

Tabel 2. Uitgangspunten voor het vaststellen van het bedrijfsresultaat bij verschillende bouwplanintensiteiten.

bedrijfs grootte: 30 ha

arbeid: 1 v.a.k.

losse arbeid: wieden/oogstwerkzaamheden

opbrengstverhoudingen (grondontsmetten, kosten 700 gld./ha)

frequentie	1 : 5	1 : 4	1 : 3
pootaardappelen	102 (-)	100 ($\frac{1}{2}x$)	98 (1x)
consumptie-aardappelen	103 (-)	100 ($\frac{1}{2}x$)	95 (1x)
suikerbieten	100	100	98

gewas	kg-opbrengst (x 1000 kg)	prijs/1000 kg
pootaardappelen	31,0 (1 : 4)	L.W. 383 - E.M. 468 (sorteren okt. - febr.)*
consumptie-aardappelen	41,0 (1 : 4)	150 (sept.) - 192 (jan. - mrt.)*
suikerbieten	51,0 (1 : 4)	103
zaai-uien	45,0	150 (sept.) - 181 (jan. - mrt.)*
wintertarwe	6,3	480
graszaad (Engels raai)	1,3	2718
conservenerwten	4,0	700

bewaarcapaciteit aardappelen/zaai-uien, variabel per plan, investering 300 gld./ton, jaar kosten 10% = 30 gld./ton

mechanisatie: samenwerking van 3 gelijksoortige bedrijven bij de volgende werkzaamheden:

- . aardappelen: poten, rooien + transport
- . suikerbieten: zaaien, transport
- . zaai-uien: zaaien, laden + transport

* netto prijzen, echter zonder aftrek bewaarkosten

Met deze uitgangspunten is voor toenemende intensiteit van het bouwplan het bedrijfsresultaat berekend. Tevens zijn de resultaten van enkele varianten op de uitgangspunten weergegeven, n.l. de invloed van kostenverlaging, kg-opbrengstverhoging resp. prijsverhoging. De resultaten bij de teelt van consumptie-aardappelen zijn in tabel 3 weergegeven; bij de teelt van pootaardappelen in tabel 4.

Tabel 3. Bedrijf 30 ha, 1 v.a.k., met consumptie-aardappelen.

bouwplan	A	B	C	D	opt.
consumptie-aardappelen	6	7,5	10	7,5	7,5
suikerbieten	6	7,5	10	7,5	10
zaai-uien	-	-	-	7,5	3,5
wintertarwe	12	15	10	7,5	9
graszaad	3	-	-	-	-
conservenerwten	3	-	-	-	-
totaal rooivruchten	12	15	20	22,5	21
bruto-geldopbrengst	152.600	162.800	177.800	209.200	188.000
toegerekende kosten	67.100	67.600	80.800	97.800	83.700
niet toegerekende kosten	119.600	127.300	131.000	140.600	132.100
ondernemersoverschot	-34.100	-32.100	-34.000	-29.200	-27.800
ondernemersinkomen (100% E.V.)	30.600	35.700	35.800	46.100	43.300
ondernemersoverschot					
I. met gegeven uitgangspunten rangorde	-34.100 (5)	-32.100 (3)	-34.000 (4)	-29.200 (2)	-27.800 (1)
II. zonder grondontsmetten bij 1 : 4 aardappelen rangorde	-34.100 (5)	-29.500 (3)	-34.000 (4)	-26.600 (2)	-25.200 (1)
III. kg-opbrengst cons.-aard. ca 10% hoger* rangorde	-30.100 (5)	-27.200 (3)	-27.800 (4)	-24.300 (2)	-22.900 (1)
IV. prijs cons.-aard./zaai-uien ca 20% hoger** rangorde	-24.000 (5)	-19.800 (4)	-18.400 (3)	- 5.100 (1)	-10.200 (2)

* 1 : 5, 1 : 4, 1 : 3 resp. verhoogd met 4,12, 4 en 3,8 ton (103 : 100 : 95)

** cons.-aard. netto-prijs + 4 ct/kg; zaai-uien netto-prijs + 3,5 ct/kg

Conclusies bij tabel 3

- Bij de vermelde uitgangspunten (I t/m IV) geeft de overgang van 1 : 5 aardappelen en suikerbieten naar 1 : 4 een verbetering van het bedrijfsresultaat variërend van 2.000 tot 4.500 gulden.
- Een verdere toename van de frequentie van de aardappel- en suikerbietenteelt van 1 : 4 tot 1 : 3 resulteert in een lager ondernemersoverschot (afname met 600 tot 4.500 gulden), behalve in variant IV (toename 1.400 gulden).
- In variant I komt het verschil in resultaat op de volgende wijze tot stand,

- | | |
|--------------------------------------|----------|
| plan C t.o.v. B, bruto geldopbrengst | + 15.000 |
| toegerekende kosten | + 13.200 |
| zaaizaad/pootgoed | 2.700 |
| bemesting | 2.000 |
| bestrijding | 3.700 |
| loonwerk | 3.400 |
| overig | 1.300 |
| niet toegerek. kosten | + 3.400 |
| (vnl. bewaarkosten + losse arbeid) | |
| ondernemersoverschot | - 1.900 |
- Indien door onderzoek het nadelig verschil in kg-opbrengst (1 : 3 t.o.v. 1 : 4) van aardappelen (5%) en suikerbieten (2%) volledig kan worden teniet gedaan, dan ontstaat een hogere geldopbrengst in variant I, plan C, van 4.300 gulden. Daarmee wordt het resultaat van plan C gelijk aan (II) of hoger (I, III of IV) dan dat van plan B.
 - Het optimale plan is bij benadering een plan met 1/3 aardappelen + uien (25% aardappelen), 1/3 suikerbieten en 1/3 wintertarwe, behalve in variant IV waar het plan D het beste is.
 - Het aantal te werken uren per v.a.k. varieert bij de plannen in tabel 3 van ca 1.450 tot 1.550 (inclusief algemeen werk).

Tabel 4. Bedrijf 30 ha, 1 v.a.k., met pootaardappelen.

<u>bouwplan</u>	A	B	C	D	E
pootaardappelen	7,5	10	7,5	7,5	7,5
suikerbieten	7,5	10	10	7,5	10
zaai-uien			2,5	7,5	7,5
wintertarwe	15	10	10	7,5	5
totaal rooivruchten	15	20	20	22,5	25
bruto-geldopbrengst	198.800	227.500	211.500	224.500	230.800
toegerekende kosten	82.500	105.700	70.900	100.700	105.000
niet toegerekende kosten	126.500	131.400	127.000	128.700	129.300
ondernemersoverschot	-10.200	- 9.600	- 6.400	- 4.900	- 3.500
ondernemersinkomen (100% E.V.)	58.000	61.500	62.300	64.500	66.000
ondernemersoverschot					
I					
met gegeven uitgangspunten	-10.200	- 9.600	- 6.400	- 4.900	- 3.500
rangorde	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
II					
zonder grondontsmetten,					
bij 1 : 4 aardappelen	- 7.600	- 9.600	- 3.800	- 2.300	- 900
rangorde	(4)	(5)	(3)	(2)	(1)
III					
kg-opbrengst pootaardappelen					
ca 10% lager*	-18.100	-20.000	-14.300	-12.800	-11.400
rangorde	(4)	(5)	(3)	(2)	(1)
IV					
prijs pootaardappelen/zaai-					
uien ca 20% hoger**	- 9.500	16.200	17.200	26.600	28.600
rangorde	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)

* 1 : 4, 1 : 3 resp. verlaagd met 3.0 en 2.94 ton (100 : 98)

** pootaardappelen netto-prijs + 8,5 ct/kg

zaai-uien netto-prijs + 3,5 ct/kg

Conclusies bij tabel 4

- De driejarige rotatie (plan B) leidt tot een beter eindresultaat dan de vierjarige rotatie (plan A) in de varianten I en IV, vooral het prijseffect is van doorslaggevende betekenis.

In de varianten II en III is de vierjarige rotatie beter dan de driejarige.

- Opheffen van het verschil in kg-opbrengst tussen 1 : 3 en 1 : 4 teelt van pootaardappelen en suikerbieten geeft een opbrengstverhoging van 3.100 gulden in plan B, variant I.
 - Het optimale plan bestaat uit 25% pootaardappelen, 33% suikerbieten, 25% zaai-
uien en 17% wintertarwe.
Het ondernemersoverschot van dit plan wordt in alle varianten dicht benaderd door plan D.
 - Plan C (1/3 pootaardappelen + uien, 1/3 suikerbieten en 1/3 wintertarwe) vormt een goed alternatief voor de plannen D en opt., indien een plan met 25% zaai-
uien te riskant wordt ervaren, vruchtwisselingstechnisch of vanwege het prijs-
risico.
 - Bouwplannen met een aandeel zaai-
uien van enige omvang zijn slechts mogelijk voor een beperkt aantal bedrijven (zie tabel 1, 1980, areaal consumptie- +
pootaardappelen 105.000 ha tegen 10.000 ha zaai-
uien).
 - Het aantal te werken uren per v.ak. varieert bij de vermelde plannen in tabel
4 van 2.000 tot 2.150 uur (inclusief pootaardappelen sorteren en algemeen
werk).
 - In plannen waar de keuze bestaat tussen poot- en consumptie-aardappelen geven,
bij de vermelde uitgangspunten, de volgende kg-opbrengsten eenzelfde uitkomst
- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| I pootaardappelen opbrengst 25 ton | consumptie-aardappelen 45-50 ton |
| II pootaardappelen opbrengst 30 ton | consumptie-aardappelen 55-60 ton |

2.2. Bedrijven met fabrieksaardappelen

Door het ontstaan van nieuwe biotypen van het aardappelcystenaaltje, waartegen bestaande rassen geen resistentie hebben en door het nog veelvuldig voorkomen van aardappelopslag, werd de vraag onder ogen gezien of een vermindering van het aandeel fabrieksaardappelen in het bouwplan financieel gezien een redelijk alternatief vormt voor de gangbare 1 : 2 teelt. In tabel 5 is het aantal malen grond-ontsmetten weergegeven indien beschikt kan worden over rassen die resistent zijn tegen alle voorkomende biotypen en bij het ontbreken van aardappelopslag (variant I A, I B en I C).

De feitelijke situatie is dat op ca 20% van het areaal biotypen voorkomen waarvoor onvoldoende resistente rassen beschikbaar zijn, terwijl bovendien aardappelopslag veelvuldig voorkomt. Indien in deze situatie wordt uitgegaan van eenmaal grond-ontsmetten per ha, dan betekent dit toch nog dat de populatie van het aardappelcystenaaltje toeneemt (variant II A, II B en II C). In variant II A*, II B* en II C* is aangegeven hoe zwaar ontsmet zou moeten worden om bij vatbare rassen en met aardappelopslag toch een afname van de populatie te krijgen. Deze tussenvariant is alleen berekend voor een zuivere vergelijking tussen de varianten. Een dergelijke

zware ontsmetting mag niet als reële mogelijkheid worden aangemerkt. Dit betekent echter wel dat een snelle en effectieve toepassing van de bestrijding van aardappelopslag bijzonder urgent wordt. In variant III A, B en C is deze weergegeven. De grondontsmetting kan beperkt blijven tot ongeveer eenmaal per ha aardappelen, terwijl dan een afname van de cystenpopulatie mag worden verwacht.

Tabel 5. Aantal malen grondontsmetten en populatieverloop bij verschillende teeltfrequenties.

variant	teeltfre- quentie	aantal keren ontsmetten per ha aardappelen	populatiever- loop aardappel- cystenaaltje	toelichting
I A	1 : 2	0,5	afname	rassen met resistentie
I B	2 : 5	0,25	afname	tegen alle biotypen; geen
I C	1 : 3	0,0	afname	aardappelopslag
II A	1 : 2	1	toename	vatbare rassen**;
II B	2 : 5	1	toename	aardappelopslag
II C	1 : 3	1	toename	
II A*	1 : 2	1,5	afname	vatbare rassen;
II B*	2 : 5	1,45	afname	aardappelopslag
II C*	1 : 3	1,4	afname	
III A	1 : 2	1,1	afname	vatbare rassen;
III B	2 : 5	1,0	afname	geen aardappelopslag
III C	1 : 3	0,9	afname	

* vermindering cystenpopulatie door: natuurlijke afsterving: $-1/3$ (effect vruchtwisseling bij ontbreken aardappelopslag); resistent ras: 80%; grondontsmetting: 80%;
vermeerdering cystenpopulatie door: vatbaar ras 25 x (variant I), 10 x (variant II en III); aardappelopslag 1 x (i.p.v. $-1/3$ door natuurlijke afsterving).

** d.w.z. alleen resistent tegen biotype A.

Tabel 6. Uitwerking van de teeltvarianten op een 1-mansbedrijf van 30 ha bij verschillende teeltfrequenties van fabrieksaardappelen (bedragen in guldens).

bouwplan	50% aardappelen 20% suikerbieten 30% graan*	40% aardappelen 25% suikerbieten 35% graan*	33% aardappelen 25% suikerbieten 42% graan*
variant (resistent, geen opslag)	I a	I b	I c
bruto-geldopbrengst (1)	131.199	126.382	120.940
totaal toegerekende kosten (2)	53.723	50.155	46.997
waarvan:			
zaaizaad en pootgoed	14.629	12.646	11.305
bemesting	15.307	14.650	14.011
bestrijdingsmiddelen	10.605	8.918	7.446
loonwerkkosten	10.701	11.622	12.034
bedrijfsaldo (3) = (1 - 2)	77.476	76.226	72.943
totaal niet toegerekende kosten (4)	87.545	87.454	87.454
waarvan:			
pacht van grond en gebouwen	18.300	18.300	18.300
verktuigkosten (incl. brandstof)	20.835	20.835	20.835
arbeidskosten	40.000	40.000	40.000
ondernemersoverschot (3 - 4)	-9.978	-11.227	-13.551
arbeidsloon + berekende rente	49.757	49.591	49.464
ondernemersinkomen**	39.779	38.363	35.953
variant (vatbaar, opslag)	II a	II b	II c
bestrijdingsmiddelen	+3.680	+4.410	+4.900
loonwerk	+1.050	+1.260	+1.400
ondernemersinkomen**	35.049	32.693	29.653
variant (vatbaar, opslag, afname populatie)	II a*	II b*	II c*
bestrijdingsmiddelen	+7.350	+7.060	+6.860
loonwerk	+2.100	+2.020	+1.960
ondernemersinkomen**	30.329	29.283	27.133
variant (vatbaar, geen opslag)	III a	III b	III c
bestrijdingsmiddelen	+4.410	+4.410	+4.410
loonwerk	+1.260	+1.260	+1.260
verktuigkosten (kneuzen)	+1.820	+1.820	+1.820
ondernemersinkomen**	32.289	30.873	28.463

* waarvan 50% wintergraan

** bij 100% eigen vermogen

In tabel 6 zijn de hiervoor weergegeven varianten uitgewerkt voor een bedrijf van 30 ha bij 50%, 40% en 33% fabrieksaardappelen in het bouwplan. Daarbij is uitgegaan van een opbrengstniveau per ha van 42 ton voor fabrieksaardappelen, 45 ton voor suikerbieten, 5,2 ton voor wintergraan en 4,6 ton voor zomergraan. De volgende prijzen zijn gehanteerd: fabrieksaardappelen 12 ct/kg, suikerbieten 100 gld./ton en graan 47 ct/kg.

De fabrieksaardappelen worden gepoot en gerooid met eigen machines samen met een ander bedrijf. De halve jaarkosten van een aardappelrooier (1-rijig) zijn gesteld op 5.460 gld. Het zaaien en rooien van suikerbieten en het maaidorsen en persen van graan wordt in loonwerk uitgevoerd. De kosten van grondontsmetting zijn berekend op 630 gld. per ha, waarvan aan middel 490 gld. per ha.

Het blijkt dat het hoogste ondernemersinkomen wordt bereikt bij de 1 : 2 teelt in de gezien de feitelijke omstandigheden nog ideale situatie zonder opslag en met voldoende resistente rassen (variant I). In deze situatie geeft een daling van het aandeel aardappelen naar 40, respectievelijk 33% een inkomensdaling, die evenwel bij een teruggang naar 40% beperkt blijft omdat 5% is vervangen door suikerbieten, zodat het totale percentage rooivruchten slechts met 5% daalt. De inkomensdaling van 50% aardappelen naar 33% aardappelen is in variant I C groter dan aangegeven omdat nog geen rekening is gehouden met een opbrengstverlagend effect ten gevolge van het achterwege laten van grondontsmetting. Bij vatbare rassen en aardappelopslag (variant II) treedt een aanmerkelijke inkomensdaling op door hogere kosten van grondontsmetting. Dit niveau van ontsmetting is echter nog onvoldoende om de cystenpopulatie in toom te houden. In variant II* is aangegeven wanneer dit wel het geval is. De inkomensstijging van variant III t.o.v. variant II* laat duidelijk zien hoe belangrijk een effectieve aardappelopslagbestrijding is. Overigens blijkt ook dat in alle varianten een teruggang van het aandeel fabrieksaardappelen in het bouwplan met een inkomensdaling gepaard gaat. Bij een teruggang van 40% in de hier gegeven situatie is deze ca f 1.400,= en bij een teruggang naar 33% ca f 3.800,=. Het voorgaande houdt in dat gegeven de prijs van suikerbieten en graan, de prijs van fabrieksaardappelen met ca 10% kan dalen voordat in plaats van het huidige plan, het plan met 40% aardappelen, 25% suikerbieten en 35% graan de voorkeur verdient.

3. Algemene conclusies

- . Afhankelijk van het opbrengstniveau is de optimale teeltfrequentie voor consumptie-aardappelen 25%. Wanneer door onderzoek de opbrengstdepressies als gevolg van een meer frequente teelt kunnen worden weggewerkt of voorkomen, kan een teeltfrequentie van 33% tot verbetering van het bedrijfsresultaat leiden.
- . Voor pootaardappelen, waar de opbrengstreductie als gevolg van teeltfrequentie geringer is, biedt een teeltintensiteit van 33% eerder perspectief. De keuze is vooral afhankelijk van het prijsniveau.

- . Bij afwezigheid van bietenmoetheid geeft 33% suikerbieten in het bouwplan de beste perspectieven.
- . Uien zijn bedrijfseconomisch een aantrekkelijk gewas. De beperking ligt vooral in de arbeidsbehoefte bij de oogst die samenvalt met die van consumptie-aardappelen. Verder zijn uiteraard de afzetmogelijkheden beperkend voor een sterke areaalsuitbreiding.
- . Bij fabrieksaardappelen blijft bij verschillende uitgangspunten t.a.v. aardappelmoeheidsbestrijding de 1 op 2 teelt de beste resultaten geven. Pas bij een 10% lagere prijs daalt het optimale aandeel fabrieksaardappelen in het bouwplan tot 40%.
- . Onder de bestaande economische verhoudingen is bij de gekozen uitgangspunten het optimale bedrijfsresultaat te behalen bij een bouwplan dat voor 60-75% bestaat uit aardappelen, suikerbieten en zaai-uien.

Vruchtwisseling en gewasopbrengst

I. Bouwplannenproef De Schreef

O. Hoekstra

1. Algemeen

In 1963 is op de proefboerderij De Schreef een vruchtwisselingsproef aangelegd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Vanaf 1970 is deze in beheer bij het huidige Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. In de eerste plaats wordt in deze proef bestudeerd het effect van een variërend aandeel rooivruchten (aardappelen en suikerbieten) in de vruchtopvolgving op bodemvruchtbaarheid en opbrengstvermogen. Zowel aardappelen als suikerbieten komen in elk van de rotaties voor met een frequentiespreiding van 16% tot 33%. Voor beide gewassen tesamen is deze spreiding 16% tot 67%.

In de tweede plaats wordt in deze proef de invloed van een variërend aandeel kunstweide in de vruchtopvolgving nagegaan op vooral de gewassen aardappelen en suikerbieten, die in deze volgorde na kunstweide worden verbouwd.

Ook biedt de proef de vergelijkingsmogelijkheid van wintertarwe bij 33% en 50% graan in het bouwplan.

De proef bestaat uit 14 bouwplannen die in enkelvoud aanwezig zijn. De opzet is zodanig dat van elk bouwplan elk gewas elk jaar aanwezig is. De afmetingen van de proefstroken (12 x 285 m) maken het mogelijk dat de proef op praktijkschaal wordt uitgevoerd en bewerkt. Door voorzieningen aan de spuitapparatuur kunnen de gewassen worden behandeld tegen ziekten, plagen en onkruiden, zonder dat gewassen op naastliggende stroken gevaar lopen.

De grond is over het ruim 22 ha grote proefveld zeer homogeen. Globaal genomen bevat ze 50% afslibbare delen, 10% kalk en 3% humus.

De bereikbare opbrengst per bouwplan is voor o.m. aardappelen, bieten en wintertarwe gemeten met behulp van stikstoftrappen.

Een groot aantal instellingen voor landbouwkundig onderzoek participeert in dit vruchtwisselingsonderzoek, met name bij het zoeken naar de oorzaken van de optredende opbrengstverschillen.

Bij deze bespreking van de resultaten na 18 jaar vruchtwisselingsonderzoek op De Schreef komen de in schema 1 aangegeven rotaties aan de orde.

Schema 1. Enkele rotaties van de bouwplannenproef De Schreef.

code rotatie	bouwplan en vruchtopvolging
2a	z.gerst ⁺ - erwten - w.tarwe - vlas - grasz. ⁺ - aard.
2b	z.gerst ⁺ - erwten - w.tarwe - vlas - grasz. ⁺ - s.bieten
3a	w.tarwe - vlas ⁺ - s.bieten - z.gerst - erwten ⁺ - aard.
3c	z.gerst - grasz. ⁺ - aard.
4a	z.gerst ⁺ - aard. - w.tarwe ⁺ - s.bieten
4b	z.gerst ⁺ - aard. - grasz. ⁺ - s.bieten
5a	s.bieten - z.gerst ⁺ - aard.
5b	grasz. ⁺ - s.bieten - aard.
6b	kunstweide - kunstweide - aard. - s.bieten - erwten - w.tarwe
6c	kunstweide - kunstweide - kunstweide - aard. - s.bieten - z.gerst

(+ = aansluitende groenbemesters)

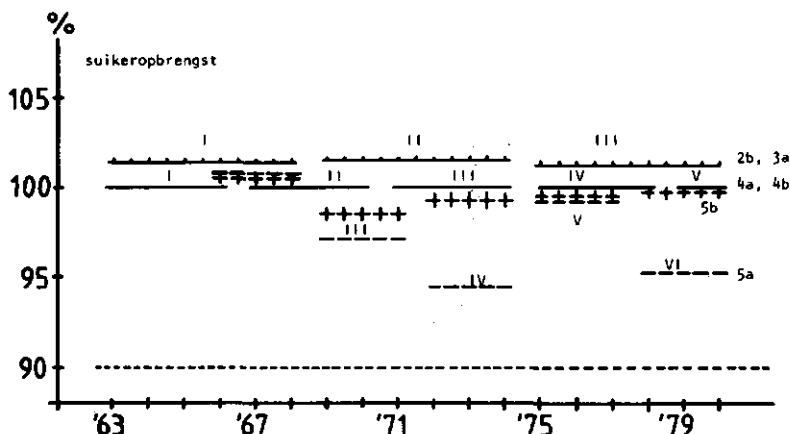
2. Reacties van gewassen op voorvrucht en teeltfrequentie

Suikerbieten

Na 18 jaar zijn op de zesjarige rotaties drie maal alle gewassen verbouwd, op de driejarige zes maal, terwijl bij de een op vier bouwplannen de vijfde cyclus nog gaande is.

In figuur 1 zijn de aan de een op vier teelt gerelateerde suikeropbrengsten voor de opeenvolgende cycli weergegeven.

Figuur 1. Relatief verloop van de suikeropbrengst bij optimale N-gift over de periode 1963 - 1980 van een op drie (5a en 5b) en een op vier (4a en 4b) ten opzichte van een op zes bieten (2b en 3a).



Uit de figuur kan worden afgeleid dat de een op zes teelt voor elk van de drie omlopen een ruim 1% hogere opbrengst heeft gegeven dan de een op vier teelt. Van de vergelijkbare een op drie teelt (bouwplan 5b) fluctueert de opbrengst t.o.v. de een op vier teelt, maar is gemiddeld iets lager.

Bij de een op drie teelt na aardappelen (bouwplan 5a) zijn over de 3de, 4de en 6de cycli gemiddeld duidelijk lagere suikeropbrengsten waargenomen dan na graszaad bij dezelfde teeltfrequentie voor suikerbieten (bouwplan 5b).

Met als uitersten een op zes en een op drie suikerbieten blijven de frequentie-effecten dus beperkt tot 1 à 2%, althans wanneer er - zoals op De Schreef - geen sprake is van besmetting met bietencystenaaltjes. De voorvrucht aardappelen benadeelt de suikeropbrengst gemiddeld voor ongeveer 3%. Dit laatste is onafhankelijk van de teeltfrequentie; zelfde effecten treden ook op na aardappelen in de ruime bouwplannen met kunstweide.

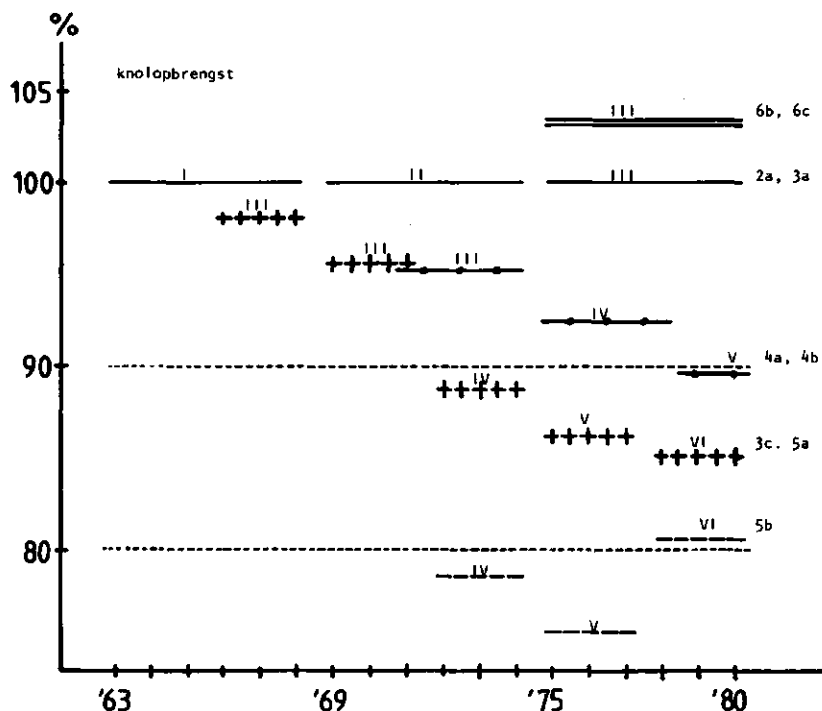
Aardappelen

In figuur 2 is voor consumptie-aardappelen (Bintje) de invloed van teeltfrequentie en vruchtopvolging op de knolopbrengst weergegeven. Daarbij zijn aan de een op zes rotaties 2a en 3a de gemiddelde opbrengst van twee bouwplannen een op vier (4a en 4b) en die van twee bouwplannen een op drie (3c en 5a) gerelateerd. De bouwplannen 6b en 6c geven in vergelijking met 2a en 3a een indicatie van het voorvruchteffect van kunstweide, terwijl bouwplan 5b in vergelijking met 3c en 5a het voorvruchteffect van suikerbieten weergeeft. De knolopbrengst van de rotatie 3a in 1976 en 1977 en die van 5b in 1977 is buiten beschouwing gelaten, omdat ze om verklaarbare redenen afwijken.

Tijdens de periode 1963 - 1980 is er bij de een op drie teelt een opbrengstdepressie ontstaan t.o.v. de een op zes teelt, die bij ruim 15% lijkt te stabiliseren. Het voorvruchteffect van suikerbieten op de knolopbrengst bij de een op drie teelt schommelt, maar is steeds duidelijk negatief, gemiddeld over de periode 1972 - 1980 ca 10% in vergelijking met de voorvrucht zomergerst.

Na 18 jaar brengen aardappelen in een een op vier teelt ca 10% minder op dan in een teelt van een op zes. Na een twee- en driejarige kunstweide is de knolopbrengst gemiddeld 3 à 4% hoger in vergelijking met andere voorvruchten bij eenzelfde teeltfrequentie van aardappelen (en suikerbieten).

Figuur 2. Relatief verloop van de knolopbrengst bij optimale N-gift over de periode 1963 - 1980 bij een op drie (3c, 5a, 5b), een op vier (4a, 4b) ten opzichte van een op zws aardappelen (2a, 3a).

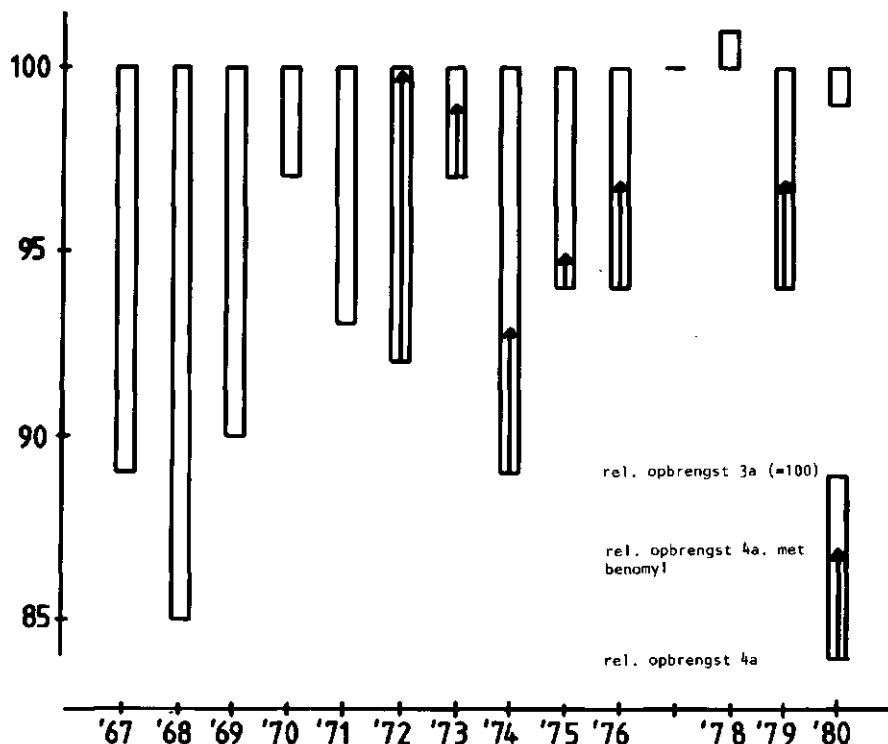


Wintertarwe

Sinds 1967 is jaarlijks de opbrengstcapaciteit bepaald in de bouwplannen 3a en 4a met 33% respectievelijk 50% graan.

In figuur 3 zijn de korrelopbrengsten in bouwplan 4a per jaar gerelateerd aan die van bouwplan 3a. Behalve in 1978 geeft bouwplan 4a steeds een lagere opbrengst. Gemiddeld over de periode 1967 - 1980 bedraagt het opbrengstver-

Figuur 3. Relatieve korrelopbrengst wintertarwe bij optimale N-gift over de periode 1967 - 1980 bij een op twee (4a) ten opzichte van een op drie graan (3a). De invloed van benomyltoepassing op het relatieve opbrengstverschil over de periode 1972 - 1980.



schil 9%. Van jaar tot jaar fluctueert het opbrengstverschil sterk. Vanaf 1972 is door toepassing van benomyl aantasting door oogvlekkenziekte tot een onschadelijk niveau beperkt. In de meeste jaren bleef er een restant van de opbrengstdepressie van de een op twee teelt t.o.v. die van een op drie bestaan. Het frequentie-effect kon dus meestal niet in zijn geheel worden weggenomen door de oogvlekkenziekte te bestrijden.

3. Oorzaken van de opbrengstdepressies

In het kort zal worden ingegaan op de factoren die de eerder besproken vrucht-wisselingseffecten kunnen hebben veroorzaakt.

Suikerbieten

De oorzaak van de negatieve voorvruchtwaarde van aardappelen is voorlopig nog onduidelijk.

Aardappelen

De frequentie-effecten kunnen slechts voor een klein deel worden toegeschreven aan bodemfysische omstandigheden. Door o.m. een thermische grondbehandeling (55 - 60 °C is al voldoende) zijn de frequentie-effecten op te heffen (onderzoek door de Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandcultuur van de LH te Wageningen), wat erop wijst dat de frequentie-effecten van biologische oorsprong zijn. Van de bekende bodempathogenen is enige invloed van parasitaire aaltjes onwaarschijnlijk, terwijl die van *Rhizoctonia solani* en *Streptomyces* gering moet worden geacht. De voorlopig nog niet aanwijsbare pathogene factoren worden in elk geval door het gewas aardappelen opgeroepen en in stand gehouden. Andere gewassen in het bouwplan hebben hierop geen invloed.

Het negatieve effect van de voorvrucht suikerbieten (bouwplan 5b) wordt waarschijnlijk veroorzaakt door giftige stoffen in de bodem, die ontstaan onder invloed van een specifiek bodemleven.

Het positieve effect van de voorvrucht kunstweide is waarschijnlijk toe te schrijven aan een hoger gehalte aan organische stof wat, vooral in droge jaren, een betere vochtvoorziening waarborgt.

Wintertarwe

Dat de opbrengstdepressie bij een hogere teeltfrequentie door een bestrijding van de oogvlekkenziekte slechts gedeeltelijk wordt weggenomen, wijst in de richting van andere bodempathogenen.

4. Synthese en de overdraagbaarheid van de onderzoekgegevens naar andere akkerbouwgebieden

Het is nodig om de in het onderzoek gevonden wetmatigheden in te brengen in de zich in de praktijk van de akkerbouw voltrekkende bouwplanvernauwing, teneinde aan te geven waar de wal van lagere opbrengsten het schip van de intensivering keert.

De beschreven resultaten van het proefveld De Schreef hebben betrekking op recent drooggelegde poldergrond, met bepaalde karakteristieke bodemeigenschappen. Voor poldergronden met vergelijkbare zwaarte en minerale samenstelling zijn de resultaten direct overdraagbaar; voor akkerbouw op het oude land is inschatting van de opbrengsteffecten alleen mogelijk wanneer het complex van oorzaken voldoende doorzichtig is.

Toegespitst op de vruchtwisselingseffecten bij aardappelen die op de Schreef vooral door toedoen van micro-organismen ontstaan is het de vraag in hoeverre bodemfysische- en chemische factoren als de minerale samenstelling, gehalten aan kalk en organische stof, aëratie en zuurgraad, de groei en ontwikkeling van dit bodemleven mede bepalen. Het vermoeden lijkt gerechtvaardigd (op basis van initieel onderzoek in deze richting), dat voor andere klei- en zavelgronden analoge effecten als op De Schreef verkregen, zich zullen voordoen. Verder mag worden verwacht dat een groter deel bieten en consumptie-aardappelen in het bouwplan op het oude land de daar toch al minder stabiele bodemstructuur sterker zal benadelen dan op De Schreef. Er moet daar dus met een risico van opbrengstderving worden gerekend, alsmede met de kans dat het aantal werkbare dagen bij poten en rooien op de duur afneemt.

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

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

Het verbouwen van de aardappelen na de suikerbieten in driejarige rotaties moet voor consumptie-aardappelen worden afgeraden. De exacte reden hiervoor is nog onvoldoende uit het onderzoek verklaard. Anderzijds is er bij de opvolging aardappelen - suikerbieten kans op een lagere suikeropbrengst van de bieten. Het opnemen van meer aardappelen en bieten in het bouwplan kan een extensivering van de overige teelten met zich meebrengen. In het geval van wintertarwe kan dit tot hogere opbrengsten leiden.

Bouwplanvernuauwing in de richting van veel consumptie-aardappelen en bieten leidt tot minder gelegenheid voor de teelt van groenbemestingsgewassen en een grotere bewerklings- en berijdingsintensiteit van de grond. Dit kan een belangrijke aanslag op de bodemvruchtbaarheid betekenen. Het grote belang van het van buiten het bedrijf betrekken van organisch materiaal is hiermee benadrukt, evenals de zorgvuldigheid waarmee de groundbewerkingen moeten worden uitgevoerd.

Vruchtwisseling en gewasopbrengst

II. Continueelten PAGV 1

J.G. Lamers

1. Algemeen

Gezien de ontwikkelingen op de individuele akkerbouwbedrijven en de resultaten van vruchtwisselingsonderzoek, zoals dat onder meer op De Schreef wordt uitgevoerd, is onderzoek van start gegaan naar de productiecapaciteit van aardappelen en suikerbieten in nauwe rotaties en continueelt. Daartoe is in 1973 op het PAGV-proefbedrijf in Lelystad een 12 ha grote vruchtwisselingsproef aangelegd. 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.

Tabel 1. Varianten in de proef PAGV 1.

code	bouwplan	hoofdgrond- bewerking	champost 20 ton/ha/jaar	grond- ontsmetting
3P	s.bieten - w.tarwe - aard.	ploegen	-	-
2P ⁺	s.bieten - aard.	ploegen	+	+
2P	s.bieten - aard.	ploegen	-	+
2R ⁺	s.bieten - aard.	rijbanen (cult.)	+	+
2R	s.bieten - aard.	rijbanen (cult.)	-	+
2C ⁺	s.bieten - aard.	cultivateren	+	+
2C	s.bieten - aard.	cultivateren	-	+
1C	aard. continu	cultivateren	+	+
1P	s.bieten continu	ploegen	+	+
1P ⁻	s.bieten continu	ploegen	+	-

Waar het proefveld De Schreef ophoudt met de teeltintensivering, begint deze vruchtwisselingsproef (tabel 1).

Uitgegaan is van de driejarige rotatie suikerbieten - wintertarwe - aardappelen. De tweejarige rotatie suikerbieten^o - 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.

Bij de aardappelteelt wordt door bewerkingen zoals het opbouwen van de ruggen, het rooien en het grond ontsmetten de grond sterk verfijnd. Wanneer de aardappelen en suikerbieten in de herfst onder minder goede omstandigheden geoogst worden, kan dit een ongunstige invloed hebben op de bewerkbaarheid in het voorjaar en de actuele structuur in de zomer. De machines en het gebruik ervan zijn volgens de in de praktijk gangbare methoden. Tot 1979 is na aardappelen uitsluitend gecultiveerd om de bevringskansen van het rooiverlies zo groot mogelijk te doen zijn en zo de kans op aardappelopslag zo veel mogelijk te beperken. Sinds 1979 wordt het rooiverlies gekneusd in een aardappelrooier met kneusinrichting. Daardoor is het mogelijk om na aardappelen ook te ploegen. Om structuurniveaus te creëren en daarmee een mogelijk optimum in bodemfysische eigenschappen van de bouwvoor vast te stellen, zijn drie grondbewerkingsvarianten in de tweejarige rotatie opgenomen.

Een grondbewerkingsvariant is ploegen na suikerbieten en sinds 1979 ook na aardappelen. Een tweede variant is cultiveren na aardappelen en suikerbieten. Als derde grondbewerkingsvariant is gekozen voor permanente rijbanen van 30 cm breed met ertussen liggende bedden van 300 cm breed, die altijd gecultiveerd worden. Op deze wijze wordt 91% van de bodem gebruikt voor gewasproductiedoel-einden en 9% voor berijding. De in de proef gebruikte trekker en machines zijn instelbaar op een spoorbreedte van 330 cm en op 150 cm voor resp. de rijbanen en de normaal bereden objecten. Alleen de aandrijfwielen van de bietenzaaimachine en de diepteregelende verkruiemel- en drukrollen geven nog enige verdichting van de bedden. Ook wordt onderzocht 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 grondbewerkingsvariant de invloed van organische bemesting in de vorm van 20 ton/ha champignoncompost (champost) bestudeerd worden. De continueelten krijgen jaarlijks een champostbemesting, terwijl in de driejarige rotatie een grasgroen-bemestingsgewas onder wintertarwe wordt verbouwd. Sinds 1980 blijft ook het stro op het land achter.

Het is goed mogelijk dat de rotaties, de grondbewerkings- en champostvarianten een eigen stikstofregiem vragen. Om de opbrengstcapaciteit vast te stellen zijn er vier stikstofniveaus gecreëerd, waarbij de stikstoftrappen jaarlijks op

dezelfde plaats worden gelegd.

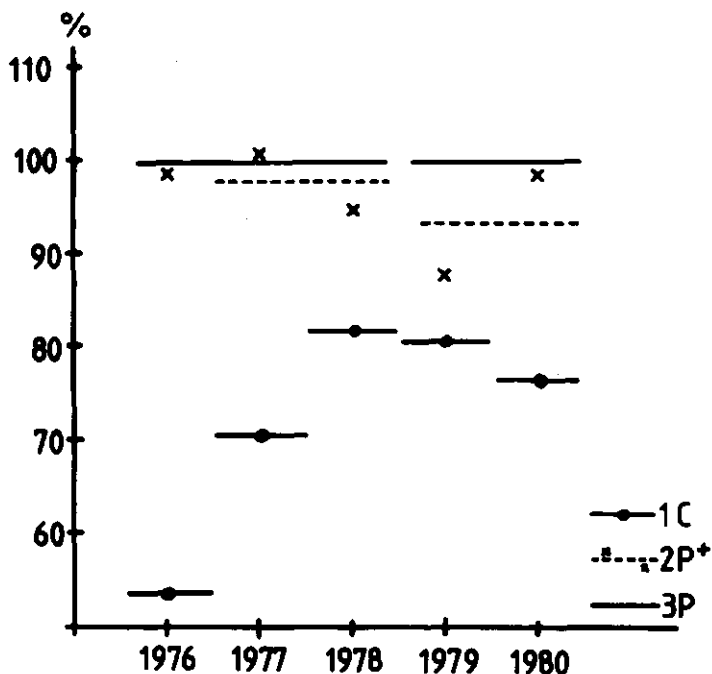
Gekozen is voor de verbouw van het aardappelras Saturna, dat resistentie bezit tegen het biotype A van het aardappelcystenaaltje *Globodera rostochiensis*. Saturna is een consumptie-aardappel, die ook zeer geschikt is om tot chips verwerkt te worden. Het resistente ras wordt in alle drie rotaties toegepast. Wettelijk behoeft de tweejarige rotatie maar eenmaal in de vier jaar te worden ontsmet. Om minder risico te lopen wordt de tweejarige rotatie 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.

Om schade door het bietekewertje te voorkomen wordt het zaad vanaf 1977 behandeld met methiocarb en wordt carbofuran in de zaairij ingebracht.

2. Opbrengsten en kwaliteit

In figuur 1 is de relatieve aardappelopbrengst in de verschillende rotaties weergegeven.

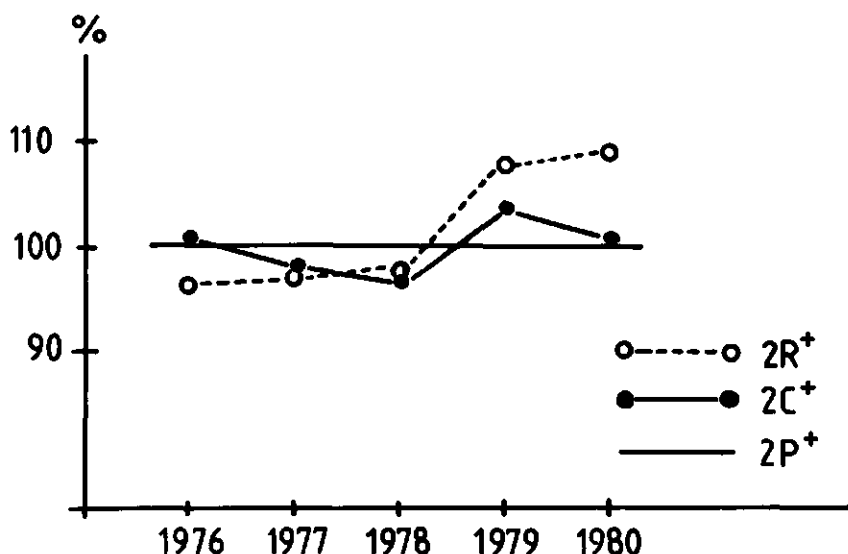
Figuur 1. De relatieve netto-aardappelopbrengst bij optimale N-bemesting in de tweejarige rotatie ($2P^+$) en continueelt (1C) t.o.v. de driejarige rotatie (3P).



In de netto-opbrengst van aardappelen blijken grote verschillen tussen de bouwplannen te zijn ontstaan. De aardappelen in continueelt geven gemiddeld 25% minder opbrengst dan in de driejarige rotatie. In het droge jaar 1976 kon zelfs gesproken worden van een misoogst in de continueelt. In de tweejarige rotatie is de opbrengstdaling nog gering, met uitzondering van 1979 toen de opbrengst 12% onder die in de driejarige rotatie lag.

Binnen de tweejarige rotatie komen als gevolg van grondbewerking of organische bemesting tot en met 1979 geen grote verschillen in de aardappelopbrengst naar voren (figuur 2).

Figuur 2. De relatieve netto-aardappelopbrengst bij optimale N-bemesting in de tweejarige rotatie bij cultivateren ($2C^+$) en rijbanen ($2R^+$) ten opzichte van ploegen ($2P^+$).



In 1980 geeft het object rijbanen wel een opmerkelijke verhoging van de opbrengst te zien met 10%. De champost heeft bij een optimale N-gift nauwelijks invloed op de opbrengst.

Voor wat betreft de kwaliteit van de aardappel is onder andere het percentage uitval van belang. Onder uitval worden verstaan de knollen kleiner dan 35 mm en groene en misvormde knollen. Het gemiddeld percentage uitval varieert sterk van jaar tot jaar (tabel 2). Gemiddeld over de jaren 1976 t/m 1980 geeft de

driejarige rotatie 15% uitval. De tweejarige rotatie en de continueelt geven hogere uitvalspercentages van resp. 18% en 24%. Deze toename in het uitvalspercentage bij hogere teeltfrequenties treedt niet elk jaar op.

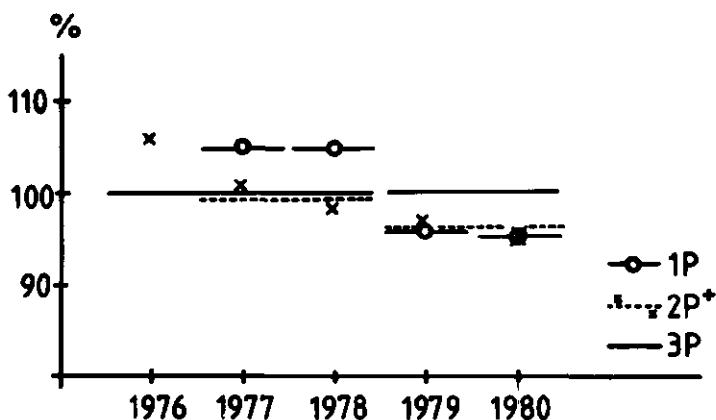
Binnen de tweejarige rotatie heeft verschil in grondbewerking nauwelijks tot verschillen in het percentage uitval geleid. Met cultivateren is een lichte tendens waarneembaar tot meer uitval, ook de champost lijkt iets meer uitval te geven.

Tabel 2. Percentage uitval van de totaalopbrengst aardappelen bij optimale stikstofbemesting.

	1976	1977	1978	1979	1980	gem.
3P	20	12	10	17	16	15
2P ⁺	23	12	14	29	14	18
2P	22	13	13	25	13	17
2R ⁺	23	16	18	25	13	19
2R	22	14	16	27	12	18
2C ⁺	24	14	19	27	16	20
2C	26	13	20	25	14	20
1C	44	19	14	30	13	24

De suikeropbrengst varieert niet sterk tussen de bouwplannen (fig. 3). In 1979 en 1980 tendeert de tweejarige rotatie naar iets lagere opbrengsten dan de driejarige rotatie. Diezelfde tendens valt ook waar te nemen bij de continueelt

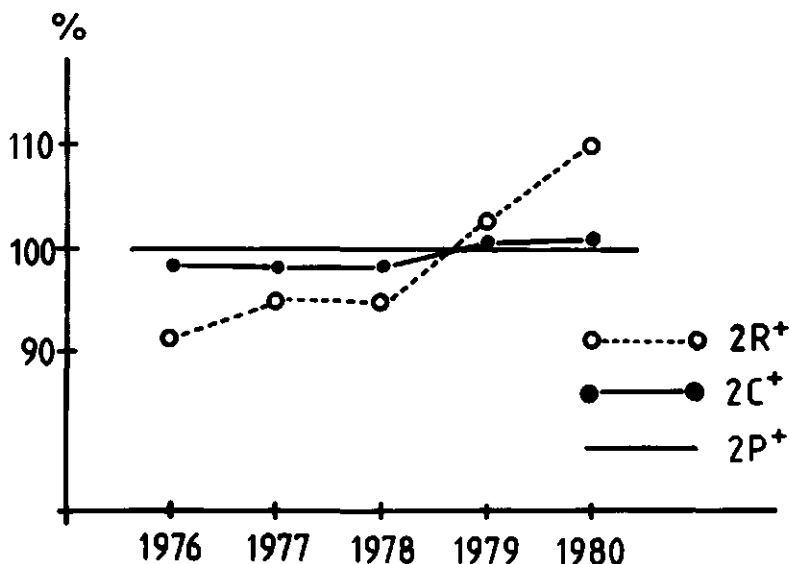
Figuur 3. De relatieve suikeropbrengst bij optimale N-bemesting in de tweejarige rotatie (2P⁺) en continueelt (1P) ten opzichte van de driejarige rotatie (3P).



van suikerbieten, waar de grond om de twee jaar ontsmet wordt en sinds 1979 elk jaar.

Binnen de tweejarige rotatie geeft permanent cultivateren nagenoeg dezelfde opbrengsten als afwisselend ploegen - cultivateren, maar het object rijbanen geeft in het begin lagere en later hogere opbrengsten (fig. 4). Een gedeeltelijke verklaring kan gezocht worden in het optreden van droogte in het voorjaar of overvloedige regenval in de periode juni - juli. Een invloed van champost is niet waarneembaar.

Figuur 4. De relatieve suikeropbrengst bij optimale N-bemesting in de tweejarige rotatie bij cultivateren ($2C^+$) en rijbanen ($2R^+$) ten opzichte van ploegen ($2P^+$).



Voor wat betreft de kwaliteit van de biet komt het suikergehalte en de hoeveelheid tarra die aan de bieten blijft kleven in aanmerking. Duidelijke verschillen komen niet naar voren.

3. Oorzaken van opbrengstverschillen

De oorzaak voor de opbrengstreakties kan gezocht worden in verschillen in bodemvruchtbaarheid. De bodemvruchtbaarheid wordt hier ruim opgevat, dus zowel de chemische, fysieke als biologische conditie van de bodem.

Verschillen in chemische bodemvruchtbaarheid zijn gering. Aan de N, P en K-behoefte van de gewassen wordt zo optimaal mogelijk voldaan. Door toediening van 20 ton champost per jaar is het organische stofgehalte 0,3% hoger dan zonder

de champostbemesting. Dit heeft bij optimale stikstofbemesting niet tot verandering van het opbrengstniveau van aardappelen en suikerbieten geleid.

De invloed van verschillen in fysieke bodemvruchtbaarheid binnen de tweejarige rotatie op de opbrengst van aardappelen en suikerbieten kan sinds 1976 worden nagegaan. In samenwerking met het IB en het IMAG wordt bestudeerd, hoe de bouwvoor in kwalitatief opzicht reageert op de grondbewerkings- en organische bemestingsvarianten. Uit schatting van de bewerkbaarheid en uit plasticiteitsmetingen komen geen verschillen naar voren. In het voorjaar kunnen alle objecten gelijktijdig bewerkt worden. Met de champostbemesting stijgt het vochtgehalte iets, maar gelijktijdig neemt de intrinsieke permeabiliteit toe, waardoor de grond bewerkbaar is bij hogere vochtgehaltenes.

Het poriënvolume en luchtgehalte bij p F2,0 is hoog op de normaal bereiden objecten, maar blijkt op het object rijbanen, nog met 3 - 5% toegenomen te zijn. In kluitierigheid kunnen parallel aan de drie grondbewerkingsvarianten duidelijk drie niveaus worden onderscheiden. Bij permanent cultivateren (2C⁺) blijkt de kluitierigheid sterk toe te nemen in vergelijking tot ploegen (2P⁺). Daarentegen neemt bij permanente rijbanen de kluitierigheid duidelijk af. De verschillen in kluitierigheid komen goed naar voren in de hoeveelheid meege oogste grondtarra bij aardappelen (tabel 3).

Tabel 3. De hoeveelheid grondtarra in ton/ha gemiddeld over de stikstofgiften.

	1976	1977	1978	1979	1980	gem. '77 - '80
3P	4	7	10	4	5	6
2P ⁺	3	13	12	4	13	10
2P	3	13	11	5	10	10
2R ⁺		7	7	7	7	7
2R	3	7	8	6	5	7
2C ⁺		22	18	15	28	21
2C	3	19	19	12	22	18
1C	6	20	11	32	27	22

In 1979 trad zodanige verslemping op de continueelt aardappelen op, dat enorm veel kluiten zijn meege oogst. Het cultivateren is daarna vervangen door ploegen, wat mogelijk werd door het gebruik van de krielkneuzer op de rooimachine.

Deze verschillen worden onderstreept door metingen van de indringingsweerstand in het voorjaar, bij het zaaibedonderzoek en bij kluitierigheidsbepalingen van de aardappelrug.

De genoemde verschillen in fysische eigenschappen van de grond hebben tot nu toe geen opbrengstverschillen tot gevolg gehad.

De biologische bodemvruchtbaarheid geeft een aantal verschilpunten aan tussen de bouwplannen. Het aardappelcystenaaltje is nog niet waargenomen. Op de continueelt suikerbieten is sinds 1979 het bietecystenaaltje aangetroffen. Met een jaarlijkse grondontsmetting wordt getracht de schade zo veel mogelijk te beperken.

De *Rhizoctonia solani*-aantasting in aardappelen blijkt iets toe te nemen bij teeltintensivering. Toch kunnen hierdoor niet alle opbrengstverschillen tussen de bouwplannen verklaard worden. Een andere bodemschimmel blijkt een grotere invloed te hebben. Dit is *Verticillium dahliae*, een verwelkingsziekte, die tot vervroegde afsterving van het gewas leidt. Ten opzichte van de driejarige rotatie blijken de aardappelen ieder jaar in continueelt ieder jaar eerder af te sterven, snel gevolgd door de tweejarige rotatie. In de proef lijkt de *Verticillium dahliae*-aantasting de belangrijkste veroorzaker van de opbrengstreductie bij teeltintensivering van aardappelen te zijn.

4. Conclusies

- . Verhoging van de teeltfrequentie van 33% naar 50% leidt vooralsnog niet tot belangrijke opbrengstreducties bij aardappelen en suikerbieten.
- . Verhoging van de teeltfrequentie naar 100% geeft bij aardappelen een verlaging van de opbrengst met 25% en een verlaging van kwaliteit; bij bieten, bij afwezigheid van het bietecystenaaltje, treedt geen belangrijke verlaging van de opbrengst op.
- . De belangrijkste oorzaak van de opbrengstverschillen in aardappelen is waarschijnlijk de verwelkingsziekte, veroorzaakt door *Verticillium dahliae*.
- . Het toepassen van permanente rijbanen heeft nog nauwelijks tot hogere opbrengsten geleid met uitzondering van 1980, toen zowel bij aardappelen als suikerbieten de opbrengst met 10% toenam. De kluitierigheid nam aanzienlijk af.
- . De organische bemesting heeft bij optimale stikstofbemesting niet tot hogere opbrengsten geleid.

Vruchtwisseling en bodemvruchtbaarheid

C.M.J. Sluijsmans

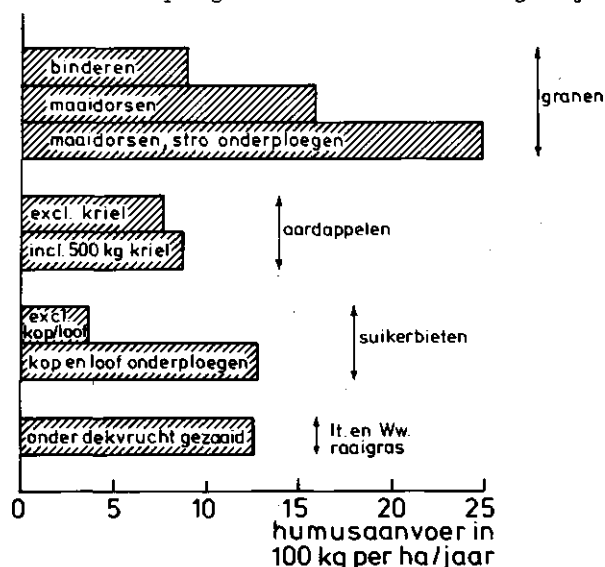
De voordracht is in het bijzonder gericht op de betekenis van bouwplanvernaving voor de fysische en chemische toestand van de grond met accent op het eerste. De betekenis voor bodemflora en -fauna blijft buiten beschouwing.

1. Fysische bodemtoestand

Bouwplanvernaving kan de fysische bodemtoestand langs verschillende wegen beïnvloeden. Door wijziging in het humusgehalte als gevolg van een veranderde aanvoer van organisch materiaal aan de grond en meer indirect door bijkomende factoren als aanpassing van het berijden en bewerken van de grond, verminderde uitzaaï van groenbemesters, introductie van grondontsmetting en beregening en eventueel zelfs door aanpassing van de bekalkings- en ontwateringstoestand of de zwaarte van de grond.

Bouwplanvernaving betekent niet zonder meer een teruggang in humusaanvoer. De verschillen tussen de gewassen zijn kleiner dan men soms denkt. Het behoeft dan ook niet te verwonderen dat bouwplanproefvelden ook na enkele tientallen jaren nauwelijks verschillen in humusgehalte laten zien. Bovendien dragen ontwikkelingen in de oogstwijze van de gewassen bij tot compensatie. Bij het moderne maaidorsen bijvoorbeeld blijft meer organisch materiaal op het land achter dan bij het vroegere binderen; bij onderploegen van kop en loof voegen suikerbieten meer humus aan de grond toe dan granen bij binderen deden (fig. 1). Dat in de praktijk geen

Figuur 1. Humusaanvoer per gewas onder invloed van oogstwijze.



teruggang van het humusgehalte geconstateerd wordt (zie de Wieringermeer als voorbeeld in tabel 1) is dan ook geen verrassing.

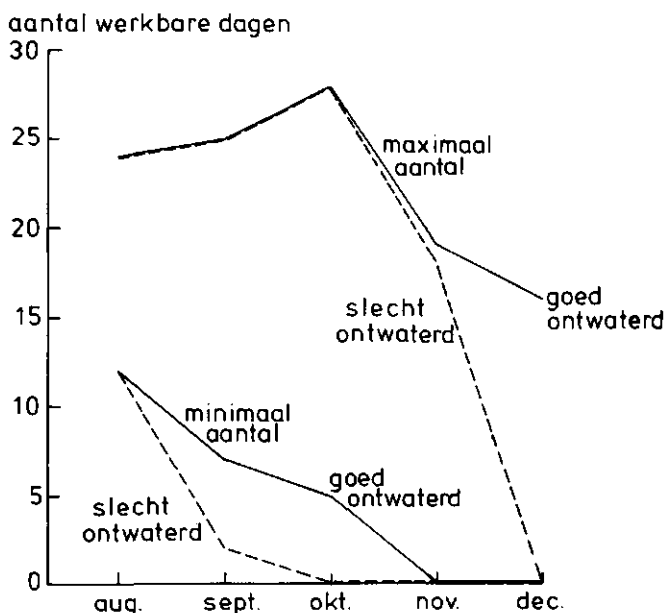
Tabel 1. Verloop van de humusgehalten bij verschillende zwaarte van de grond in de Wieringermeer (in %).

% afslibbaar	1941/'47	1951/'61	1976/'79
10	1,74	1,65	1,73
20	2,24	2,22	2,23
30	2,73	2,78	2,73

Gesteld kan worden dat bouwplanvernauwing geen reden geeft tot acute zorg over het humusgehalte van de grond. Veel ingrijpender in dit verband is het diepere ploegen, waardoor het humusgehalte van de bouwvoor van het ene op het andere moment kan worden verlaagd. Gezien vanuit de betekenis van het humusgehalte voor de structuur van de grond is een dergelijke maatregel niet zonder bedenkingen.

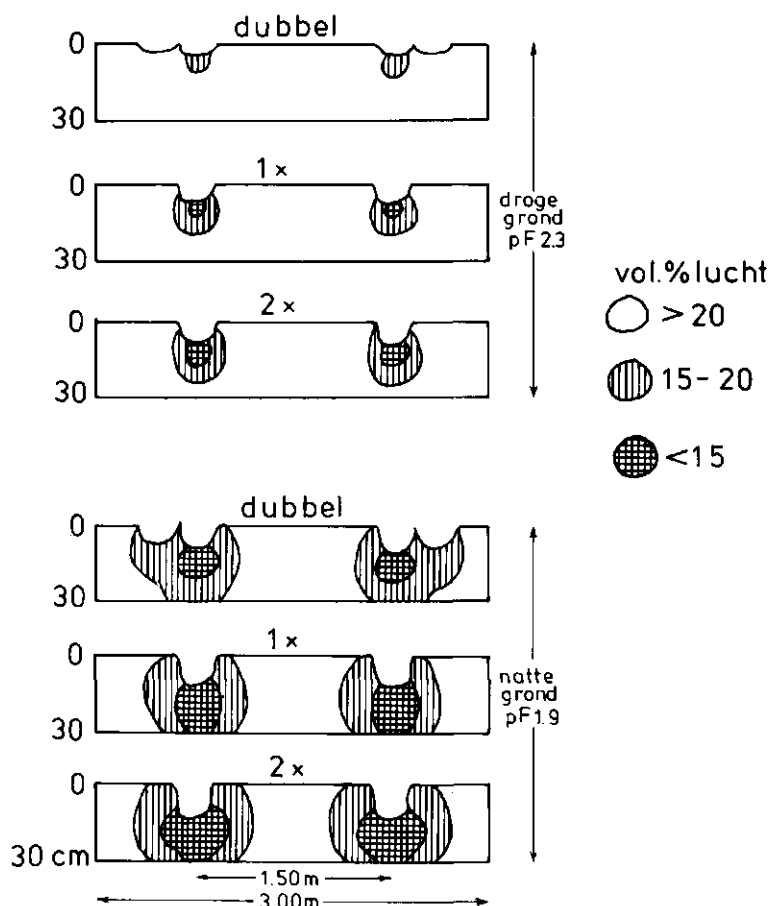
Het berijden en bewerken van de grond verandert door bouwplanvernauwing in intensiteit en in tijdstip waarop. Vooral de verschuiving in de tijd kan van belang zijn voor de structuur. De problemen ontstaan in het bijzonder in het najaar. Al in oktober kan het aantal werkbare dagen te laag zijn (fig. 2). Geschat wordt dan ook dat bij

Figuur 2. Aantal werkbare dagen op een goed en op een slecht ontwaterd zavelperceel in de periode 1962 - 1971.



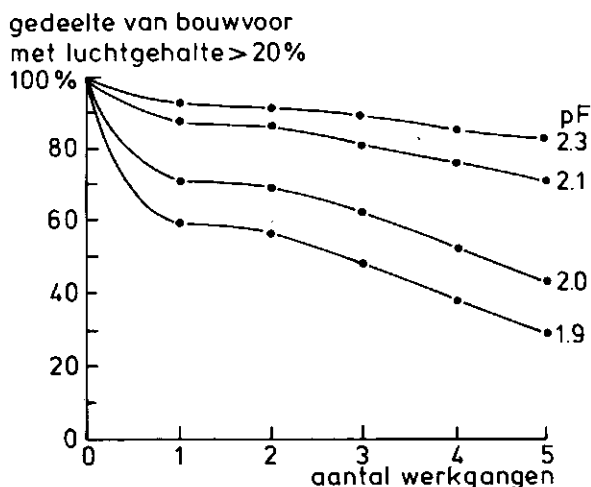
voorbeeld van de suikerbietenoogst meer dan 10% onder slechte bodemomstandigheden plaats vindt. Indien men er niet in slaagt de optredende grondverdichting voldoende op te heffen (en dat is zeker niet altijd het geval), ontstaan negatieve effecten in het volgende gewas. Figuur 3, die een doorsnede geeft van de bouwvoor loodrecht op de rijrichting, laat een voorbeeld zien van de verdichting onder een trekker-

Figuur 3. Globaal verloop van het luchtgehalte onder de wielsporen van een trekker, nagegaan bij berijding onder droge en natte omstandigheden.



spoor bij één en twee maal berijden en bij één maal met dubbelluchtmontering, onder droge zowel als natte omstandigheden. De consequentie hiervan bij meer werkgangen is afgebeeld in figuur 4. De (in deze figuren niet afgebeelde) verdichting van de ondergrond gaat dieper naarmate de banden breder zijn.

Figuur 4. Gedeelte van de bouwvoor dat een luchtgehalte boven 20% houdt (bij pF 2) bij een toenemend aantal werkgangen en bij verschillende vochtspanning.



Verminderde gelegenheid voor de teelt van groenbemesters betekent minder grondbescherming, een nattere grond, een geringere aanvoer van vers organisch materiaal en geringere weerstand van de grond tegen verslemping. De structuurstabiliteit van de grond na omploegen wordt in sterke mate beïnvloed door de hoeveelheid daarin aanwezige wortels. Zeker op slempgevoelige gronden is groenbemesting vanuit dat gezichtspunt van belang.

Het effect van (bij intensieve aardappelteelt verplichte) grondontsmetting is op enkele tientallen percelen nagegaan. Van ongunstige gevolgen voor de structuur is vrijwel niets gebleken. Indien met bouwplanvernauwing beregening wordt geïntroduceerd, wordt ook de structuurverbeterende werking van uitdroging aangetast. Daarnaast is er de kans op een ongunstig effect van een hoog zoutgehalte in het beregeningswater.

Uit het voorafgaande blijkt dat enkele aan bouwplanvernauwing gekoppelde factoren wel degelijk reden geven tot bezorgdheid over de bodemfysische situatie. Een eenmaal verknoeiide structuur laat zijn sporen na, zoals blijkt uit onderzoek aan praktijkpercelen. Niet op proefvelden noch op praktijkpercelen is echter sprake van een blijvend of met de jaren toenemend structuurverval. Ook al treedt, bij voorbeeld als gevolg van oogsten onder te natte omstandigheden, structuurbederf op,

er wordt ook altijd weer - zij het niet onmiddellijk - herstel bereikt. Zo laat tabel 2 zien dat de gevolgen van het beruchte najaar 1974 in 1976 niet meer in het structuurnummer tot uiting kwamen.

Tabel. Verloop structuurnummers in Z.W.-Nederland.

	gemiddelde van	
	58 percelen, waarvan 27 bieten in 1974	27 percelen met bieten in 1974
1968	5,7	5,6
1969	5,6	5,4
1970	5,6	5,4
1975	3,9	3,6
1976	5,6	5,3

Kennelijk is de teler met zijn huidige werktuigenpark en geholpen door ons klimaat bij de huidige bouwplannen in staat een ongunstige structuurtoestand van de bouwvoor te repareren. Dat men ook bij een systematisch vervolgen van de bodemfysische situatie van een regio over de laatste 20 jaar geen achteruitgang ziet, zal mede het gevolg zijn van maatregelen die de telers namen op het gebied van bekalking en ontwatering. De pH van het bouwland op de noordelijke zeelei is bijvoorbeeld de laatste 10 jaar met gemiddeld zo'n 0,2 eenheid gestegen.

Misschien moet men zich thans meer zorgen maken over de verdichting van de ondergrond. Het onderzoek heeft tot nu toe aan de omvang en consequenties daarvan minder aandacht besteed. Het is duidelijk dat herstel van een daar bedorven structuur minder gemakkelijk is en dat ook weersomstandigheden daaraan minder kunnen bijdragen.

2. Chemische bodemtoestand

Bij beschouwingen over de betekenis van bouwplanvernauwing voor de chemische toestand van de grond kan men denken aan gewenste en ongewenste stoffen. Het gaat ons hier om de eerste groep. Ongewenste stoffen als residuen van bestrijdingsmiddelen blijven dus buiten bespreking.

Wijzigingen in bouwplan betekenen dikwijls ook veranderingen in meststofhoeveelheden. Toch hoeft de voedingstoestand van de grond die veranderingen niet per sé in dezelfde richting te volgen, immers het gaat daarbij niet alleen om aanvoer maar ook om verschillen in afvoer van voedingsstoffen door de verschillende gewassen.

Wat stikstof betreft laten aardappelen volgens de praktijk rijker land achter dan granen en deze misschien weer rijker dan bieten. Onderzoek heeft deze opvatting bevestigd. Bouwplanvernaauwing in de richting van meer aardappelen tendeert dus naar een gemiddeld rijkere grond; gaat men tegelijk ook meer in de richting van bieten dan zal er niet zoveel van te merken zijn.

Binnen een rotatie zal men met de gewasverschillen rekening kunnen houden, opeenvolgende rotaties zullen niet zo veel in gemiddelde stikstofbehoefte verschillen.

Naar de huidige stand van de kennis is er bij hantering van het grondonderzoek als basis voor de te geven stikstofhoeveelheid geen reden om met een verschil tussen graan, aardappel of biet als voorvrucht rekening te houden.

Wat fosfaat betreft liggen de zaken wat anders. Een op de gewasbehoefte afgestemde bemesting overtreft de met de oogst afgevoerde hoeveelheid fosfaat het meest bij bouwplannen met veel rooivruchten.

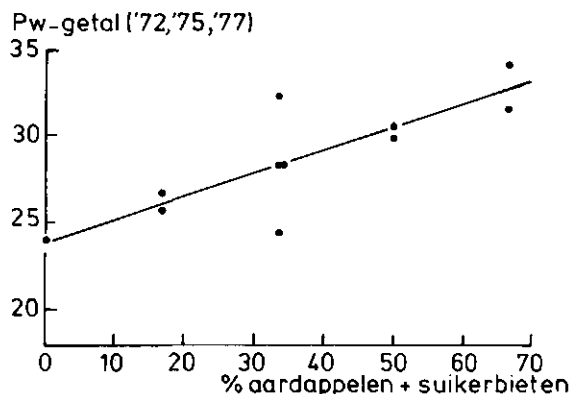
Tabel 3. Fosfaatbehoefte- en onttrekking op zeeklei in kg P_2O_5 per ha.

	behoefte	onttrekking
aardappelen	120	55
suikerbieten	100	100*
		50
granen	40	50

* bij afoogsten van kop en loof

Gelet op de geringe beweeglijkheid van fosfaat in de grond zou men dan ook met toenemende bouwplanvernaauwing een stijging in de fosfaattoestand van de grond verwachten. Dit gebeurt inderdaad, zoals fraai tot uiting komt op de bouwplannenproef op De Schreef (fig. 5). Op de duur kan men dus wat lichter gaan bemesten.

Figuur 5. Effect van het percentage rooivruchten op de fosfaattoestand van de grond (De Schreef).



Het lot van de kalitoestand is met minder zekerheid te voorspellen. Op dalgrond moet met toenemende aardappelteelt met een daling van de kalitoestand rekening worden gehouden; een toenemende bietenteelt doet hetzelfde verwachten tenzij kop en loof op het land blijven. Op kleigrond zou bouwplanvernauwing eerder tot een stijging van de kalitoestand kunnen leiden. Beter is het de vinger aan de pols te houden door de bemesting af te stemmen op grondonderzoek dan op deze globale verwachtingen.

3. Samenvatting

De voordracht gaat in op de betekenis van bouwplanvernauwing in de richting van meer rooivruchten voor de fysische en chemische toestand van de grond.

Beargumenteerd wordt dat bouwplanvernauwing geen aanleiding geeft tot acute zorg over het humusgehalte van de grond. Een aantal bijkomende factoren als de verandering in het berijden en bewerken, de verminderde uitzaai van groenbemesters en de introductie van beregening geven echter wel reden tot bezorgdheid voor de structuur van de grond. Een eenmaal verknoeide structuur laat zijn sporen na, maar onder onze omstandigheden is dat niet van lange duur. Kennelijk zijn de boeren met hun kennis, hun werktuigenpark en geholpen door ons klimaat bij de huidige bouwplannen in staat een ongunstige structuurtoestand van de bouwvoor - zij het niet op staande voet - te repareren. Men moet zich misschien meer zorgen maken over de optredende verdichting van de ondergrond.

Bouwplanvernauwing in de richting van meer aardappelen en bieten resulteert waarschijnlijk niet in forse wijzigingen van de gemiddelde stikstofrijksdom van de grond, wel in een hogere fosfaattoestand. Over het lot van de kalitoestand zijn eenduidige uitspraken niet goed mogelijk.

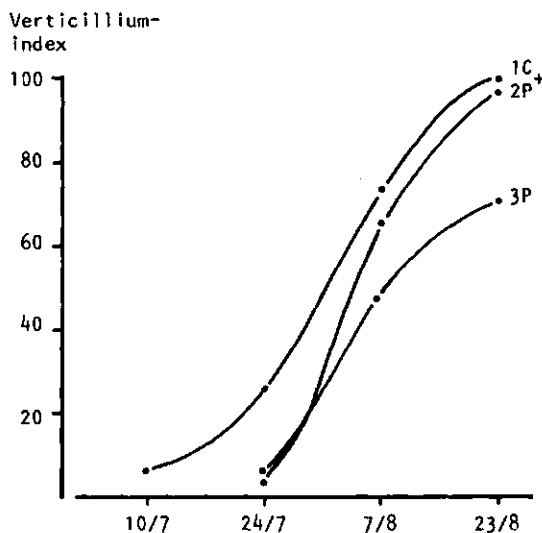
wordt. Pootgoedontsmetting kan de aantasting in het gewas verminderen, maar vanuit de grond kan voldoende besmetting plaatsvinden om toch ernstige knol-aantasting te bewerkstelligen.

De verwelkingsziekte (*Verticillium dahliae*)

Deze schimmel, bekend uit zuidelijker landen, is de laatste jaren van meer betekenis geworden.

Vanuit rustlichamen in de grond (micro-sclerotiën) worden de aardappelplanten aangetast. Het vaatstelsel raakt verstopt, zodat verwelking en vroege afsterving van het gewas kan optreden. Op aangetaste stengels worden massaal nieuwe sclerotiën gevormd die jarenlang in de grond kunnen overblijven. Desondanks lijkt de teeltfrequentie van aardappelen (wellicht via een verminderd weerstandsvermogen) invloed te hebben op de mate en vroegheid van aantasting (fig. 1). Ook wat deze ziekte betreft zal het duidelijk zijn, dat de meeste schade ontstaat op slecht

Figuur 1. Verloop van de verouderingsindex (*Verticillium*) bij een op drie, een op twee en continueelt aardappelen gedurende het groeiseizoen (PAGV 1).



vochtleverende profielen en in droge jaren (1976).

Een chemische bestrijding van deze ziekte is niet mogelijk. Waarschijnlijk kan door verwijdering van loofresten na de oogst en door gebruik van gezond pootgoed wel wat bereikt worden. Eveneens is er verschil in gevoeligheid tussen rassen.

Overige bodemgebonden schimmels en bacteriën

Behalve de drie genoemde bodemschimmels kunnen bij aardappelen ook andere bodem-organismen een rol spelen. Genoemd kunnen worden *Phoma*, *Sclerotinia*, enkele schurft-soorten en bacterieziekten als natrot, zwartbenigheid en wratziekte.

3.2.2. Suikerbieten

Bij suikerbieten zijn bodemschimmels in het algemeen niet van grote betekenis. Alleen schimmels uit het wortelbrandcomplex (*Pythium*, *Phoma*) kunnen ernstige wegval van kiemplanten als gevolg hebben. Met zaaizaadontsmetting en het zorgdragen voor een goede structuurtoestand van de grond is schade veelal te voorkomen of te beperken.

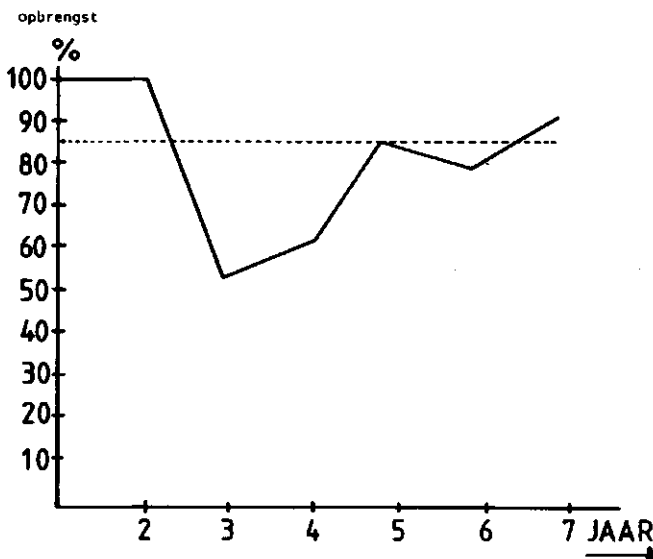
De laatste jaren komt vooral in het zuidelijk zandgebied een warmteminnende *Rhizoctonia solani* soort voor, die bij bieten, tuinbonen, waspeen, schorseneren, etc., verrotting van volwassen planten kan veroorzaken. Bij bieten blijkt aantasting vaker voor te komen op plekken met een slechte structuurtoestand (kopakkers). Een chemische bestrijding is niet mogelijk. De relatie met de teeltfrequentie is niet duidelijk.

3.2.3. Wintertarwe

Bij wintertarwe kennen we twee soorten bodemschimmels die van economische betekenis zijn.

Op de eerste plaats de tarwehalmdoder *Gaeumannomyces graminis*. Deze schimmel parasiteert op de wortels van granen en grasachtigen en veroorzaakt door het doden van het wortelstelsel vervroegde afsterving van de plant (witte aren). Bij continueelt van wintertarwe neemt de populatie van deze schimmel in enkele jaren zodanig toe dat in het 2e t/m 5e jaar van een continueelt zeer ernstige schade kan ontstaan. In die periode nemen populaties van antagonisten in de bodem sterk toe, zodat na het 5e jaar een evenwicht in de grond is ingesteld, waardoor geen of slechts geringe schade meer zal optreden bij voortzetting van de continueelt graan (fig. 2).

Figuur 2. Schematische voorstelling van de invloed van tarwehalmdoder op de wintertarwe-opbrengst bij voortdurende continueelt (decline-effect).



Wordt de continuteelt onderbroken door een niet-waardplantgewas, dan verdwijnt de populatie antagonisten zeer snel, zodat later opnieuw schade kan worden verwacht. Het zal duidelijk zijn dat wintertarwe met een slecht wortelstelsel (structuur) of op droogtegevoelige grond de meeste schade ondervindt.

Een chemische bestrijding is niet mogelijk.

Op de tweede plaats betreft het de oogvlekkenziekte, *Pseudocercospora herpotrichoides*. Deze schimmel kan zich op een aantal granen en grasachtigen vermeerderen en doet schade bij wintertarwe.

De schimmel blijkt in de grond over op aangetaste stoppel. Daarop worden sporen gevormd die jonge planten kunnen aantasten. Schade ontstaat doordat de schimmel in de loop van het groeiseizoen de stengelbasis geheel doorwoekert, waardoor het transportsysteem vernietigd wordt en/of legering kan optreden.

De mate van aantasting is sterk afhankelijk van de hoeveelheid besmet stoppelmateriaal aan de oppervlakte en van de weersomstandigheden in winter en voorjaar.

Met cultuurmaatregelen zoals bevordering van snelle stoppelvertering of het onderin de bouwvoor houden van besmette stoppels, is de aantasting te beperken.

Bij meer dan 15% aangetaste stengels begin mei is het als regel zinvol met systemische fungiciden een bestrijding uit te voeren. Deze schimmel komt vooral op zavel-, klei- en lössgronden voor.

3.2.4. Uien

Bij uien is een economisch erg belangrijke ziekte veroorzaakt door de bodemschimmel *Sclerotinia cepivorum* (witrot) van belang. Wanneer op een perceel eenmaal een besmetting is ontstaan blijft daar ook, zonder uienteelt, de mogelijkheid van aantasting aanwezig, omdat de schimmel met behulp van rustlichamen jarenlang in de grond kan overblijven.

3.3. Nematoden

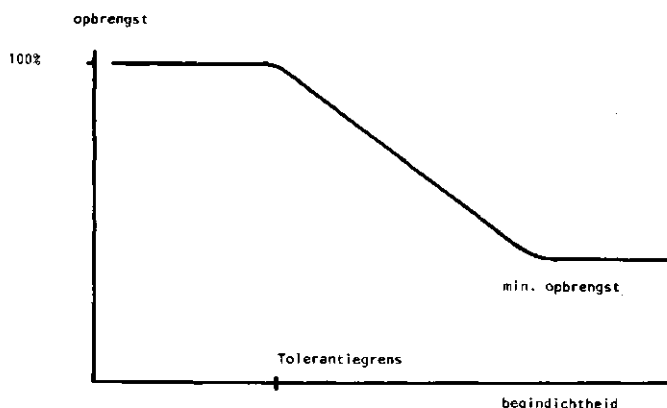
Meer nog dan bodeminsecten en bodemschimmels vormen nematoden een voortdurende zorg voor de akkerbouwer. Hoewel tegen nematoden goede bestrijdingsmogelijkheden voorhanden zijn, zijn de daarmee gepaard gaande kosten veelal zodanig hoog dat het de vraag is of met een systeem, waarin steeds aaltjesbestrijding moet worden toegepast, nog het bedrijfseconomisch optimum bereikt kan worden.

De plantenparasitaire aaltjes zijn obligate parasieten, d.w.z. ze kunnen zich alleen voeden en vermeerderen op een geschikt waardgewas. Vooral de cyste-aaltjes zijn erg waardplantspecifiek, d.w.z. slechts een of enkele plantesoorten of -families

vormen een geschikte voedselbron. Wanneer geen waardplant aanwezig is, kunnen aaltjes die periode overbruggen als ei, goed beschermd door een cyste, waardoor de uitzieking van een perceel lang duurt. Wortelknobbelaaltjes en de meeste vrijlevende wortelaaltjes vertonen een snellere populatie-afname, maar de vermeerderingssnelheid is daarentegen ook groter.

Schade door aaltjes hangt af van de aaltjesdichtheid aan het begin van het groeiseizoen, maar ook van de aaltjessoort, de plantesoort, de grondsoort en het weer tijdens het groeiseizoen. Schematisch is de relatie dichtheid/schade weergegeven in figuur 3.

Figuur 3. Schematische voorstelling van de invloed van toenemende aaltjesdichtheid bij aanvang van de teelt op de gewasopbrengst.



Van de mate van aaltjesbezetting is via grondonderzoek door het bedrijfslaboratorium te Oosterbeek een goede indruk te krijgen.

Per gewas zullen de belangrijkste aaltjessoorten besproken worden.

3.3.1. Aardappelen

De aaltjessoorten die bij de teelt van aardappelen van belang kunnen zijn, zijn: aardappelcyste-aaltjes (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*), wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), stengelaaltje (*Ditylenchus dipaci*), destructoraaltje (*Ditylenchus destructor*), wortellesie-aaltje (*Pratylenchus penetrans*), schede-aaltje (*Trichodorus teres*).

De voor de aardappelteelt belangrijkste soort is het aardappecyste-aaltje. De teeltfrequentie voor aardappelen is erdoor zelfs wettelijk beperkt. Dit aaltje heeft als waardplant voor wat betreft de akkerbouw eigenlijk alleen de aardappel. Het doel van de beschikking aardapelmoeheid is het voorkomen van het optreden van aantoonbare besmettingen. Met een geïntegreerd schema van bestrijdingsmethoden zoals vruchtwisseling, gebruik van resistente rassen en chemische bestrijding (grondontsmettingsmiddelen of granulaten) is het gevaar van optredende aardapelmoeheid te beperken. Uiteraard speelt daarin de bedrijfs-hygiëne vanuit het oogpunt van vermijden van aardappelopslag een belangrijke rol. Andere bij aardappel schadelijke aaltjes worden vaak al door de in het kader van de beschikking aardapelmoeheid te nemen maatregelen in hun populatie-ontwikkeling zodanig beperkt dat schade bij aardappelen gering blijft.

3.3.2. Suikerbieten

De voor de suikerbietenteelt belangrijkste aaltjessoort is het bietecyste-aaltje en op zuidelijke zandgrond het gele bietecyste-aaltje. Op zandgronden van mariene oorsprong met minder dan 2% organische stof en 12% slib kan de T-ziekte, veroorzaakt door *Trichodorus teres*, van betekenis zijn. Wortelknobbel-aaltjes kunnen eveneens een rol spelen. Op lichte gronden in rotaties met aardappelen en groentegewassen kan *Meloidogyne hapla* van belang zijn, op zwaardere gronden in rotaties met granen en grassen kan *Mel. naasi* een rol spelen. Stengel-aaltjes zijn meestal niet van veel betekenis bij bieten. Bietecyste-aaltjes beperken de toelaatbare teeltfrequentie tot 1 op 5 à 6. Bestrijdingsmogelijkheden, anders dan met chemische middelen, zijn (nog) niet voorhanden.

Behalve op de suikerbiet kan het bietecyste-aaltje zich vermeerderen op een groot aantal andere gewassen waaronder koolzaad, koolsoorten, stoppelknollen, ect. Het gele bietecyste-aaltje, een afwijkende vorm die tot nu toe uitsluitend in het zuidelijk zandgebied is waargenomen, heeft waarschijnlijk onder de leguminosen nog een groot aantal waardplanten. Hoewel de vermenigvuldigingssnelheid van dit aaltje groter is, verloopt ook de afbraak sneller, waardoor waarschijnlijk een veilige teeltfrequentie van 1 op 3 à 4 mogelijk is.

3.3.3. Granen

Schadelijke aaltjes bij granen waren vroeger van meer betekenis dan tegenwoordig. De belangrijkste oorzaak is dat op lichte gronden de teelt van zomergranen zeer sterk is afgenomen. Stengel-aaltjes bij rogge (reup) en graancyste-aaltjes (haver) spelen daardoor praktisch geen rol meer. Frequentie graanteelt vindt nog plaats op zware grond (Oldambt) maar schade door

aaltjes zal daar van weinig betekenis zijn.

Het grassenwortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*) kan in intensieve graanbouwplannen mogelijk een schadelijke faktor zijn.

3.3.4. Uien

Bij uien is het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* van betekenis. Vooral op zwaardere gronden kunnen besmettingen optreden en het duurt lange tijd voordat de grond weer vrij van besmetting is.

Reeds vanuit geringe dichtheden; enkele aaltjes per 500 ml grond kan schade optreden.

4. Bouwplan en bodempathogenen

De moderne bouwplannen hebben de eigenschap van een groot aandeel rooivruchten, aardappelen, bieten en uien of groentegewassen gemeen.

Afhankelijk van het gebied zijn bouwplannen met 50% tot 70% rooivruchten geen uitzondering meer.

Op klei- en zavelgronden is het bouwplan aardappelen - wintertarwe - suikerbieten - wintertarwe algemeen voorkomend. Ten aanzien van bodempathogenen kan hierbij het volgende worden opgemerkt.

Eenmaal per 4 jaar aardappelen is met AM-vatbare rassen zonder verdere maatregelen toegelaten in het kader van de beschikking aardappelmoetheid. Mede gezien de kennis van de populatie-ontwikkeling van het aardappelcyste-aaltje en het voorkomen van aardappelopslag is het twijfelachtig of op lange termijn de a.c.a. dichtheid beneden de aantoonbaarheidsgrens zal blijven.

Eenmaal per 4 jaar suikerbieten zal op langere termijn leiden tot schade door het bietecyste-aaltje. Wanneer er niet andere bestrijdingsmogelijkheden komen, zal òf een chemische bestrijding moeten worden ingepast òf de teeltfrequentie tot 1 op 5 verruimd.

Om het andere jaar granen in het bouwplan zal leiden tot hoge infectiedruk door de oogvlekkenziekte. Na daarvoor gunstige winters zal, afhankelijk van de voorjaarsaantasting, een bestrijding moeten worden uitgevoerd. Andere bodempathogenen zullen in het algemeen niet van grote betekenis zijn. Met een goede bewaking van optredende aaltjesbesmettingen zal een dergelijk bouwplan lang kunnen worden volgehouden, als voldoende aandacht aan andere bodemvruchtbaarheidsfactoren wordt gegeven. Een intensieve variant van dit bouwplan is de vervanging van 1/4 deel van de wintertarwe door zaai-uien, waardoor dat gewas 1/8 van het bedrijf gaat in-

nemen. Normaliter moeten van die teeltfrequentie geen gevaren van bodempathogenen in verband met de uienteelt verwacht worden. Wanneer echter de teeltfrequentie van uien wordt opgevoerd tot 1/6 of 1/4, zullen op daarvoor gevoelige gronden stengelaaltjes van betekenis gaan worden en kan ook witrot (veroorzaakt door *Sclerotinia cepivorum*) gaan optreden. In dit laatste geval zijn geen bestrijdingsmogelijkheden aanwezig, anders dan het gedurende lange tijd niet telen van uien. Verdere intensivering op zavel- en kleigronden bijvoorbeeld naar het bouwplan met 1/3 aardappelen, 1/3 suikerbieten, 1/6 granen en 1/6 uien zal voor wat aardappelen en suikerbieten betreft leiden tot een nog sneller in de problemen raken met aardappel- en zeker bietecyste-aaltjes. Wanneer AM-vatbare aardappelrassen worden verbouwd, moet per rotatie een grondontsmetting worden uitgevoerd. Hiermee zijn de grootste risico's af te wenden, echter deze bodempathogenen zullen aandacht dienen te blijven houden.

Verbouw van 1/4 aardappelen, 1/3 suikerbieten, 1/3 granen en 1/12 uien geeft als zwaartepunt van de problematiek de bietemoehheid.

Graanloze bouwplannen met aardappel, biet, ui en groentegewassen of bloembollen zullen naast problemen met cyste-aaltjes op lichte grond ook moeilijkheden ten aanzien van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*) kunnen krijgen.

Het veenkoloniale bouwplan, met aardappelen - suikerbieten - aardappelen - graan, waarin om de 4 jaar een grondontsmetting wordt uitgevoerd, kan met blijvende adequate resistentie tegen AM wat cyste-aaltjes betreft waarschijnlijk wel op langere termijn gehandhaafd worden. Een tweede voorwaarde daarvoor is echter wel dat aardappelopslag dan niet van betekenis aanwezig mag zijn. Wel kunnen wortelknobbelaaltjes in bieten van betekenis zijn. Grondontsmetting voor de biet verkleint dat probleem.

Andere bodempathogenen zoals *Verticillium* zullen ook van betekenis zijn in dit soort rotaties.

5. Conclusies

De intensieve bouwplannen, zoals die in ons land de laatste 20 jaar regel zijn geworden, hebben het gevaar in zich van een toename van bodempathogenen. Voor zover daartegen geen andere bestrijdingsmogelijkheden bestaan dan het verruimen van de vruchtwisseling, denk aan witrot bij uien, *Verticillium* bij aardappelen, wordt een zware wissel op de toekomst getrokken die zijn tol vrijwel zeker eens zal opeisen.

In de gevallen waarvoor wel bestrijdingsmogelijkheden zijn, zal bij uitbreiding van de besmetting, die in genoemde rotaties te verwachten is, de akkerbouwer op een hoger kostenniveau moeten gaan opereren. De rentabiliteit van deze (rooivruchten)

intensieve bouwplannen komt dan in gevaar.

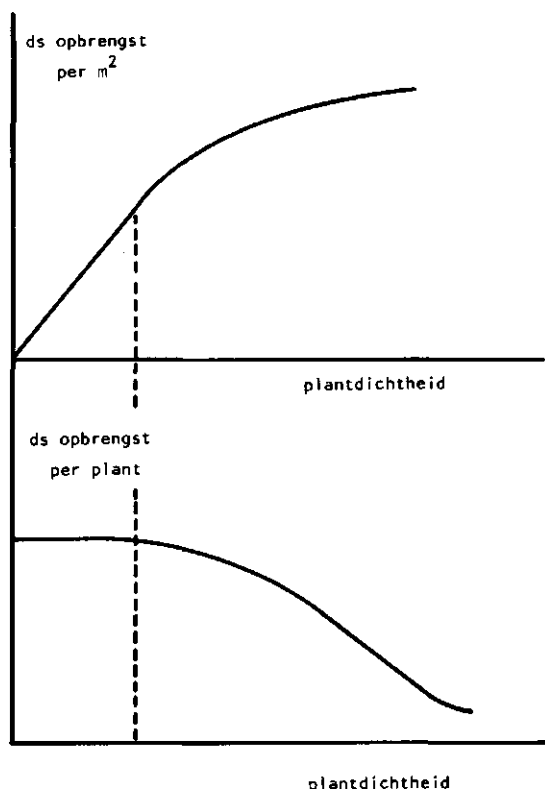
Met begeleidend grondonderzoek is het mogelijk om met de bouwplannen, zoals die uit economische noodzaak moesten ontstaan, door te gaan. Verder betekent dit een appel aan het fundamenteel onderzoek om wegen aan te duiden (b.v. resistentieveredeling) waarmee een rendabele akkerbouw kan worden gecontinueerd.

1. Inleiding

In de plantenteelt in het open veld plegen we de voor land- en tuinbouw nuttige planten te verenigen in een gewas. Onder een gewas wordt verstaan een verzameling van planten vaak van één soort en van één ras, die tezamen de beschikbare bodem bedekken met groen blad en zo het belang van de teler dienen door per oppervlakte-eenheid een hoeveelheid produkt te leveren bestaande uit meer of minder nuttige droge stof.

Een plant die in het verband van een gewas opgroeit, zal echter vroeger of later tijdens het groeiseizoen ondervinden dat ook de andere aanwezige planten gebruik maken van het ter plaatse aanwezige en meestal met de tijd afnemende aanbod van groeifactoren. Zowel de planten van de eigen soort als de aanwezige planten die de teler niet met opzet gezaaid of gepoot heeft, eisen hun deel op van de beschik-

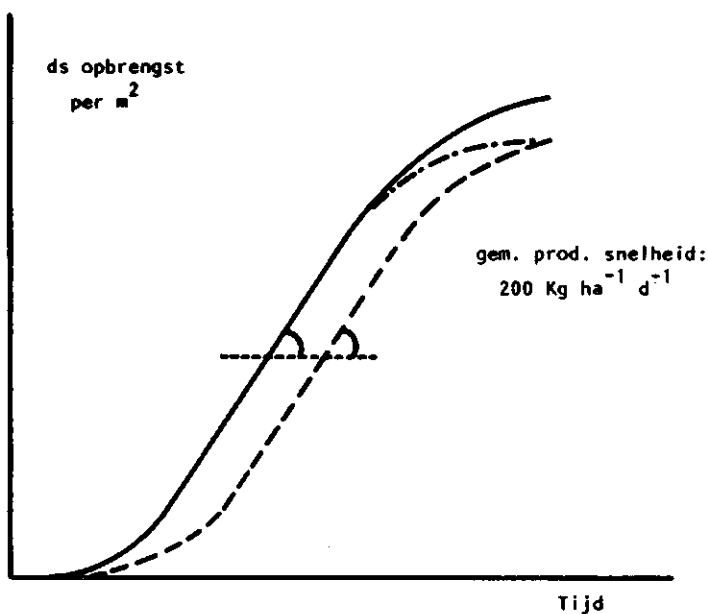
Figuur 1. Schematische weergave van de invloed van de plantdichtheid op de ds-opbrengst per m^2 en per plant.



bare groeiruumte.

Het gevolg van dit samen delen is evident. Alhoewel per plant vaak aanzienlijk minder droge stof geproduceerd wordt in vergelijking met de niet door buurplanten beperkte groei, zal althans aanvankelijk de produktie per oppervlakte-eenheid groter worden met toenemende plantdichtheid. De figuren 1 en 2 schetsen de hiervoor genoemde uitgangspunten.

Figuur 2. Verloop van de ds-opbrengst per m^2 in de tijd onder verschillende groei-omstandigheden.



Voor het hierna volgende betoog is het echter van belang om vast te stellen dat zelfs in goed groeiende gewassen de afzonderlijke planten stuk voor stuk onder belasting staan, aan "stress" onderhevig zijn. Of anders uitgedrukt: de afzonderlijke planten zouden per plant meer eenheden groeifactoren kunnen benutten, wanneer deze in dezelfde ruime mate beschikbaar waren.

De hierboven aangeduide vorm van "stress" evenals vele andere mogelijkheden tot remming van de ontplooiing van de plant, zoals b.v. te hoge of te lage temperatuur, tijdelijk of langdurig gebrek aan vocht, aan bodemlucht, enz., laten onvermijdelijk hun sporen na in de produktie per oppervlakte-eenheid. Gemeten aan de ongestoorde groei van een plant, kan "stress" zich zowel uiten als een soms tijdelijke vermindering van de snelheid van produktie en van de snelheid van ontwikkeling als in de uiterlijke vorm van de plant: de verdeling van de geproduceerde droge stof over de onderscheiden organen van de plant.

Voor degenen die bekend zijn met de praktijk van de plantenteelt zal het niet moeilijk zijn een aantal teeltmaatregelen aan te wijzen die opzettelijk "stress" opwekken. De teler tracht o.a. op deze wijze de verdeling van de geproduceerde droge stof over de organen van de plant in een voor hem voordelige richting te wijzigen.

Naast deze "positieve stress" hebben we in de plantenteelt echter ook te maken met belastingen van de plant die de nuttige opbrengst schaden of waarvan de gevolgen slechts door aanwending van afwerende of beschermende maatregelen verminderd of voorkomen kunnen worden. Per eenheid produkt zullen in zo'n geval de produktiekosten stijgen.

Wanneer is nu een plant of een gewas het meest gevoelig voor belastingen? Deze vraag is om verschillende redenen zinvol.

Op de eerste plaats omdat meer inzicht op dit punt kan helpen om door middel van goed gekozen teeltmaatregelen de mogelijke schade te vermijden.

Op de tweede plaats omdat op basis van inzicht beter gekozen en beslist kan worden welke bijzondere maatregel en op welk moment van toepassing zal worden gebruikt om schade te weren of te beperken.

Op de derde plaats omdat dit in direct verband staat met het onderwerp, het afweren van een stress vaak gebeurt met middelen, die slechts kureren aan het symptoom en de eigenlijke oorzaak ongemoeid laten.

Zonder bij deze gelegenheid diep op de argumenten in te gaan en tevens met een beroep op de bekende ervaring, kan gesteld worden dat in de jeugdfase en in de verouderingsfase van een gewas een optredende extra belasting de grootste negatieve effecten zal hebben voor de nuttige opbrengst. In de fase van de gewasopbouw (crop establishment) is elke vorm van belasting schadelijk. De dan nog jonge planten verkeren in de principieel gunstige conditie dat de groei in principe exponentieel verloopt. Elke verlaging van de groeisnelheid leidt tot een uitstel van het tijdstip waarop het veld volledig met blad bedekt wordt, d.w.z. het invallende licht zo goed mogelijk wordt benut.

Vatten we de negatieve aspecten van vroegtijdige groeiremming samen, dan leidt vertraging in de jeugdgroei tot de volgende mogelijkheden van schade:

- . een verkorting van het groeiseizoen;
- . meer schade als gevolg van vergrote kansen voor onkruiden en plagen;
- . het onbenut laten van een groeifactor, die later in het groeiseizoen niet of niet meer zo overvloedig aanwezig is.

Ook in de verouderingsfase van het gewas komen de optredende belastingen van buiten af vaak bijzonder hard aan. De reden hiervoor is dat de snelheid van veroudering van de plant onder zulke omstandigheden bijzonder snel toeneemt. Als gevolg van veroudering zal het nog aanwezige groene blad versneld afsterven en de rijping van

de overlevingsorganen versneld plaatsvinden. Kortom, de plant wordt als het ware op korte termijn geprogrammeerd op overleven op basis van zaad of andere organen van voortplanting. Dit beeld ontleend aan de wereld van de geautomatiseerde sturing van processen en systemen, is met opzet gebruikt omdat uit de plantenfysiologie zo langzamerhand duidelijk is geworden dat veroudering één van de processen is, die de plant gebruikt om in het geval van meerjarige soorten als plant of in het geval van éénjarige plantensoorten als soort te overleven. Zowel stress als veroudering komen in de plant tot uiting in een verandering van de hormonale regulering.

Uit de theorie van de plantaardige produktie, en figuur 2 illustreert dit argument, is echter bekend dat er slechts geringe verschillen zijn in het vermogen van een groen gewas, dat voldoende is voorzien van vocht, om droge stof te produceren. Met andere woorden: de snelheid van de droge-stofproduktie gemeten in kilogrammen per hectare per dag is onder Nederlandse omstandigheden voor vrijwel alle gebruikelijke plantensoorten gelijk. De verschillen in opbrengst tussen de soorten en tussen de rassen van één soort zijn zowel toe te schrijven aan een verschil in benutting van het ingestraalde licht als aan verschillen in verdeling van de droge stof over de organen.

2. Het onderzoek naar de oorzaken van schade, die samenhangt met de rotatie

Wanneer we ons nu meer in het bijzonder bezighouden met de schade als gevolg van het toegepaste teeltsysteem, d.w.z. van de invloed van de gewasfrequentie en van de aard van de rotatie en voorvruchteffecten, dan is het wellicht goed ter afwisseling met de voorafgaande theorie, een concreet geval nader te analyseren.

In een pottenproef in 1977 werden aardappelen (ras Bintje) geteeld onder geconditioneerde omstandigheden. De grond was afkomstig van het proefveld De Schreef en wel van de rotaties 1, 3d en 5b.

Tabel 1.

rotatie	frequente aardappelen	frequentie bieten	vruchtopvolging			
			1974	1975	1976	1977 (proef)
1	0	0	vlas	grasz.	koolz.	aard.
3d	0	1/3	z.gerst	grasz.	s.bieten	aard.
5b	1/3	1/3	aard.	grasz.	s.bieten	aard.

In het proefjaar werden uitgaande van deze drie rotaties, aardappelen geteeld. Alleen bij 5b stonden de aardappelen op de in de veldproef voorkomende plaats

in de rotatie. De vergelijking van de 5b met de 3d-rotatie kan uitsluitend geven over de aanwezigheid en de grootte van het effect van de gewasfrequentie, mogelijk ietwat verstoord door de vóórvoorvrucht: zomergerst. De vergelijking van de rotaties 3d en 1 kan een aanduiding geven van het voorvruchteffect.

De grond werd in de proef op drie wijzen voorbehandeld:

- . onbehandeld;
- . gestoomd;
- . ontsmet met het tegenwoordige zo besproken methylbromide.

Aangezien zowel stomen als ontsmetten eigen effecten kunnen hebben op de beschikbaarheid van de nutriënten voor de direct daarna groeiende plant, werden bovendien twee niveau's van stikstofvoeding in deze proef aangewend.

Mogelijke effecten als gevolg van verschillen in de structuur van de grond, werden geëlimineerd door iedere grond vooraf te zeven en indien nodig de nog aanwezige kluiten te verkleinen en vooral goed te mengen. De gebruikte grond was afkomstig van de bouwvoor.

De tabellen 2 en 3 geven een sterk verkort overzicht van een aantal resultaten van deze proef.

Tabel 2. Opbrengst aan droge stof van aardappelen (Bintje) in drie rotaties, twee niveau's van stikstofbemesting en drie grondbehandelingen.

	onbehandeld			gestoomd			ontsmet met methylbromide		
rotatie	1	3d	5b	1	3d	5b	1	3d	5b
N-gift laag									
d.s. in g per pot	139	147	122	171	180	172	162	167	161
rotatie	1	3d	5b	1	3d	5b	1	3d	5b
N-gift hoog									
d.s. in g per pot	221	214	161	256	257	249	257	256	249

Zoals verwacht mocht worden, blijken de aardappelen in de 5b-rotatie, onbehandeld en bij beide N-niveau's, duidelijk achter te blijven bij de opbrengsten van de 3d-rotatie. Verhoging van de stikstofgift vergroot de afstand tussen de "gezonde" en de "zieke" rotatie. Overigens reageert de 5b-rotatie onbehandeld, wel degelijk op het N-niveau maar de aardappelen van de 3d-rotatie reageren relatief aanzienlijk beter op de verhoogde stikstofbemesting en het verschil in opbrengst wordt diensgevolge nog groter.

Tabel 3. Relatieve opbrengsten aan droge stof van aardappels in twee rotaties, twee niveau's van stikstofbemesting en twee wijzen van grondbehandeling.

5b onbehandeld als % van 3d	ontsmet met methylbromide		
	N laag	N-hoog	
83	75		
5b onbehandeld, laag N-niveau als % van hoog N-niveau		3d onbeh., als % van beh.	88 84
76%		5b onbeh., als % van beh.	76 65
3d onbehandeld, laag N-niveau als % van hoog N-niveau			
69%			

Vergelijken we vervolgens de 5b-varianten onderling, dan blijkt de grondontsmetting bij een hoog N-niveau een enorm effect te weeg te brengen.

Volgens de in tabel in absolute getallen uitgedrukte resultaten blijken grondontsmetting en stomen en rotatie-effect volkomen uit te wissen.

Opvallen is ook nog dat bovendien de 3d-rotatie reageert op de grondbehandelingen. Uit tabel 2 blijkt dat dit zelfs voor rotatie 1 geldt.

Een eerste conclusie zou kunnen zijn dat het wellicht beter is te spreken van meer of minder "gezonde" rotaties. In vergelijking met de opbrengsten van de onbehandelde 5b-rotatie, zijn 1 en 3d gezonde rotaties.

In de vergelijking onbehandeld - ontsmet blijken echter deze "gezonde" rotaties nog 10 à 15% opbrengstverhoging te geven na grondbehandeling vrijwel onafhankelijk van het effect van de z.g. "stikstofflush".

Tot slot nog een tweetal opmerkingen.

Het veronderstelde vóórvruchteffect: de vergelijking tussen 1 en 3d, wordt in deze proef niet teruggevonden.

Ten tweede: het sterke effect van het niveau van de stikstofbemesting moet in deze proef ten dele toegeschreven worden aan een in het begin van de groei optredende mangaanvergiftiging. Nadat de planten echter enig formaat hadden gekregen, leek deze na grondbehandeling niet onbekende kwaal, geen verdere schade meer op te leveren.

3. Discussie

Een discussie van de resultaten van deze proef, die slechts als voorbeeld van een mogelijkheid tot nadere bestudering van rotatieproblemen is vermeld, zal in het kader van het thema verder moeten gaan dan de hier weergegeven uitkomsten.

Uit de resultaten van de hier weergegeven proef blijkt op de eerste plaats dat ook in potproeven in een klimaatskas grote verschillen zijn aan te tonen in het produktievermogen van grond, die slechts wezenlijk verschilt als gevolg van de onderscheiden rotaties.

Ten aanzien van het hier aan de orde zijnde onderwerp van onderzoek hebben potproeven in vergelijking met veldproeven het grote voordeel dat een aantal varianten in het onderzoek betrokken kan worden, die in het veld of onuitvoerbaar of met het oog op de voortzetting van de veldproef in de volgende jaren destructief kan zijn voor de proefopzet.

Een tweede conclusie is dat, wanneer het mogelijk aanwezige verschil in de structuur van de grond tussen de onderscheiden rotaties wordt geëlimineerd, althans in deze proef geen aantoonbaar effect van de voorvrucht aanwezig was.

Een derde en voor het onderwerp belangrijkste conclusie is, dat de oorzaak van de opbrengstdepressie bij de teelt van het aardappelras Bintje in 5b in vergelijking met de twee andere rotaties, lijkt te moeten worden toegeschreven aan aantastingen van het wortelsysteem van de getroffen planten door nog niet nader gedefinieerde bodemorganismen.

Op grond van ervaringen, die wij in de afgelopen jaren van onderzoek van dit probleem met gewassen van allerlei soort en ras hebben opgedaan en geenszins alleen op grond van de uitkomsten van deze proef, zijn we tot de volgende overigens nog voor verbetering vatbare voorstelling van zaken gekomen.

Het milieu waarin ook de wortels van het plantendek zich ophouden, is bijzonder gevarieerd ten aanzien van de levensvoorwaarden voor velerlei soorten organismen. De energiebehoeften van de meeste van deze in de bodem voorkomende soorten organismen worden in principe geleverd door het ter plaatse voorkomende groene plantendek. De wijzen waarop zich de vele soorten bodemorganismen de voor hun specifieke levensprocessen benodigde energie verschaffen, zijn in samenhang met de zeer variërende levensvoorwaarden van de soorten, ook zeer verschillend.

Er zijn vele soorten, die uitsluitend leven van de energie die nog aanwezig is in de dode organische stof. Andere soorten organismen leven van de levende organische stof in hun direct nabijheid. Deze levende organische stof kan zijn: prooi en dus ook de levende wortel van een plant, maar eveneens uitscheidingsprodukten en lekkages

uit de wortel. Niettegenstaande het feit dat een akker- of graslandgrond in principe een enorm getal aan bodemorganismen in een groot aantal soorten per cm^3 grond bevat, voltrekt zich in zo'n grond samenhangend met de cultuur een duidelijk selectieproces. In de praktijk van de teelt hebben wij de kwade, maar ook wel goede gevolgen te dragen van dit selectieproces. Denk als voorbeeld van dit selectieproces slechts aan het vermogen van de relatief hoog ontwikkelde nematoden, om zich op bepaalde grondsoorten in een beperkt aantal jaren tot een zo hoog aantal te kunnen ontwikkelen dat ernstige schade ontstaat.

Indien het een of meerdere soorten nematoden, die relatief ten opzichte van andere soorten van bodemorganismen slechts in beperkte aantallen voorkomen in de grond, lukt om zich op te werken in een begrensde groeiperiode tot een voor de plant schadelijk niveau, dan mag men aannemen dat dit selectieproces bij schimmels, aktinomyceten en bacteriën ook zal plaatsvinden.

Uit het onderzoek van dr Van Emden is niet alleen gebleken dat er duidelijke verschillen zijn in de samenstelling van de bodemflora in afhankelijkheid van de rotatie, maar bovendien dat tijdens het groeiseizoen soorten opbloeien en weer teruggaan in aantal en vervangen worden door andere soorten.

Iedere soort stelt de bij de soort passende eisen aan het milieu. Dat geldt niet alleen ten aanzien van fysische eigenschappen van de grond, zoals dr Kuiper voor de nematode *Trichodorus teres* waarschijnlijk heeft gemaakt. Klaarblijkelijk geldt dit ook voor de aard van de plantensoort, die in dit milieu met zijn wortels opereert.

Behalve dat de samenstelling van de populatie van de bodemorganismen mede wordt beïnvloed door de plantensoort en het ras, volgt uit de eerder gegeven beschouwing dat de toename in aantal van een bepaalde soort ook de toename in aantal van die soorten bevordert, die op hun beurt van de aanwezigheid in grotere aantallen profiteren.

Wanneer het om deze voor de plantenteelt gunstige vorm van parasitisme gaat, zijn we er aan gewend geraakt om de daaruit volgende vermindering van de schade, die vaak optreedt bij z.g. continueelt, toe te schrijven aan het "decline-effect". Uit de literatuur is bekend dat dit decline-effect van de schade bij vele gewassen geteeld in continucultuur kan optreden.

Keren we nu terug naar ons onderwerp dan zou men de volgende uiteraard nog vage voorstelling van de relatie plant en populatie van de bodemorganismen kunnen maken. Elke grond, die jarenlang natuurlijk begroeid of beteeld is geweest, herbergt de sporen van deze begroeiing in de aard van de populatie van de bodemorga-

nismen. Deze populatie zal variëren afhankelijk van de aard van de grond, zowel in aantal soorten als in aantallen per soort, waarbij de verschillende vormen van de levende organische stof - de vormen van rust of actief zich vermeerderen - mede in beschouwing genomen moeten worden.

Gaan we nu uit van een grond die al jarenlang voor akkerbouw is gebruikt, dan mag men het volgende verwachten wanneer een gewas gezaaid of gepoot wordt.

Afhankelijk van de gewasfrequentie van het gewas in de voorafgaande rotaties of in het reeds historische deel van de lopende rotatie, zullen die organismen een kans krijgen om te floreren, die bij dat betreffende gewas passen.

De soorten van organismen waarover hier gesproken wordt, zijn op grond van de relatie met het gewas in te delen in tenminste drie groepen:

- . de nooit parasitaire organismen;
- . de zwakte parasieten;
- . de echte parasieten.

Een lagere plaats in deze rangschikking betekent voor een organisme dat zijn graad van specialisatie hoger is.

Gegeven de steeds aanwezige meer of mindere mate van bedreiging die de plant in het milieu van de wortel opwacht, kan men de vraag stellen hoe planten toch kans zien om heel bevredigende produktie te bereiken en zo nu en dan topprestaties te leveren. Het zal blijken dat een gewas gelukkig nogal wat mogelijkheden heeft om zich te weren tegen belagers in het milieu van de wortels.

Op de eerste plaats is er de mogelijkheid dat een parasiet aanvankelijk geen sleutel heeft die op het genetische slot van het gebruikte ras van het gewas past. Het ras is dan aanvankelijk resistent.

Een tweede mogelijkheid is dat de plant wel wordt aangetast maar dat de plant zo'n groot vermogen tot compensatie heeft dat de snelheid van groei er niet noemenswaardig van lijdt. Deze situatie komt gelukkig heel vaak voor. De reden hiervan is dat het wortelstelsel van een plant na de fase van de kiemplant gedurende een relatief lange periode de potentie heeft om op vele plaatsen tegelijkertijd te groeien. Een lang voortdurende wortelgroei is ook om andere redenen een noodzaak. Zelfs planten die bovengronds als gevolg van hormonale sturing volledig gedetermineerd zijn, vertonen nog wortelgroei wanneer aan een aantal voorwaarden voor wortelgroei kan worden voldaan. Vaak zien we in de praktijk dat bepaalde rotatiekwalen pas echte schade aanrichten, wanneer het gewas op grond van een andere vorm van belasting in de knel komt.

Bepaalde Fusarium-aantastingen b.v. komen pas goed tot schadelijke effecten wanneer het gewas bijvoorbeeld aan droogte lijdt of op grond van zijn genetische aanleg en de invloed van de uitwendige groeifactoren, snel veroudert.

Uit het voorafgaande volgt nu ook waarom een gewas allereerst in de jeugdfase en vervolgens in de verouderingsfase zo kwetsbaar is voor rotatiekwalen.

In de jeugdfase van een gewas is de spruit-wortelverhouding zowel afhankelijk van de groeivoorwaarden van de spruit: b.v. de groeipunt- en bladtemperatuur, de straling enz., als van de groeivoorwaarden van de wortel: b.v. de bodemtemperatuur, luchtvoorziening in de grond, penetreerbaarheid van de grond, enz.

Een vroege aanval op het wortelstelsel van zo'n jonge plant kan, gegeven de vele andere mogelijkheden van groeiremming, moeilijk gepareerd worden door middel van versterkte wortelgroei.

In de verouderingsfase van het gewas komt een aanval vaak hard aan omdat vele plantensoorten dan geprogrammeerd zijn op de vulling van de overlevingsorganen van de plant: zaden of knollen. Wortelgroei heeft dan een zeer lage prioriteit. Teeltmaatregelen zoals: hoge plantdichtheid, ontoereikende voorziening met water of nutriënten, blijken in zo'n geval de schade nog aanzienlijk te vergroten. Het wortelstelsel van gewassen, die in de verouderingsfase van de plant duidelijk schade oplopen van rotatiekwalen, is meestal reeds veel vroeger in het groeiseizoen aangetast maar de gevolgen daarvan blijven uit zo lang de plant maar in staat is of om nieuwe wortels te maken of omdat de vochtvoorziening en de nutriëntenvoorraad nog niet is uitgeput. De bovengrondse delen van de plant worden derhalve niet belast op nutriënten- en vochttekort.

4. Terug naar de praktijk

Wanneer we nu voor de praktijk van de teelt tot een aantal aanbevelingen willen komen, gebaseerd op de hierboven ontwikkelde zienswijze, dan blijkt het voorshands verstandig te zijn om er vanuit te gaan dat het niet mogelijk is om gewassen te telen met een wortelstelsel dat volledig vrij is van aantastingen door bodemorganismen.

Een direct ingreep door middel van grondontsmetting zoals nodig is bij de bestrijding van nematoden, is, gezien vanuit het standpunt van de bodembioïologie, slechts toelaatbaar wanneer zo'n middel zeer specifiek werkt en slechts gedurende een korte periode werkzaam is. De huidige toegelaten middelen zijn op dit punt zeker niet zonder bezwaren. De van nature optredende relaties tussen een aantal bodemorganismen worden er in elk geval door verstoord.

Wanneer een bedrijf vanwege bedrijfseconomische redenen gedwongen wordt een teeltsysteem toe te passen met een hoge teeltfrequentie van gewassen die relatief hoge saldi opleveren, dan moet, tenzij er een wettelijke verplichting aanwezig is, overwogen worden of het soms niet verstandiger is om de daaruit volgende oogstdepressie maar te aanvaarden als een natuurlijk uitvloeisel van zo'n teeltsysteem. Uit het onderzoek in de afgelopen jaren is goed bekend dat men in zo'n geval op een gemiddelde oogstdepressie kan rekenen van 15 à 20% vergeleken met een gunstige

situering van zulke gewassen in een rotatie.

Uit de voorafgaande beschouwing volgt echter ook dat in zo'n geval een teler niet weerloos is. Wanneer hij bij de planning en uitvoering van de teeltmaatregelen er op verdacht is dat hij de schade als gevolg van rotatiekwalen kan beperken maar ook kan vergroten, dan is al veel gewonnen.

Wil men een nog duidelijker gevolgtrekking: in de geschetste situatie zou hij bijvoorbeeld met nog meer zorg voor de structuur van de grond, het tijdstip en de aard van de grondbewerking moeten kiezen.

Met het oog op schadebeperking kan de teler ook trachten de als gevolg van de hoge teeltfrequentie in de populatie van bodemorganismen opgetreden selectie wat te verminderen b.v. door middel van toevoer aan gemakkelijk verterende organische stof, zoals echte stalmest, groenbemesting en gewasrestanten: stro en bietekoppen en -blad. Uit het onderzoek komt een niet te verwaarlozen aanwijzing dat een stimulering van de activiteit van de bodemflora en -fauna als gevolg van toevoer van gemakkelijk verterende organische stof, de gevolgen van een voorafgaande selectie en specialisatie in de populatie van de bodemorganismen rendabel kan terugdringen maar niet opheffen.

Andere teeltmaatregelen die op grond van bovenstaande overwegingen genomen zouden kunnen worden, zijn gegeven een hoge teeltfrequentie van een soort gewas, om door middel van een systematisch gekozen wisseling van ras de selectiedruk in de populatie van bodemorganismen van richting te veranderen. Uit het nog lopend onderzoek zijn aanwijzingen dat hier een mogelijkheid ligt.

Vanzelfsprekend heeft de teler nog een groot aantal andere mogelijkheden om op dit punt kwetsbare gewassen te stimuleren om voortdurend optredende beschadiging te compenseren, maar ook om het minder beschadigbaar te maken.

Onder de eerste categorie behoren maatregelen zoals een in de jeugdfase van het gewas tijdig en op de juiste wijze uitgevoerde gewasbescherming, zowel ten aanzien van bovengronds optredende plagen en parasitaire aantastingen, maar ook van de onkruidbestrijding. Ook een nauwkeurige sturing van de vocht- en nutriëntenvoorziening mag men in een aantal gewassen als een belangrijk middel beschouwen ter beperking van schade door rotatiekwalen. Vele normale teeltmaatregelen hebben als doel de gevolgen van "stress" te beperken. De hier opgesomde teeltmaatregelen hebben ook bij afwezigheid van rotatieproblemen tot doel de levensduur van de actieve groene delen van de plant zo lang mogelijk te maken. Naast meer zorg vragen deze maatregelen meestal ook meer geld.

Wanneer men schade als gevolg van te nauwe rotaties mag verwachten, zullen bij voorkeur maatregelen toegepast moeten worden, die in eerder aangegeven kritische perioden van het gewas het minst schade toebrengen aan het gewas. Een aantal van de toegelaten en toegepaste maatregelen van gewasbescherming is in goed groeiende

gewassen volledig op hun plaats, maar in om andere reden gevaar lopende gewassen nogal eens misplaatst.

Dit voorbeeld is er slechts één uit een hele reeks van teeltmaatregelen, die in goed groeiende gewassen terecht toegepast worden. In gewassen die gevaar lopen beschadigd te worden door bodemorganismen, kunnen zulke teeltmaatregelen wel degelijk de schade oproepen of vergroten.

5. Samenvatting

Vatten we het betoog nu samen, dan komt het volgens de hier ontvouwde gedachten er op neer dat schade als gevolg van hoge gewasfrequentie in de rotaties beperkt kan worden gehouden. De vraag of een directe bestrijding van een schadeverwekker zinvol is, hangt niet alleen af van de technische mogelijkheid maar ook van de economische kosten-baten analyse.

Echter ook in die gevallen waar om welke reden dan ook een directe vermindering van schade anders dan door verruiming van de rotatie, niet mogelijk of niet zinvol is, zijn er vele mogelijkheden de schade te beperken.

De in deze beschouwing nogal benadrukte uitgangspunten voor zo'n teeltsysteem zijn:

a. Het stimuleren van het compensatievermogen van het wortelstelsel van het gewas.

- Dit kan bereikt worden door:
1. bijzondere zorg te geven aan het behoud van de fysische en chemische vruchtbaarheid van de grond;
 2. het zoveel mogelijk vermijden van belemmeringen van de groei van het gewas, die optreden als gevolg van andere factoren dan vanwege een ongunstige constellatie van de populatie van bodemorganismen.

b. ingrijpen in de aard van de populatie van de bodemorganismen b.v. door:

1. een uitgekierde wisseling van rassen;
2. verbreding van het aantal soorten organismen in de populatie in de grond d.m.v. toevoeging aan de grond van snel verterende organische stof;
3. mogelijkheden via een directe biologische bestrijding.

Ondanks de tamelijk optimistische toon van deze beschouwing, moet erkend worden dat de risico's van schade als gevolg van te hoge gewasfrequenties in de rotaties, in extreme groeiseizoenen of door grove andere fouten in de teelt, duidelijk groter zijn dan in ruime rotaties. Het hoge risico kan echter goed gemaakt worden door meer kennis en vooral door meer zorg en verzorging.

Samenvatting

A. van der Schaaf

Onderzoek naar de invloed van het ene gewas op het andere en van de frequentie waarin een gewas op een perceel wordt geteeld, heeft belangrijke gegevens opgeleverd. Gegevens die zowel bedrijfstechnisch als bedrijfseconomisch van belang zijn voor de besluitvorming van de boer. Gegevens ook die enerzijds van invloed kunnen zijn op de richting waarin het landbouwkundig onderzoek werkt en die anderzijds door de voorlichting kunnen worden benut bij het adviseren over bouwplan en bedrijfsopzet.

Om bedrijfseconomische redenen heeft zich een proces van bouwplanvernaauwing voltrokken in de Nederlandse akkerbouw. Dit proces vond zijn oorsprong in de noodzaak om het inkomen zo goed mogelijk op peil te houden bij het gegeven dat er een zeer beperkt aantal redelijk of goed "salderende" gewassen bestaat. Zoals o.m. in de takvisie akkerbouw wordt vermeld, is de bouwplanvernaauwing in de laatste jaren tot stilstand gekomen. Een vernaauwing tot het uiterste - continueert van het merendeel van de genoemde gewassen - is bedrijfseconomisch niet aantrekkelijk onder onze omstandigheden van o.a. grondsoort, bedrijfsomvang, enz. Dit duidt op het bestaan van grenzen die om bedrijfseconomische redenen aan de bouwplanvernaauwing worden gesteld en die het gevolg zijn van technische factoren, die of de opbrengsten doen dalen of de kosten doen stijgen. Een voorbeeld van het laatste is de grondontsmetting, die in het geval van frequente teelt van aardappelen niet alleen nodig is voor het veilig stellen van de opbrengst, maar zelfs verplicht is wegens wettelijke bepalingen.

De vermindering van het opbrengend vermogen van gewassen door ongunstig werkende vruchtwisselingsfactoren kan zeer aanzienlijk zijn. Dit blijkt uit de daling van het opbrengstniveau van consumptie-aardappelen in een 1 op 6- naar een 1 op 4- en 1 op 3-situatie op het proefveld De Schreef met bijna 10, respectievelijk 15 en in een enkel geval zelfs 20%. Op het proefveld PAGV 1 daalt de opbrengst van AM-resistente consumptie-aardappelen naar 95 respectievelijk 75%, als het bouwplan van 1 op 3 wordt geïntensiveerd tot 1 op 2- respectievelijk continueert van aardappelen. Ook in granen en mais komen opbrengstdalingen voor als gevolg van verschillen in voorvrucht en teeltfrequentie. De orde van grootte is hier eveneens aanzienlijk, n.l. 5 tot 15%. Kenmerkend voor deze opbrengstdepressies is dat ze veelal pas na langere tijd optreden, dat het (lagere) opbrengstniveau, afgezien van jaarinvloeden, vrij stabiel wordt.

Omgekeerd mag op grond van deze gegevens worden verondersteld dat verruiming van bouwplannen tot hogere fysieke opbrengsten zal leiden. De processen moeten dan echter omkeerbaar zijn; hierover en over de periode die daarvoor nodig is, is nog weinig bekend. Eveneens mag worden verondersteld dat in gebieden waar reeds lang

nauwe rotaties worden toegepast, min of meer ongemerkt opbrengsten worden "gemist". Gegevens over opbrengsteffecten, ten gevolge van bekende en onbekende vruchtwisselingsfactoren, kunnen de akkerbouwer helpen bij het kiezen van zijn bouwplan en zijn bedrijfsopzet. Bij zijn programmering kan hij deze gegevens n.l. incalculeren. Productieverlies bij de - helaas in aantal zeer weinige - "hoog salderende" gewassen kan acceptabel zijn, omdat gewassen de plaats van financieel onaantrekkelijke gewassen in het bouwplan overnemen. Dit is echter op lange termijn alléén verantwoord als de bodemvruchtbaarheid in biologische, chemische en fysische zin in stand kan worden gehouden. Nog gunstiger zou zijn als ook het productieverlies kon worden weg-gewerkt, waardoor de specialisatie in financieel aantrekkelijke gewassen optimaal zou kunnen worden benut. Hier ligt een stuk perspectief voor probleemoplossend onderzoek!

Naast de kostenfactor zijn er dus andere, technische factoren die beperkingen opleggen bij de opzet van het bedrijfssysteem, respectievelijk de keuze van het bouwplan. Meerdere bodemchemische en -fysische factoren zijn van invloed op de samenstelling van het bouwplan. Omgekeerd worden bodemkundige factoren door de bouwplansamenstelling beïnvloed. Dit laatste betekent dat het behoud van de productiecapaciteit van de grond in het geding is als er sprake is van intensivering van het grondgebruik, bijvoorbeeld door bouwplanvernaauwing.

In rooivruchten - intensieve bouwplannen zal een grote onttrekking van voedingsstoffen plaatsvinden. Dit kan echter op basis van goed grondonderzoek vrij gemakkelijk worden gecorrigeerd.

Belangrijker lijkt de wisselwerking tussen vruchtwisseling en de bodemfysische condities.

Veelvuldige, intensieve bewerking van de grond, noodzaak van grondontsmetting, weinig ruimte voor de teelt van groenbemestingsgewassen, zwaar transport van producten annex aanhangende grondtarra, vaak onder ongunstige herfstomstandigheden, enz., betekenen een zware aanslag op de structuur van de grond. De zorg voor de fysische bodemvruchtbaarheid moet vooral in nauwe bouwplannen dan ook centraal staan. Er zijn voldoende mogelijkheden om de eventueel aangerichte schade in de bouwvoor te herstellen. Of dit voor de ondergrond ook geldt, is nog niet geheel zeker.

Hetzelfde geldt voor bodembioologische factoren die beperkend zijn voor de bouwplanvernaauwing. Hiertoe behoort een groot aantal ziekten en plagen veroorzakende organismen. In eenzijdige bouwplannen is het gevaar niet denkbeeldig dat er hardnekkige populaties van bodempathogenen, onkruiden en opslagplanten ontstaan. Ten koste van vaak dure inspanningen kan hiertegen worden opgetreden. Maar inmiddels vormen

ze wel - via de kostenkant - beperkingen voor de intensieve bouwplannen. In andere gevallen, bijvoorbeeld bij witrot en Verticillium, is bestrijding zelfs niet mogelijk. Voor de meeste pathogenen geldt echter, evenals voor de bodemfysische factoren, het onkruid en de opslag van cultuurplanten dat door preventie, bestrijding en of herstelwerkzaamheden veel kan worden goed gemaakt.

Bij een andere groep bodemfactoren tasten we veelal nog in het duister. De gewassen in de huidige bouwplannen staan kennelijk onder druk (stress), zeker als deze bouwplannen langdurig worden aangehouden. Er worden kennelijk bouwplan-specifieke impulsen in de grond gebracht. Wat zijn die stress-veroorzakende factoren en hoe werken ze? In het voorgaande is uiteengezet dat ze opbrengstdepressies in de orde van grootte van 5, 10, 15 of zelfs 20% en meer kunnen veroorzaken.

Zijn er compensatiemogelijkheden in de veredeling via resistentie, verbetering van het wortelstelsel of door betere voorziening met sporenelementen? Is meer kennis en inzicht nodig over de structuur van de grond en de voedingstoestand in relatie tot het weerstandsvermogen van de gewassen tegen de stress-veroorzakende factoren?

In feite wordt door het stellen van dergelijke vragen een beroep gedaan op het onderzoek dat in een sterk multidisciplinaire aanpak een groot aantal van deze vragen over het complex van bodempathogenen die, wellicht in interactie met bodemkundige factoren, het wortelstelsel inactiveren.

Vragen ook op het gebied van wortellexudaten en afbraakproducten van gewasresten waardoor voorvruchteffecten en zelfonverdraagzaamheid van gewassen kunnen ontstaan.

Maar ook het meer praktijk-gerichte onderzoek mag niet stil zitten. Veel zal moeten worden gedaan aan interpretatie van reeds verworven kennis t.b.v. de regio's, waar specifieke omstandigheden van grondsoort en bedrijfstype een belangrijke rol kunnen spelen. Ook zal het onderzoek betrokken moeten zijn bij het vinden van mogelijkheden om door bouwplanverruiming de bedrijfsresultaten te verbeteren of minstens op hetzelfde niveau te houden. Dit zou n.l. risicoverminderend kunnen werken. Het zoeken naar andere gewassen of gewasgroepen en het verbeteren van de opbrengstmogelijkheden daarvan behoren hiertoe.

Daarnaast is ook duidelijk dat veel kan worden bereikt door het hanteren van goede teeltechnieken, een prima bedrijfshygiënisch beleid, het benutten van mogelijkheden van structuurherstel, de teelt van groenbemesters, enz. Door een goed ondernemersschap kunnen veel nadelige invloeden in hun effect op het bedrijfsresultaat worden beperkt of zelfs voorkomen. In feite komt het er op neer

dat de zorgvuldigheid waarmee de boer werkt, bepalend is voor het wel of niet verantwoord zijn van intensief gebruik maken van de grond als productiefactor. Omgekeerd geldt wellicht dat teeltverruwing schadelijker is dan bouwplanvernauwing.

Vrij nauwe bouwplannen met veeleisende gewassen zullen nodig blijven in de Nederlandse akkerbouw met beperkte arealen, met de arbeidsbezetting zoals we die hier kennen en met de noodzaak van een redelijke inkomensontwikkeling. Het is niet realistisch om te veronderstellen dat een goed inkomen zal kunnen worden behaald uit bedrijfsvoeringen met ruime, "vriendelijke" bouwplannen die in belangrijke mate gebaseerd zijn op gewassen met een laag saldo per ha. Het is realistischer om in een goed samenspel tussen onderzoek, voorlichting en onderwijs en in samenwerking met de praktijk te zoeken naar betere productiemogelijkheden binnen de enge ruimte van de nauwe bouwplannen.