

INHOUD

Voorwoord

Opzet van het onderzoek, resultaten en technische evaluatie;
Ing. L.M. Lumkes, PAGV

Reactie van beworteling op grondbewerking en profieleeigen-
schappen; Ing. I. Ovaa, STIBOKA

Economische evaluatie; Ing. H. Preuter, PAGV

Opmerking

Deze publikatie is een op de akkerbouwpraktijk gericht verslag over acht jaar grondbewerkingssystemenonderzoek te Westmaas. Het is beperkt tot de bovengenoemde onderwerpen. Hiernaast is in wetenschappelijke publikaties verslag gedaan over diverse resultaten van het samenwerkingsonderzoek (zie literatuurlijsten¹).

1) Verwezen wordt hierbij in de eerste plaats naar de publikaties:

Experiences with three tillage systems on a marine loam soil I
1972-1975, II 1976-1979.

A joint study of the Westmaas Research Group on New Tillage Systems
carried out on the Westmaas Experimental Husbandry Farm.

Agricultural Research Reports 899, I 1972-1975, Wageningen 1980.

In preparation for printing II 1976-1979.

Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC) Wageningen.

ACHT JAAR GRONDBEWERKINGSSYSTEMENONDERZOEK TE WESTMAAS

Verslag van onderzoek in de jaren 1972 - 1979 met grondbewerkingssystemen op zavelgrond op de Proefboerderij Westmaas te Westmaas door aanvankelijk de Contactgroep Nieuwe Grondbewerkingssystemen en vervolgens de Commissie Onderzoek Nieuwe Grondbewerkingssystemen met als participanten.

de Vakgroep Grondbewerking van de Landbouwhogeschool (LH)
het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO)
het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB)
het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG)
het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV)
de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA)
het Regionaal Onderzoekcentrum Westmaas te Westmaas
het Consulentschap voor de Akkerbouw en de Rundveehouderij te Barendrecht
het Consulentschap voor de Akkerbouw en de Rundveehouderij te Zevenbergen
het Consulentschap in Algemene Dienst voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw te Wageningen.

Verder is door diverse andere instellingen medewerking aan het onderzoek verleend.

Voorwoord

Van 1967 tot 1979 is intensief onderzoek gedaan naar de perspectieven van een aantal grondbewerkingssystemen voor akkerbouwbedrijven in het zuidwestelijke zeeleigebied. De grote promotor was de toenmalige consultant ir K.B. van Gilst, met achter zich het Bestuur van de proefboerderij te Westmaas.

Er deden zich belangrijke ontwikkelingen voor in de akkerbouw: de opkomst van bedrijfszekere systemen van chemische onkruidbestrijding, aangedreven grondbewerkingswerktuigen, steeds sterkere trekkers, voortdurend zwaarder wordende oogst- en transportwerktuigen enz. Deze ontwikkelingen wierpen vragen op over de wijze waarop door grondbewerking zorg moest worden besteed aan de fysische bodemvruchtbaarheid en de instandhouding daarvan. Andere ontwikkelingen versterkten deze vraagstelling: de intensivering van het bouwplan in de richting van rooivruchten, het streven naar verlenging van het groeiseizoen in zowel voorjaar als herfst, het wegvallen van de mogelijkheden voor het telen van groenbemestingsgewassen en wellicht ook de noodzaak van grondontsmetting.

De overtuiging groeide dat de structuur van de grond door veel van deze ontwikkelingen onder zwaardere druk kwam te staan. Voor Van Gilst c.s., maar ook voor bodemkundigen in de onderzoekinstellingen leidde dit tot bezinning op de vraag of de negatieve effecten op de structuur in grondbewerkingssystemen moesten worden beperkt of dat het wellicht beter was om de systemen te baseren op een zo groot mogelijk structuurherstel door grondbewerking. Dit leidde uiteindelijk tot de - ook internationaal - bekend geworden "Grondbewerkingssystemenproef Westmaas".

Het onderzoek vond plaats door intensief samenwerken van onderzoekers van de Vakgroep Grondbewerking van de Landbouwhogeschool, het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG), het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) en de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka). Medewerking van het Consulentenschap in Algemene Dienst voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw was hierbij van groot belang.

Het onderzoek startte in 1967 op de oude proefboerderij Mariënhof te Westmaas. Na een ruilverkaveling werd in 1972 begonnen met een nieuw proefveld op het huidige Regionaal Onderzoekcentrum Westmaas.

Het onderzoek behelsde een drietal grondbewerkingssystemen, uitgevoerd in twee vierjarige bouwplannen.

Over de resultaten van de eerste rotatie van vier jaar (1972-1975) is een documentatierapport in het Engels verschenen ¹⁾. Een dergelijk rapport over de

1) Experiences with three tillage systems on a marine loam soil. Agricultural Research Reports 899 PUDOC, Wageningen, 1980.

tweede rotatie is in voorbereiding. Daarnaast is door afzonderlijke participanten in het onderzoek veelvuldig in deelrapporten verslag van de resultaten gegeven. Een voor de praktijk bedoeld samenvattend verslag over de totale duur van het onderzoek ligt thans voor u.

Het oorspronkelijke initiatief is van Van Gilst en heeft geleid tot een uniek samenwerkingsproject op het gebied van grondbewerkingsonderzoek. De coördinatie lag aanvankelijk bij de Contactgroep Nieuwe Grondbewerkingssystemen en later bij de Commissie Onderzoek Nieuwe Grondbewerkingssystemen (CONG) en de Commissie Uitvoering Nieuwe Grondbewerkingssystemen (CUNG), beide onder de vleugels van de Coördinatiecommissie Grondbewerking van de NRLO. Met name de uitvoering van het onderzoek in de tweede rotatie werd mogelijk gemaakt door een centrale financiering van de vaste proefveldkosten door het Ministerie van Landbouw en Visserij.

Het onderzoek op dit omvangrijke en gecompliceerde proefveld heeft veel inspanning gevraagd van de medewerkers van het regionaal onderzoekcentrum en van de afdeling Onderzoek in de Regio's van het PAGV. Met name de heren H.J. Kram, C. Vader, K. Kooi en ing. J. Alblas verdienen hiervoor veel waardering. Niet minder waardering gaat uit naar het Bestuur van de Stichting proefboerderij Zuid-Holland voor het beschikbaar stellen van een zo grote oppervlakte proefterrein voor een zo lange periode.

Al deze inspanningen zijn zeer zinvol geweest. Het onderzoek heeft niet alleen in directe zin in belangrijke mate bijgedragen tot meer kennis en inzicht in het functioneren van grondbewerkingssystemen. Ook indirect heeft het zijn effecten niet gemist. Zo waren de resultaten voor zowel het IMAG als het PAGV aanleiding om onderzoek te doen naar de mogelijkheden van beddenteelt in de akkerbouw en voor de Stiboka was het mede een aanleiding en een mogelijkheid om de relatie bodemprofiel en bewortelingsmogelijkheden voor diverse gewassen te bestuderen. De resultaten van dit onderzoek hebben internationaal veel belangstelling getrokken. Voor de akkerbouw in Z.W.-Nederland zijn de resultaten niet minder belangrijk.

ir A. v.d. Schaaf

voorzitter CONG

Opzet van het onderzoek, resultaten en technische evaluatie

Ing. L.M. Lumkes	blz.
1. Inleiding	3
2. Opzet van de proef	4
3. Opbrengsten	11
4. Technische evaluatie	33
5. Literatuurlijst	35

I. Opzet van het onderzoek, resultaten en technische evaluatie

1. Inleiding

Om eenjarige gewassen te kunnen telen heeft men sedert de oudheid de grond bewerkt. Zowel voor het inwerken en verdelen van meststoffen en oogstresten in de grond en van onkruiden en opslag, als voor het weer los maken van de grond, was de grondbewerking nodig.

Met de komst van chemische middelen voor onkruidbestrijding kreeg de grondbewerking als middel voor onkruidbestrijding (tijdelijk) een geringere belangstelling. Tegelijkertijd kwam er een teelttechniek op, zowel in West-Europa als daarbuiten, die vastgrondsteelt werd genoemd. Hierbij moesten de gewassen, in West-Europa vooral granen en groenbemesters, zonder grondbewerking kunnen worden gezaaid. De oogstresten van het voorgaande gewas bleven op het veld achter en daarin moest met aangepaste apparatuur het volgende gewas worden gezaaid. De filosofie hier achter was dat de ploeg niet meer nodig zou zijn: de beworteling zou de grond los houden en er zou een uitgebalanceerde bodemvruchtbaarheid ontstaan.

Voor boeren met een traditie van eeuwen in het gebruik van de ploeg, waren dit revolutionaire gedachten. Niettemin bestond van de kant van de boeren belangstelling voor dit idee, óók in Zuidwest-Nederland.

In 1967 startte een proef te Westmaas met als vergelijkingsobjecten drie systemen van grondbewerking: vastgrondsteelt, rationele grondbewerking en traditionele grondbewerking. Het betrof een proef op een zware zavelgrond (27% afslibbaar, 3% org. stof) met een vijf-jarig bouwplan. De vruchtopvolging was: luzerne of raaigras, suikerbieten, wintertarwe + grasgroenbemester, aardappelen, zomergerst of haver + grasgroenbemester. Als gevolg van de aanleg van een pijpleiding door het proefveld moest dit onderzoek in 1972 worden beëindigd.

De proef leerde vooral dat bij het toegepaste systeem van rationele grondbewerking een onvoldoende losse grond werd verkregen en dat voor het verkrijgen van voldoende losse grond elk jaar tot bouwvoordiepte moest worden geploegd. Vastgrondsteelt leek voldoende interessant om verder in onderzoek te worden genomen (Bakermans et al, 1974).

Het grondbewerkingssystemenonderzoek werd van dermate groot belang geacht dat het op de nieuwe proefboerderij werd voortgezet. De opzet van de nieuwe proef is voor de betrokken onderzoeksinstellingen en de onderzoekers onderwerp geweest van langdurig overleg. Uiteindelijk werd gekozen voor een proefopzet, zoals beschreven in het volgende hoofdstuk.

2. Opzet van de proef

2.1. Grondbewerkingssystemen

Er werden drie grondbewerkingssystemen vergeleken nl.:

- A. Het nastreven van een zo los mogelijke ligging van de grond.
- B. Vastegroundsteelt.
- C. Het in de praktijk gangbare systeem, hier aangeduid als rationele grondbewerking.

Deze systemen A, B en C worden hierna in de tekst ook aangeduid als object.

Object A. Lossegrondsteelt

Bij dit object is er naar gestreefd het losmakende effect van de (diepe) hoofdgrondbewerking in de herfst zo veel mogelijk te handhaven. Daartoe werden zo veel mogelijk bewerkingen gecombineerd, waardoor het aantal keren berijden verminderde. De opzet van dit object was om de planten te laten groeien bij een minder dichte ligging van de grond dan doorgaans het geval is.

Voor de combinatie van bewerkingen in één werkgang zijn werktuigen voor, achter of opzij aan de trekker gehangen en is een werktuigendrager gebruikt. Dit wordt nader beschreven in een volgende paragraaf.

Object B1. Vastegroundsteelt, later minimale grondbewerking

Bij dit systeem werd aanvankelijk, behalve voor het maken van de ruggen bij de aardappelteelt (frozen en aanaarden), iedere grondbewerking volledig achterwege gelaten. Het rooien van aardappelen en bieten liet de grond echter niet geheel onberoerd. Voor het verbeteren van de teeltmogelijkheden van de gewassen werd later een oppervlakkige grondbewerking toegepast.

Het onkruid en andere ongewenste plantengroei werden bestreden met chemische middelen. Dit werd waar mogelijk ondersteund door het telen van een grasgroenbemester en het als 'mulch' op het veld achterlaten van gewasresten.

Object B2. Vastegroundsteelt

Hier werd in een bouwplan met uitsluitend maaigewassen pure vastegroundsteelt toegepast.

Object C. Rationele grondbewerking

Dit systeem benadert het meest de werkwijze van de moderne akkerbouwer.

In de tweede rotatie (vanaf 1976) is de bewerkingsdiepte van de hoofdgrondbewerking verder beperkt, behalve voor suikerbieten.

In tabel 1 zijn de bij de systemen behorende bewerkingen per gewas schematisch weergegeven.

Tabel 1. Onderzochte grondbewerkingssystemen schematisch per gewas weergegeven.

	A	B1	C
Systeem	Lossegrondsteelt, elk jaar ploegen	Vastegroundsteelt, later minimale grondbewerking	Rationele grondbewerking, afwisselend ploegen en cultivateren
Gewas			

Aardappelen	25 cm ploegen, N-bemesting, pootbedbereiding, poten en rugopbouw in één werkgang.	geen hoofdgrondbewerking, 5-7 cm diep frezen + poten in één werkgang, rijenfrezen en rugopbouw in één werkgang	15 cm (20 cm) ploegen, pootbedbereiding indien nodig, poten in aparte werkgang, rijenfrezen en rugopbouw in één werkgang
-------------	--	---	--

Vanaf 1976 na aardappelen en voorafgaand aan de eventuele hoofdgrondbewerking, overdwars losmaken, mengen en egaliseren van de grond, 5 cm diep, met een triltandcultivator.

Wintertarwe	25 cm (20 cm)* ploegen, zaaien in één werkgang met zaaimachine aan zijkant trekker bevestigd	geen hoofdgrondbewerking 6 cm cultivateren met vastetandcultivator en zaaien in één werkgang	15 cm (15-20 cm)* cultivateren met vastetandcultivator en zaaien in één werkgang
-------------	--	---	--

Suikerbieten	25 cm ploegen en egaliseren, zaaibedbereiding en zaaien in één werkgang	geen hoofdgrondbewerking, vanaf 1976 wèl zaaibedbereiding met hakenfrees, zaaien in aparte werkgang	25 cm ploegen, zaaibedbereiding en zaaien apart
--------------	---	---	---

Vanaf 1976 na suikerbieten en voorafgaand aan de eventuele hoofdgrondbewerking, overdwars losmaken, mengen en egaliseren van de grond, 5 cm diep, met een triltandcultivator.

Vervolg tabel 1.

Zomergerst	(8 cm diep cultiva- teren) 25 cm (20 cm)* ploegen, N-bem., zaai- bedbereiding en zaaien in één werkgang (kunst- meststrooier voor aan de trekker, zaaimachine in werktuigendrager (sulky)	(3 cm diep cultiva- vateren) vanaf 1976 zaaibed- bereiding, vanaf 1977 zaaibedberei- ding en zaaien in één werkgang	(8 cm diep cultiva- teren) 15 cm (20-25 cm)*cultivateren met vastetandcult., van- af 1977 overdwars, zaaibedbereiding en zaaien vanaf 1977 in één werkgang
------------	---	---	---

(...)*cm werkdiepte bij de grondbewerking van 1972-1975

A, B1 en C betreft de vergelijking in een vierjarig bouwplan bestaande uit aardappelen, wintertarwe + grasgroenbemester, suikerbieten, zomergerst + grasgroenbemester.

Object B1 (vastegroundsteelt, later minimale grondbewerking) werd bovendien vergeleken met object B2: vastegroundsteelt in een bouwplan met alleen maaigewassen nl. graszaad, wintertarwe, winterkoolzaad (later vervangen door veldbonen) en zomergerst. In dit object werden de gewassen met de ruiglandzaaimachine zonder grondbewerking of zaaibedbereiding gezaaid.

2.2. Bouwplan

De Nederlandse akkerbouw wordt zeker ook in het zuidwesten van het land gekenmerkt door een intensieve teelt van aardappelen en suikerbieten (Lumkes, 1974). Bij de proefopzet is dan ook gekozen voor een bouwplan dat hierop is gebaseerd. Zo werd een vruchtopvolging aangehouden van: aardappelen, wintertarwe + grasgroenbemester, suikerbieten, zomergerst + grasgroenbemester.

Voor vastegronsteelt is een dergelijk bouwplan met 50% rooivruchten niet ideaal. Vandaar dat de vastegronsteelt tegelijkertijd werd beproefd in een vierjarige rotatie met uitsluitend maaigewassen. Ook in dit bouwplan kwamen wintertarwe en zomergerst voor, maar de aardappelen en bieten zijn vervangen door koolzaad en graszaad. Eerst was daarbij de vruchtopvolging voor het maaigewassen-bouwplan: winterkoolzaad, wintertarwe + gras ondergezaaid, graszaad, zomergerst + grasgroenbemester.

Door opslag van wintertarwe in het gras en van gerst in het koolzaad bleek deze keuze niet de meest gunstige. Het bouwplan werd daarom in 1973 gewijzigd in: graszaad, wintertarwe, winterkoolzaad, zomergerst + gras meegezaaid.

Later werd het koolzaad vervangen door weer een ander gewas, nl. veldbonen.

In de jaren dat in het bouwplan met rooivruchten op bepaalde velden wintertarwe en zomergerst werden geteeld, konden deze gewassen worden vergeleken met tarwe en gerst in het bouwplan met maaigewassen. In het onderzoek werden de andere maaigewassen niet tot punt van uitgebreide studie gemaakt.

2.3. Bodemkundige gegevens van het proefperceel

Het onderzoek is uitgevoerd op een perceel van het Regionaal Onderzoekcentrum Westmaas te Westmaas, op een zavelgrond, met in de bouwvoor een gehalte van 33% afslibbaar een organische stofgehalte van 2,3% en een pH-KCl van 7,3. Naar de diepte toe neemt de zwaarte van de grond af.

Het perceel is gedraineerd op 110 cm diepte op 7,2 en 9,2 m afstand schuin over het perceel heen.

Het maaiveld lag niet geheel vlak (hoogteverschil maximaal 50 cm), terwijl op 30 cm diepte op meerdere plaatsen een ploegzool was te vinden.

2.4. Bemesting

2.4.1. Stikstof

Om in de grondbewerkingssystemen de reactie van de gewassen op stikstof te meten werden op twee verschillende manieren objecten van stikstofbemesting in de proef toegepast.

1. Over het gehele perceel werden -jaarlijks op dezelfde plaatsen herhaald- drie niveaus van stikstof aangebracht, namelijk:

P = praktijkgift

P- = praktijkgift - 20%

P+ = praktijkgift + 20%

2. In één herhaling jaarlijks op elk gewas van de bouwplannen met rooivruchten, en in elk object daarvan, vijf stikstoftrappen vanaf 0 N tot een gift die ongeveer het dubbele is van de praktijkgift.

De trappen P, P- en P+ dienen om het effect op lange termijn te meten van jaarlijks royaal of krap met stikstof bemesten. Van onder meer deze wijze van bemesten worden in dit verslag de resultaten gegeven.

De onder 2 genoemde stikstoftrappen zijn vooral bedoeld om (achteraf) te kunnen zeggen wat de gunstigste stikstofgift zou zijn geweest voor de gewasgroei. Die resultaten komen in dit verslag niet ter sprake.

De stikstofbemesting werd, waar mogelijk, over de vorst (vroeg) in het voorjaar gegeven. Als regel echter vond de toediening plaats kort voor of gelijktijdig met de zaaibedbereiding.

2.4.2. Fosfaat en kali

Fosfaat en kali werden gegeven als praktijkgift na de graanoogst in de herfst.

2.5. Proefopzet

De proef lag in drievoud. In elke herhaling kwamen elk object en alle gewassen elk jaar voor. Elk veld was 30 x 50 meter. De velden van het B-object waren echter gesplitst in een gedeelte B1 voor de rotatie met rooivruchten en een gedeelte B2 voor de rotatie met maaigewassen, elk 15 x 50 meter. Elk veld was verdeeld in sub-blokken voor de stikstoftrappen van 3 meter breed en 50 meter lang. Het proefveld had een totale oppervlakte van 6,3 ha (180 x 350 m) (figuur 1).

2.6. Gebruikte werktuigen en toegepaste methoden

Hier wordt volstaan met een opsomming van enkele specifieke gegevens van elk getoetst object.

2.6.1. Object A. Lossegrondsteelt

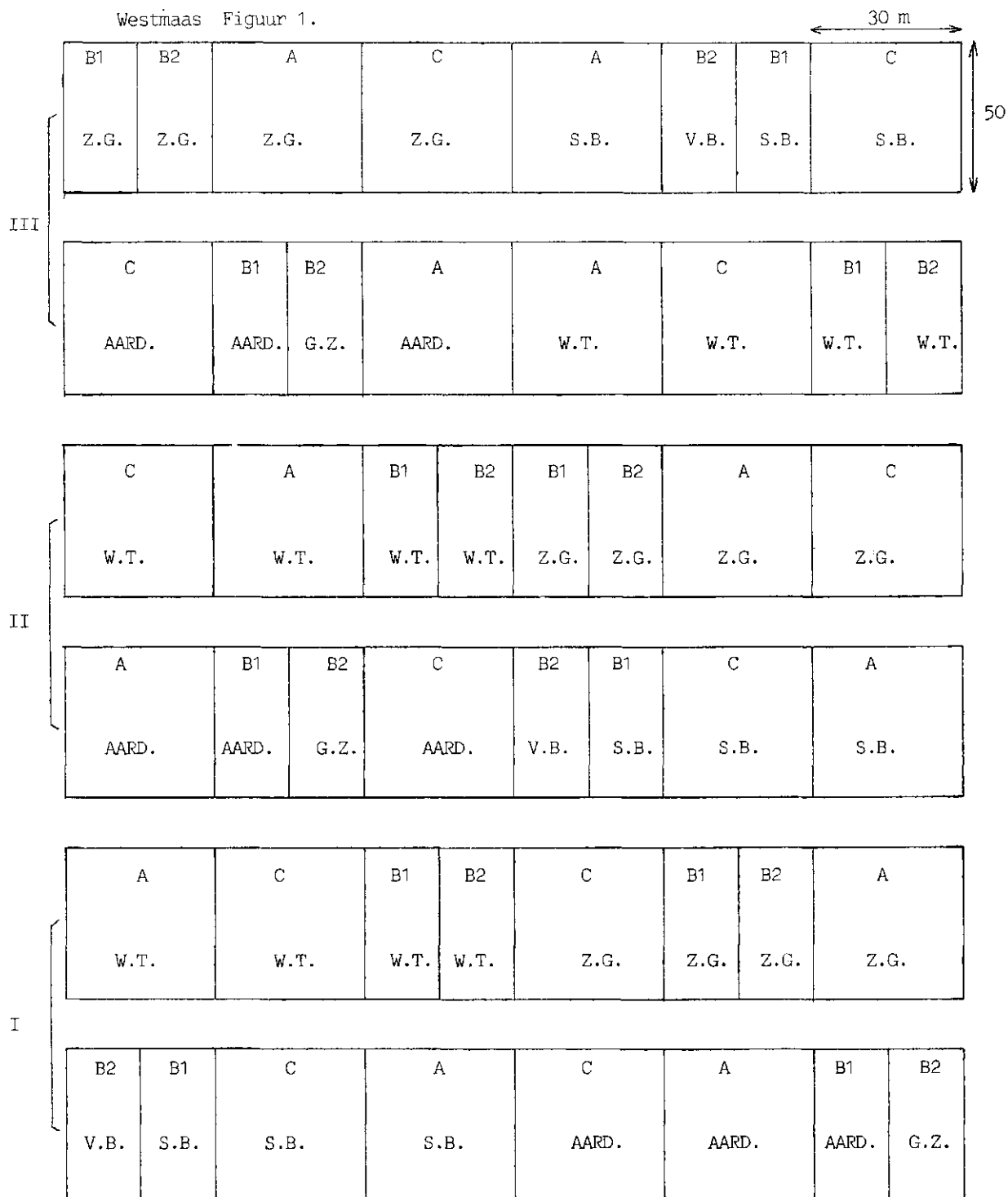
Voor het ploegen werd een tweeschaar wentelploeg gebruikt. Het ploegen, dat in dezelfde richting gebeurde als nagenoeg alle andere bewerkingen, bracht een vrij intensief berijden van de grond met zich mee (trekkerwiel om de andere voor). Bij het tarwe zaaien was de zaaimachine aan de linker zijkant van de trekker bevestigd. De ploeg werkte per keer 75 cm breed (foto 1). De zaaimachine had een werkbreedte van 150 cm en werd om de andere werkgang van het ploegen ingeschakeld. Met enkele eggetanden, eveneens via een frame aan de trekker bevestigd, werd het tarwezaad ingeëgd.

Bij de andere gewassen vond in dit object een samenvoeging plaats van de voorjaarsbewerkingen. Zo werd voor het kunstmeststrooien, pootklaarmaken, poten en aanaarden van de aardappelen in één werkgang een werktuigentrein gebruikt (foto 2). De kunstmeststrooier kwam hierbij in de frontlader van de trekker te hangen. De losse grond werd voor de trekkerwielen weggeschoven. Achter de schud eg volgde een werktuigendrager, met daarin de pootmachine, waarachter de aanaarders waren gemonteerd. Voor dit geheel bleek een zware trekker nodig. Zowel bij suikerbieten als bij zomergerst vonden - met behulp van de werktuigendrager - eveneens zaaibedbereiding en zaaien in één werkgang plaats. Bij suikerbieten werd bij het ploegen gelijktijdig een licht egaliserende bewerking toegepast.

2.6.2. Object B1. Vastegroundsteelt/minimale grondbewerking

Om een beetje losse grond te krijgen, nodig voor het opbouwen van de aardappelruggen moest hier eerst 5-7 cm diep worden gefreesd. Dat gebeurde met een hakenfrees die later ook voor het rijenfreesen kon worden gebruikt. Voor wintertarwe werd hier de grond, die na de aardappeloogst in de volgende drie jaar niet verder werd bewerkt, met een cultivator 5 cm diep geëgaliseerd en

Westmaas Figuur 1.



Schets van het proefveld (1977 als voorbeeld m.b.t. gewassen)

AARD. = Cons. aardappelen

G.Z. = Graszaad

S.B. = Suikerbieten

V.B. = Veldbonen

W.T. = Wintertarwe

Z.G. = Zomergerst

per veld cumulatieve N-trappen

P, P+ en P- en jaartrappen N1, N2, N3, N4, N5

I, II en III = herhalingen.

A = Lossegrondsteelt

B1= Vastegroundsteelt, later minimale groundbewerking

B2= Vastegroundsteelt

C = Rationele groundbewerking



Foto 1. De ploeg-zaaimachinecombinatie, zoals die gebruikt werd voor het in-zaaien van tarwe voor object A, lossegrondsteelt.

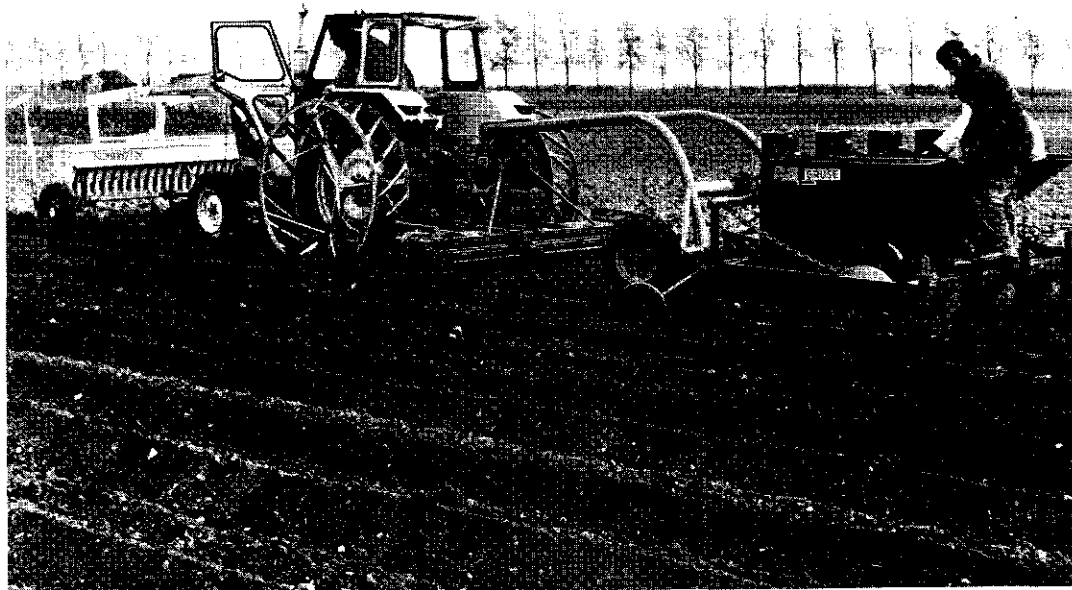


Foto 2. De werktuigentrein voor het in één werkgang kunstmeststrooien, pootklaarmaken, poten en anaarden van de aardappelen.

gemengd. Vanaf 1976 gebeurde dit na aardappelen en bieten overdwers in alle objecten (tabel 1).

Aanvankelijk werden de suikerbieten en de zomergerst met de z.g. ruigland-zaaimachine gezaaid. In de tweede rotatie (1976-1979) is echter wèl een zaai- bereiding toegepast, waarna met een gewone zaaimachine is gezaaid.

2.6.3. Object B2. Vastegrondteelt in een maaigewassen bouwplan

In dit object werden diverse gewassen gezaaid met de z.g. ruiglandzaaimachine, die geschikt is om in stoppel- en stroresten van een eerder gewas te zaaien. Het betreft hier een zaaimachine, die niet met gewone kouters, maar met schijfkouters is uitgerust. Deze zaaimachine kent drie fasen in de bewerking: eerst gaat een scherpe schijf door de grond om een zaaisleuf in de grond en door de oogstresten heen te maken. Tussen twee zaaischijven in wordt vervolgens gezaaid. De zaai voor wordt door een volgende schijf gesloten (foto 3). De gebruikte machine was van het CABO te Wageningen en niet ingericht voor precisiezaai.

2.6.4. Object C. Rationele grondbewerking

Het betreft hier het object dat het dichtst bij de praktijk staat. Na rooivruchten en voor graan werd het ploegen vervangen door cultivateren met een vastetandcultivator. Dat gebeurde enerzijds om aardappelopslag uit rooiverliesknollen te beperken en anderzijds omdat deze grondbewerking als zodanig ook voldoende kan zijn (Lumkes, 1974). Als vastetandcultivator werd een cultivator met 3 meter werkbreedte gebruikt (foto 4). Bij tarwe werd in combinatie gezaaid (foto 5).

Voor het ploegen werd aanvankelijk een tweeschaar wentelploeg gebruikt, zoals in object A. Vanaf 1976 echter kon het ondieper ploegen na gerst en voor aardappelen hier met een stoppelploeg met 2,0 m werkbreedte gebeuren.



Foto 5. Bij tarwe in object C, rationele grondbewerking, werd de vastetandculti-
vator gecombineerd met de zaaimachine.

3. Opbrengsten

3.1. Aardappelen

De voorvrucht was zomergerst, waarvan het stro werd verhakseld. In het object B1 (vastegrondsteeft) werd de grasgroenbemester doodgespoten. In de andere objecten werd die ondergeploegd, eventueel na eerst te zijn doodgespoten. Het onderploegen met de stoppelploeg, zoals vanaf 1976 toegepast in object C (rationele grondbewerking) lukte maar matig.

In het object A (lossegrondsteeft) vond het poten van de aardappelen plaats in dezelfde werkgang als o.a. de pootbedbereiding. Soms werd daardoor gepoot in nog niet voldoende droge grond, wat dan meer kluiten in de rug tot gevolg had. In dit object werd voor de pootbedbereiding de grond 5-8 cm diep losgemaakt.

In object B1 (vastegrondsteeft) werd met de frees 7 cm grond losgemaakt en vervolgens voor de rugopbouw gebruikt. Vaak leverde dit niet de gewenste rulle grond in de rug op. Bovendien bleek de grond onder de rug nogal eens hinderlijk dicht voor de beworteling van de aardappelplant.

In object C (rationele grondbewerking) kon in een enkel geval in de ploegsnede worden gepoot.

1e rotatie 1972-1975

In 1972 bleef het object B1 vanaf het begin in groei achter en bovendien stierf het gewas als eerste af. In dit eerste proefjaar liet ook de opbrengst in object C, ten opzichte van die in object A, te wensen over (tabel 2).

Tabel 2. Aardappelopbrengst (> 35 mm Ø) in de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha	relatieve opbrengst t.o.v. object C		
	P-	P	P+				
1972	A	98	100	101	52,1	108	111
	B1	109	99	93	45,5	94	97
	C	94	96	110	46,9	98	100
	gem.	100	98	101	48,1	100	.
1973	A	103	93 ¹⁾	103	46,3	98	87
	B1	98	103	99	41,9	89	78
	C	96	102	102	53,4	113	100
	gem.	99	99	101	47,2	100	.

1) 15% lager opbrengst in één herhaling

vervolg tabel 2.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemid- delde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ ha	rela- tief	relatieve opbrengst t.o.v. object C	
	P-	P	P+				
1974	A	100	94	106	66,0	100	99
	B1	96	102	103	65,9	100	99
	C	100	105	95	66,5	101	100
	gem.	99	100	101	66,1	100	.
1975	A	96	96	107	49,9	101	95
	B1	98	102	100	45,9	93	88
	C	99	104	97	52,4	106	100
	gem.	98	101	101	49,9	100	

P : praktijkgift

A : lossegrondsteelt

P-: praktijkgift - 20%

B1: minimale grondbewerking

P+: praktijkgift + 20%

C : rationele grondbewerking

In 1973 werd in object C direct in de ploegsnede gepoot. Door het natte voorjaar konden de andere objecten pas drie weken later - in mei - worden gepoot. De daarop volgende droogte benadeelde vooral object B1. Vervolgens veroorzaakte regen veel doorwas. Object C lag met 53,4 ton/ha 13% boven de opbrengst in object A en 22% boven die in object B1.

In 1974 gaven aardappelen zeer hoge opbrengsten, namelijk gemiddeld 66,1 ton/ha. Tussen de objecten kwamen geen noemenswaardige verschillen voor. De oogst kon vanwege de natte herfst pas in november plaats vinden.

In 1975 konden de aardappelen pas laat worden gepoot. De relatief lage temperatuur in mei en juni remde de groei. Na een warme periode in juli en augustus stierf eind augustus het gewas in object B1 reeds af. Object A leek op dat moment het gunstigst. De opbrengst bleef uiteindelijk echter 5% achter bij die van object C, dat een opbrengst gaf van 52,4 ton/ha. Object B1 gaf een opbrengst die hier 12% onder lag (tabel 2).

In tabel 3 worden de gemiddelde opbrengsten over de eerste vierjarige rotatie van 1972-1975 gegeven. Het valt op dat de verschillen tussen de systemen A en C verwaarloosbaar klein zijn, terwijl de opbrengst van object B1 gemiddeld 9% lager ligt dan die in object C.

Tabel 3. Aardappelopbrengst (> 35 mm Ø) gemiddeld in de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha		relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+	rela- tief		
A	99	96 ¹⁾	105	53,6	102	97
B1	98	101	99	49,8	94	91
C	97	102	101	54,8	104	100
gem.	98	100	102	52,7	100	

1) In 1973 in een herhaling 15% lagere opbrengst

2e rotatie 1976-1979

In 1976 werden in object C de aardappelen weer in de ploegsnede gepoot. Door droogte benadeelde dit de opkomst en groei. Het gewas in object A leek het gunstigste, terwijl dat in object B1 achterbleef, maar lang doorgroeide. In dit jaar werden lage opbrengsten verkregen, gemiddeld slechts 24,3 ton/ha gerekend in de sortering groter dan 40 mm. Tegengesteld aan de indrukken tijdens het groeiseizoen gaf object B1 een relatief hoge opbrengst, namelijk 24,6 ton/ha, terwijl object C net iets hoger kwam met 24,9 ton/ha (tabel 4).

Tabel 4. Aardappelopbrengst (> 40 mm Ø) in de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha		relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+	rela- tief		
1976 A	98	95	107	23,4	96	94
B1	98	100	101	24,6	101	99
C	103	93	104	24,9	103	100
gem.	100	96	104	24,3	100	.

Vervolg tabel 4.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ rela- ha tief		relatieve op- brengst t.o.v. object C	
	P-	P	P+				
1977	A	90	100	110	43,4	115	100
	B1	91	102	107	26,6 ¹⁾	70 ¹⁾	61 ¹⁾
	C	94	104	102	43,3	115	100
	gem.	91	102	106	37,8	100	.
1978	A	94	101	105	47,9	97	89
	B1	95	101	105	47,1	95	88
	C	93	102	105	53,7	108	100
	gem.	94	101	105	49,6	100	.
1979	A	97	100	103	44,1	106	99
	B1	92	98	109	36,8	87	83
	C	97	100	102	44,5	106	100
	gem.	95	99	105	41,8	100	.

In de eerste rotatie werd de netto opbrengst gebaseerd op de sortering $> 35 \text{ mm } \emptyset$; in de tweede rotatie op de sortering $> 40 \text{ mm } \emptyset$.

1) één maand later gepoot

In 1977 werd het poten uitgesteld in verband met het natte voorjaar. Voor het object B1 moest het poten tot de tweede helft van mei worden uitgesteld. Daarmee was dit object een maand later in poottijd waardoor ook de gewasontwikkeling achter bleef. Het gewas groeide echter langer door. De opbrengst bereikte in object B1 een dieptepunt, namelijk slechts 61% van die in object C, dat een opbrengst gaf van 43,3 ton/ha, nagenoeg gelijk aan die in object A.

In 1978 moest het pootbed in de objecten A en B1 eind april worden gemaakt in een nog steeds wat te natte grond. In object A gaf dat veel kluiten en in object B1 resulteerde het in onvoldoende losse grond. Dit kwam tot uiting in de opbrengst. Bij een opbrengst van 53,7 ton/ha in object C bleven de objecten A en B1 daar respectievelijk 11 en 12% achter.

In het natte voorjaar van 1979 kon opnieuw pas laat worden gepoot, namelijk half mei. Evenals in 1978 bleek dat de werkwijze bij de pootbedbereiding in de objecten A en B1 ten opzichte van die in object C in het nadeel was. Gedurende het

seizoen bleef object B1 achter, maar in object A werd de achterstand door gunstige groei ingehaald. Dit resulteerde in een opbrengst die voor de objecten A en C nagenoeg gelijk lag, namelijk respectievelijk 44,1 en 44,5 ton/ha. Object B1 bleef hierbij 17% achter.

In tabel 5 wordt per object de gemiddelde opbrengst over 1976 - 1979 vermeld.

Tabel 5. Aardappelopbrengst (> 40 mm Ø) gemiddeld over de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ ha	relatieve op- brengst t.o.v. object C	
	P-	P	P+			
A	95	100	106	39,7	103	95
B1	95	100	105	33,8	88	81
C	96	101	103	41,6	108	100
gem.	95	100	105	38,3	100	.

Object C blijkt met 41,6 ton/ha het gunstigst. Object A blijft daarbij 5% achter en object B1 19%.

Hoewel bij de lossegrondsteelt is gestreefd naar gunstiger groeiomstandigheden voor de aardappel is dat dus niet bereikt. Dat moet vooral worden geweten aan het maken van een pootbed met te zwaar materiaal onder vaak nog kritieke bodemomstandigheden (foto 6). Het systeem van de werktuigtrein in het voorjaar - zoals in object A toegepast - is voor de praktijk daarom dan ook niet altijd aan te bevelen.

De vastegrondsteelt blijkt niet gunstig voor het verbouwen van aardappelen. De opbrengsten vallen overigens toch nog wel mee.

Voorals in de tweede rotatie, waar voor aardappelen in object C diep werd geploegd, is het opvallend dat het object gemiddeld nog zo gunstig naar voren komt. Het lijkt er op dat de combinatie van 15 cm diep ploegen + de grasgroenbemester + de pootbedbereiding en het poten in het voorjaar in gescheiden werkgangen voor de praktijk aantrekkelijk is.



Foto 6. Een werktuigtrein kan onder kritieke bodemomstandigheden ongunstige groeiomstandigheden achterlaten.

3.2. Wintertarwe

Wintertarwe werd in het aangehouden bouwplan geteeld na aardappelen.

In tabel 6 wordt de wintertarwe-opbrengst vermeld over de eerste vier jaar van de proef. In dit overzicht is ook het object B2 - vastegrondsteeft in een maai-gewassen bouwplan opgenomen. Voor de tarwezaai werd in het object B2 de speciale ruigland zaaimachine gebruikt, dit vanaf het tweede proefjaar 1973 (najaar 1972).

Het teeltsysteem in object A - ploegen en zaaien in één werkgang - en dat in object C - cultivateren en zaaien vanaf 1974 eveneens in één werkgang - bleek in de meeste jaren gunstiger dan dat in het object B1. Hier werd weliswaar op dezelfde wijze gewerkt als in object C, maar de grond werd slechts 6 cm diep bewerkt. Vooral het risico van verslemping bij de teelt van tarwe na aardappelen is op zavelgrond dan aanwezig.

Op de geploegde grond in object A moest via een rij verende eggentanden gebouwd in een frame van de zaaimachine (foto 1) de toplaag wel worden verfijnd en geegaliseerd en het zaad licht worden ingewerkt. Op de gecultiverde grond in object C moest juist een relatief grove grondlegging worden nagestreefd om de kans op verslemping van de grond te verminderen.

Tabel 6. Wintertarwe-opbrengst in de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ ha	rela- tief	relatieve op- brengst t.o.v. object C	
	P-	P	P+				
1972	A	105	97	102	4,7	95	96
	B1 ¹⁾						
	B2 ¹⁾	104	98	98	5,2	106	107
	C	102	99	99	4,9	99	100
	gem.	104	98	100	4,9	100	.

1973	A	103	102	94	6,2	109	119
	B1 ²⁾
	B2	97	107	96	5,7	99	107
	C	108	100	93	5,3	92	100
	gem.	103	103	94	5,7	100	.

Vervolg tabel 6.

1974	A	101	99	100	7,0	100	96
	B1	95	101	104	6,9	97	93
	B2	96	101	101	7,0	99	95
	C	98	101	101	7,4	104	100
	gem.	96	101	102	7,1	100	.
1975	A	97	96	108	6,4	98	93
	B1	104	99	97	6,4	98	94
	B2	96	97	107	6,3	98	93
	C	98	99	108	6,8	105	100
	gem.	99	98	105	6,5	100	

1) In het eerste jaar waren de objecten B1 en B2 identiek

2) Mislukt gewas

le rotatie

1972 was het eerste jaar van de proef. In dat jaar hadden de gewassen op de objecten A en C een betere stand. Juist daardoor trad hierin ook meer schade op door blad- en aarziekten. De B-objecten kwamen daardoor gunstiger uit met een opbrengst van 5,2 ton/ha ten opzichte van A en C met respectievelijk 4,7 en 4,9 ton/ha (tabel 6).

In 1973 mislukte het gewas op het B1-object ten gevolge van verslemping. Object A gaf met 6,2 ton/ha een 19% hogere opbrengst dan object C. De opbrengst in object B2, waarop de tarwe was ingezaaid met de ruigland zaaimachine, lag met 5,7 ton/ha 7% hoger dan die in object C (5,3 ton/ha).

In 1974 werd een hoge opbrengst bereikt, met geringe verschillen tussen de objecten. Object C gaf met 7,4 ton/ha de hoogste opbrengst, object B1 had met 6,9 ton/ha een 7% lagere opbrengst.

Ook in 1975 lag de opbrengst in het object C het hoogst, 6,8 ton/ha; die in de andere objecten lag 6 à 7% lager.

In tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde opbrengst per object in de periode 1972-1975. Object C is het gunstigste. De verschillen zijn echter klein.

Tabel 7. Wintertarwe-opbrengst gemiddeld in de eerste rotatie (1972-1975, excl. 1973) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ ha	relatief	relatieve op- brengst t.o.v. object C
	P-	P	P+			
A	100	97	103	6,0	97	95
B1 ¹⁾	100	96	97	6,2 ¹⁾	99	97 ¹⁾
B2	97	102	102	6,2	101	99
C	97	97	103	6,3	103	100
gem.	99	98	101	6,2	100	.

1) Indien 1973 wordt meegerekend zijn de resultaten in object B1 aanzienlijk lager

2e rotatie

In de tweede rotatie (1976 - 1979) mislukte het gewas op het B1- en B2-object in 1976 en op het B2-object in 1978 ten gevolge van verslemping.

In 1976 gaf het gewas in de objecten A en C eenzelfde opbrengst, namelijk 6,9 ton/ha (tabel 8).

Tabel 8. Wintertarwe-opbrengst in de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

	object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/rela- ha tief		relatieve op- brengst t.o.v. object C
		P-	P	P+			
1976	A	96	102	102	6,9		
	B1	96	99	103	6,0 ¹⁾		
	B2	90	100	111	5,3 ¹⁾		
	C	99	99	102	6,9		

1977	A	95	103	102	5,3	104	95
	B1	94	103	102	5,4	105	96
	B2	83	99	118	4,2	82	75
	C	96	102	103	5,6	109	100
	gem.	92	102	106	5,1	100	

1978	A	95	101	104	7,2	106	105
	B1	96	102	103	6,9	102	101
	B2	100	97	102	6,2 ²⁾	91	91
	C	98	101	101	6,8	100	100
	gem.	97	100	103	6,8 ³⁾	100	

1979	A	97	102	100	8,2	105	104
	B1	100	101	99	7,3	93	92
	B2	97	97	105	7,9	101	100
	C	96	101	103	7,9	101	100
	gem.	98	100	102	7,8	100	

1) in 1976 zomertarwe, daarom geen gemiddelde

2) in 1978 B2 overgezaaid met zomertarwe

3) gemiddelde zonder B2

Ondanks een goede gewasontwikkeling vielen de opbrengsten in 1977 tegen. Ze waren gemiddeld over de objecten slechts 5,1 ton/ha. Object B2 viel daarbij, met een 25% lagere opbrengst dan die in object C, het meest uit de toon.

In 1978 mislukte het gewas in het B2-object opnieuw ten gevolge van verslemping. Object A gaf - met 7,2 ton/ha - de hoogste opbrengst. Deze lag daarmee 5% hoger dan die in object C. Object B1 bleef 1% boven object C.

In 1979 werden de hoogste opbrengsten bereikt, gemiddeld 7,8 ton/ha. Object A lag daar nog 5% boven, object B1 7% eronder.

Tabel 9. Wintertarwe-opbrengst gemiddeld over de tweede rotatie (1977-1979)¹⁾ bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha		relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+	rela- tief		
A	96	102	102	6,9	105	101
B1	97	102	101	6,5	98	96
B2 ²⁾	90	98	112	6,1	92	90
C	97	101	102	6,8	103	100
gem.	96	101	103	6,6	100	

1) excl. 1976 toen in B1 en B2 zomertarwe is verbouwd door mislukking van de wintertarwe.

2) excl. 1976 en 1978 toen door verslemping de wintertarwe mislukte en zomertarwe is verbouwd.

Bij een samenvatting van de opbrengsten in de tweede rotatie, zoals gegeven in tabel 9, blijken de opbrengstverschillen tussen de objecten A en C gering, terwijl die in de objecten B1 en vooral B2 achterbleven. Dit nog afgezien van de jaren, waarin het tarwegewas mislukte door de minimale grondbewerking of de vastegrondsteeft. Het gaat daarbij om twee risico's. Het gewas kan namelijk bij beperking of achterwege laten van grondbewerking mislukken doordat de grond te dicht is voor het (snel) doorlaten van water, of doordat de weinige bovenop liggende losse grond verslempet. Anderzijds blijkt het bij pure vastegrondsteeft, dus bij zaaien zonder enige grondbewerking, niet altijd mogelijk om een goede zaai voor te maken en deze te sluiten.

Vooraf op slempgevoelige grond kan de combinatie van zaaien met het bewerken van de grond gunstig zijn. Dat dit zonder grote risico's op twee manieren kan, blijkt uit het resultaat van de objecten A en C.

De gewasreactie op de niveaus van stikstofbemesting komt - evenals bij de aardappelen het geval bleek - in de tweede rotatie gemiddeld duidelijker naar voren dan in de eerste rotatie het geval was. In de tweede rotatie is gemiddeld een 7% opbrengstverschil bij verruiming van de stikstofbemesting verkregen. De reactie op het B2-object betreft in dit overzicht slechts twee jaar. De gunstige reactie is daarbij ontstaan door het effect in het jaar 1977 (zie tabel 8), bij een laag opbrengstniveau.

3.3. Suikerbieten

le rotatie

De suikerbieten werden in het bouwplan geteeld na wintertarwe met daarin een grasgroenbemester.

In de eerste rotatie (1972 - 1975) werden de bieten in de objecten A en C gezaaid met de precisiezaaimachine en die in object B1 - vastegrondsteeft - met de ruiglandzaaimachine. Het was de bedoeling om de bieten in het object B1 zonder enige voorafgaande grondbewerking te zaaien, dus rechtstreeks in de stoppel van tarwe en grasgroenbemester.

In object A werd - na 25 cm ploegen in de herfst - in het voorjaar het bereiden van het zaaibed en het zaaien in één werkgang uitgevoerd. Het verschil met het object C was dat het daar in twee werkgangen plaatsvond. In object A vond vanaf 1973 met het ploegen een licht egaliserende bewerking met een eg plaats. Hierdoor lag de grond in het voorjaar al wat fijner.

In tabel 10 wordt de nagestreefde zaaifstand in de objecten A en C en de opkomst in alle objecten gegeven voor de periode 1972 - 1975.

Tabel 10. Zaaifstand, plantdichtheid en opkomstpercentage bij suikerbieten in de eerste rotatie (1972-1975).

	zaaifstand (cm)		aantal planten (x 1000)/ha			opkomstpercentage		
	A+C	B1	A	B1	C	A	B1	C
1972	11	geen	30	210	38	16	62	21
1973	7	pre-	180	95	220	63	30	77
1974	8	cisie	63	99	147	25	28	59
1975	11	zaai	112	174	134	62	44	74

In het object B1 werd met de ruiglandzaaimachine ongeveer het dubbele aantal bietenzaden verzaaid als in de andere objecten. Met de hand moest dan bij een goede opkomst worden teruggedund. Meestal waren de omstandigheden voor de opkomst van de bieten in dit object niet zo gunstig, zoals uit tabel 10 kan worden geconcludeerd. (In 1972 - het eerste proefjaar - heeft er nog wel een stoppelbewerking in de voorgaande herfst plaats gehad.)

In 1972 mislukte het bietengewas in de objecten A en C. Dit was grotendeels het gevolg van verslamping en korstvorming.

In 1973 was de grond in het object B1 voor het bieten zaaien bedekt met een dikke laag gras- en stroresten. In 1974 en 1975 werd het tarwestro in dit object reeds in de zomer bij de voorgaande tarweoogst weggehaald en is de graszode later afgebrand. Desondanks bleef de opkomst van de bieten matig. Door een fijner zaaibed, bereid in twee werkgangen, was de opkomst in object C als regel gunstiger dan die in object A.

In de tabellen 11 t/m 13 worden de opbrengsten over 1972 - 1975 gegeven. Doordat echter in 1972 in de objecten A en C de bieten zijn overgezaaid, is dit jaar in het gemiddelde weggelaten. In de andere jaren was steeds de opbrengst in object C enigszins beter dan die in object A. In object B1 bleef de opbrengst rond 20% achter.

Tabel 11. Suikerbietenopbrengst in de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha	suiker gehalte (%)	suiker opbrengst ton/ha	relatieve opbrengst t.o.v. object C		
	P-	P	P+						
1972	A ¹⁾	.	.	.	39,1	17,1	6,7		
	B1	101	96	103	52,6	17,7	9,3		
	C ¹⁾	.	.	.	40,8	17,2	7,0		
	gem.	.	.	.	.	.	.

1973	A	96	97	107	63	107	16,4	10,3	95
	B1	97	105	98	49	83	14,9	7,3	74
	C	97	101	102	66	112	16,8	11,0	100
	gem.	97	101	102	59	100	.	9,6	.

1974	A	90	107	103	61,0	99	16,3	9,9	93
	B1	104	122	74	58,6	95	15,9	9,4	89
	C	107	87	106	65,5	106	16,7	10,9	100
	gem.	100	105	94	61,7	100	.	10,1	.

Vervolg tabel 11.

1975	A	98	102	101	57,6	105	16,8	9,7	101
	B1	104	92	103	49,6	91	17,2	8,5	87
	C	99	99	101	57,2	105	17,3	9,9	100
	gem.	100	98	102	54,8	100	.	9,4	.

1) gewas mislukt; overgezaaid

In 1973 werd in object C een opbrengst van 66 ton bieten en 11 ton suiker bereikt (tabel 11). Object A bleef daar in opbrengst 5% onder en object B1 zelfs 26%. In object B1 was bovendien het tarragehalte hoger, namelijk 23% t.o.v rond 18% in de andere objecten (tabel 12). Bovendien kwam bij de oogst in het object vastgrondsteelt meer puntbreuk voor.

In 1974 werden hoge opbrengsten verkregen, namelijk gemiddeld 61,7 ton/ha met 10,1 ton/ha suiker. Object C lag met 65,5 ton het hoogst in opbrengst, object A bleef 7% achter en object B1 zelfs 11%. Door de natte herfst van 1974 moesten de bieten worden geoogst onder extreem slechte omstandigheden en daardoor met zeer hoge percentages grondtarra, namelijk 33 en 38% in object A en C en zelfs 49 % in object B1 (tabel 12).

Tabel 12. Grondtarra (% van de bruto opbrengst) in de eerste rotatie (1973-1975).

jaar	object		
	A	B1	C
1973	18	23	17
1974	33	49	38
1975	11	14	10
gem.1973-1975	21	29	22

In 1975 brachten de objecten A en C ongeveer een gelijke opbrengst op, namelijk circa 57,5 ton bieten per hectare. Object B1 bleef daarbij 13% achter. Gemiddeld over 1973 - 1975 komt object C als gunstigste naar voren, object A -de lossegrondsteelt - ligt daar 4% onder. Object B1 - zaai in vaste grond met een aangepaste machine - bleef 17% achter in opbrengst (tabel 13).

Tabel 13. Suikerbietenopbrengst gemiddeld over de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha		suiker gehalte (%)	suiker opbrengst ton/ha	relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+	ton/ha	relatief	(%)	ton/ha	
A	94	102	104	60,5	103	16,5	10,0	96
B1	102	107	91	52,4	89	16,0	8,4	83
C	101	96	103	62,9	107	16,9	10,7	100
gem.	99	102	99	58,6	100	.	9,7	.

De reactie op de drie stikstofniveaus was in deze eerste rotatie nog onduidelijk.

2e rotatie

In de tweede rotatie (1976 - 1979) is voor object B1 de vastegroundsteelt van bieten verlaten en vervangen door minimale grondbewerking. Deze bestond uit het met een hakenfrees maken van een zaaibed op vaste ondergrond en het zaaïen met een gewone precisiezaaimachine. Desondanks werd voor dit object veelal een wat nauwere zaaïafstand in de rij aangehouden.

In tabel 14 wordt de wortel- en de suikeropbrengst gegeven over de periode 1976 - 1979.

Tabel 14. Suikerbietenopbrengst in de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha		suiker gehalte (%)	gem.suikeropbrengst ton/ha	relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+	ton/ha	relatief	(%)	ton/ha	
1976 A	93	100	108	65,1	100	16,8	10,9	95
B1	99	105	97	61,4	94	16,4	10,0	90
C	92	100	107	68,6	106	16,6	11,3	100
gem.	95	102	104	65,0	100	.	10,7	.

Vervolg tabel 14.

1977	A	97	102	101	41,8	109	17,0	7,1	94
	B1	91	99	110	29,2 ¹⁾	76 ¹⁾	16,0	4,7 ¹⁾	66 ¹⁾
	C	96	102	102	44,4	115	17,1	7,6	100
	gem.	95	101	104	38,5	100	.	6,5	.
1978	A	100 ²⁾	97	102	68,5	103	17,3	11,8	102
	B1	90 ²⁾	101	109 ³⁾	63,7	96	17,2	11,0	95
	C	98 ²⁾	101	100	67,1	101	17,4	11,7	100
	gem.	96 ²⁾	100	104	66,4	100	.	11,5	.
1979	A	100 ²⁾	97	104	53,3	105	17,7	9,4	101
	B1	91 ²⁾	102	107	45,5	90	17,4	7,9	86
	C	101 ²⁾	101	98	52,9	105	17,8	9,4	100
	gem.	97 ²⁾	100	103	50,6	100	.	8,9	.

1) een maand later gezaaid

2) excl. eerste herhaling

3) excl. derde herhaling

In 1976 was de bietenopbrengst hoog. In object C was dit 68,6 ton bieten en 11,3 ton suiker. Object A lag hier 4 - 5% onder. Object B1 bleef ook nu achter, namelijk 10% in bieten- en 12% in suikeropbrengst. Zoals opgemerkt werd vanaf 1976 in object B1 ook een zaaibed gemaakt. In het B1-object bleek het echter (vaak) nodig om daarbij de frees in plaats van de schudeg te gebruiken. Bovendien was het object B1 in 1976 in het nadeel, doordat de grond voor het zaaibed maken pas twee weken later geschikt was dan in de andere objecten.

In 1977 moest vanwege het te nat zijn van de grond het maken van het zaaibed in object B1 zelfs een maand worden uitgesteld. Dat kwam in de opbrengst, slechts 29,2 ton bieten en 4,7 ton suiker per hectare, duidelijk tot uiting. Ook de objecten A en C hadden in 1977 een vrij lage opbrengst, te weten object C 44,4 ton en object A 41,8 ton. Dat de kwaliteit van de bieten in object B1 ook te wensen overliet blijkt mede uit het hoge gehalte grondtarra van 24% (andere objecten 14 en 15%). (tabel 15)

Tabel 15. Grondtarra (% van de bruto opbrengst) in de tweede rotatie (1976-1979).

jaar	object		
	A	B1	C
1976	12	16	11
1977	14	24	15
1978	14	19	17
1979	19	25	17
gem.1976-1979	15	21	15

In 1978 werden top-opbrengsten verkregen: in object A 68,5 ton met 11,8 ton suiker, in object C 67,1 ton/ha, maar door een iets hoger suikergehalte was de suikeropbrengst nagenoeg gelijk aan die in object A. Object B1 lag er ca. 5% onder en had opnieuw meer grondtarra.

Ook in 1979 was object A iets beter dan object C. De opbrengst in object A lag op 53,3 ton bieten en 9,4 ton suiker. Object B1 bleef 14% achter en had duidelijk meer grondtarra.

In tabel 16 worden de gemiddelde biet- en suikeropbrengsten over 1976 - 1979 gegeven.

Tabel 16. Suikerbieten opbrengst gemiddeld over de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

Object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha	rela- tief	suiker- gehalte	gemiddelde suiker- opbrengst ton/ha	relatieve wortel- opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+			%		
A	98	99	104	57,2	104	17,2	9,9	98
B1	93	102	106	50	91	16,8	8,4	86
C	97	101	102	58,2	106	17,2	10	100
gemiddeld	96	101	104	55,1	100		9,4	

De objecten A en C verschilden nauwelijks. Het licht egaliseren bij het ploegen in de herfst en het combineren van de zaaibedbereidingen en het zaaien in het voorjaar in object A hebben gemiddeld niet geleid tot een hogere opbrengst.

Object B1 bleef echter, ondanks de in deze rotatie toegepaste minimale grondbewerking duidelijk achter, namelijk ca 14%. Vastegrondsteeft en minimale grondbewerking zijn voor bieten ongewenst. In alle objecten, maar het duidelijkst in object B1, was er een positieve reactie op een royaler toedienen van stikstof. Spectaculair zijn de verschillen evenwel niet.

3.4. Zomergerst.

le rotatie

De zomergerst werd in de proef na suikerbieten geteeld. In object A - de losse grondsteelt - werd ook na bieten geploegd. In object C - de rationele grondbewerking - werd gecultiveerd na bieten. In object B1 - de minimale grondbewerking - bleef de bewerking na de bietenoogst geheel achterwege of werd licht gecultiveerd. In de objecten B1 en C gaven de grondbewerkingssystemen problemen met bietenkoppen, die vooral na zachte winters hergroei gaven.

Ook bij de zomergerst bleek de kwaliteit van het zaaibed van groot belang te zijn. Daarbij kwam goed naar voren dat het ploegen in de herfst in het voorjaar een gunstiger zaaibed mogelijk maakt dan cultiveren. In de eerste proefjaren werd zowel in object B1 als in object B2 echte vastegrondsteeft toegepast. In de gewasgroei en de gewasopbrengst was er in het algemeen een duidelijk verschil tussen de objecten. In gewasopbrengst waren er in het eerste jaar nog nauwelijks verschillen, zoals blijkt uit tabel 17.

Tabel 17. Zomergerst-opbrengst in de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbemestingsniveaus.

	object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N-trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha relatief		relatieve opbrengst t.a.v. object C
		P-	P	P+			
1972	A	96	101	103	5,0	102	102
	B1 ¹⁾	94	100	106	4,7	97	96
	B2 ¹⁾						
	C	101	101	98	4,9	101	100
	gem.	97	101	102	4,8	100	.

Vervolg tabel 17.

1973	A	96	100	105	5,9	115	105
	B1	90	99	111	3,9	76	69
	B2)	.	.	.	.	.	.
	C	96	101	103	5,6	109	100
	gem.	94	100	106	5,2	100	.

1974	A	94	95	110	5,0	113	115
	B1	96	103	101	3,9	88	90
	B2	92	100	107	4,4	100	102
	C	106	98	97	4,3	98	100
	gem.	97	99	104	4,4	100	.

1975	A	96	96	108	5,0	111	103
	B1	88	109	103	3,9	87	80
	B2	91	96	114	4,2	94	87
	C	91	101	107	4,9	108	100
	gem.	92	101	108	4,5	100	.

1) In het 1e jaar waren de objecten B1 en B2 identiek

2) Gewas mislukt

De objecten B1 en B2, die in dit eerste jaar onderling nog niet verschilden, gaven een ca 4% lagere opbrengst dan de andere objecten.

In 1973 gaf object A de beste opbrengst, namelijk 5,9 ton/ha. Met 5,6 ton/ha lag de opbrengst in object C 5% lager. In object B1 lag de opbrengst op slechts 3,9 ton, 31% lager dan die in object C. In object B2 mislukte het gewas op de vaste grond. De zaaitechniek en de weersomstandigheden blijken van grote invloed op het welslagen van vastegrondszaai.

In 1974 was het zaaibed in het object C zo matig van kwaliteit (grof en ondiep) dat dit ten opzichte van object A in een achterstand in gewasontwikkeling leidde. In de opbrengst kwam dit ook tot uiting; object A produceerde 5 ton en object C slechts 4,3 ton gerst. Object B1 bleef echter nog verder achter en bereikte slechts 3,9 ton/ha (90% van de opbrengst in object C). De oorzaak ligt in het ondiepe zaaibed op vastgereden grond. In object B2 - de pure vastegronds- teelt in het maalgewassen bouwplan - werd in 1974 een opbrengst verkregen die iets hoger lag dan die in object C.

Door de natte herfst van 1974 werden de bieten in dat jaar geoogst onder slechte omstandigheden. Dit leidde tot moeilijkheden bij de daarna volgende grondbewerking, hetgeen weer doorwerkte in een lagere kwaliteit van het zaaibed in 1975. Desondanks waren de gewasopbrengsten niet opvallend laag. In de objecten A en C verschilde de opbrengst nauwelijks (rond 5 ton), object B1 lag daar 20% onder. Object B2, dat geen bieten als voorvrucht had, gaf een 13% lagere opbrengst.

In tabel 18 wordt het overzicht van de gewasopbrengst over 1972 - 1975 vermeld.

Tabel 18. Zomergerstopbrengst gemiddeld over de eerste rotatie (1972-1975) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N trappen			gemiddelde opbrengst		relatieve opbrengst
	P ⁻	P	P ⁺	ton/ha	relatief	t.o.v. object C
A	96	98	106	5,2	110	106
B1	92	101	106	4,1	86	83
C	98	100	101	4,9	104	100
gem.	96	100	105	4,7	100	.

Daarin was object A (ploegen na bieten) ca 6% gunstiger dan object C, met cultiveren na bieten. Het vastgrondsteelt object B1 bleef 17% achter.

Vergelijken we (tabel 19) de objecten B1 en B2, dan was zomergerst in een maaigewassen rotatie bij vastgrondsteelt gunstiger dan na bieten.

Tabel 19. Zomergerstopbrengst gemiddeld in 1974 en 1975 in de vastgrondsteeltobjecten bij drie stikstofbestedingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N trappen			gemiddelde opbrengst	
	P ⁻	P	P ⁺	ton/ha	relatief
B1	92	106	102	3,9	95
B2	91	98	110	4,3	105
gem.	92	102	107	4,1	100

De hogere stikstofgiften gaven een hoger opbrengstniveau.

2e rotatie

Vanaf 1976 werd in het object B1 een voorjaarszaaibedbereiding toegepast die volgde op een egaliserende ondiepe bewerking die in alle objecten na bieten en aardappelen plaatsvond. De zaaibedbereiding en het zaaien in object A werd -evenals in de eerste rotatie- gecombineerd in één werkgang. Vanaf 1977 gebeurde dat ook in de objecten B1 en C.

In 1976 werd het object A over de vorst bewerkt, in afzonderlijke werkgangen werden de objecten B1 en C eerst zaaiklaar gemaakt en vervolgens eveneens over de vorst ingezaaid. Voor object B2 bleek het zaaien in de vaste en bevroren grond moeilijk te gaan. Met een eg op de kop werden de zaaisleuven dicht gemaakt. Object C bracht in 1976 5,6 ton gerst op en object A 5,5 ton. De objecten B1 en B2 bleven daar resp. 12% en 13% onder.

Tabel 20. Zomergerstopbrengst in de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

1976	object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha relatief		relatieve op- brengst t.o.v. object C
		P-	P	P+			
	A	90	102	108	5,5	105	98
	B1	85	98	117	4,9	94	88
	B2	80	101	119	4,9	94	87
	C	92	102	106	5,6	107	100
	gem.	87	101	113	5,2	100	-

1977	A	91	102	107	5,4	112	102
	B1	86	108	106	4,7	98	90
	B2	95	96	109	4,0	81	75
	C	96	99	105	5,3	109	100
	gem.	92	102	107	4,9	100	-

1978	A	103	103	94	4,9	98	96
	B1	101	100	99	5,2	103	102
	B2	94	103	104	4,9	98	96
	C	99	100	101	5,1	101	100
	gem.	99	102	100	5,0	100	-

1979	A	103	102	95	5,6	102	106
	B1	100	100	100	5,5	102	106
	B2	96	100	104	5,4	99	103
	C	99	104	97	5,3	97	100
	gem.	100	102	99	5,4	100	-

In 1977 had de gerst een goede start, behalve plaatselijk in object B1 waar wat verslemping optrad. De opbrengsten in de objecten A en C waren nagenoeg gelijk, namelijk 5,4 en 5,3 ton/ha. Object B1 bleef 10% en object B2 zelfs 25% achter. Voor object B2 is dit te verklaren uit het feit dat hier het gewas door een te natte grond later is gezaaid en er vervolgens vogelvraat optrad.

In 1978 en 1979 werden alle objecten op dezelfde dag en min of meer volgens dezelfde werkwijze gezaaid, met uitzondering van de vastegrondsteeft in het object B2. De opbrengsten verschilden in deze twee jaar tussen de objecten nauwelijks.

In tabel 21 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde gerstopbrengsten van 1976 - 1979.

Tabel 21. Zomergerst opbrengst gemiddeld over de tweede rotatie (1976-1979) bij drie stikstofbestedingsniveaus.

object	relatieve opbrengst t.o.v. het gemiddelde van de N trappen			gemiddelde opbrengst ton/ha relatief		relatieve opbrengst t.o.v. object C
	P-	P	P+			
A	97	102	101	5,4	104	100
B1	93	102	106	5,1	99	96
B2	91	100	109	4,8	93	90
C	97	101	103	5,3	104	100
gem.	95	101	105	5,2	100	

Daaruit komt naar voren dat in feite alleen het op zeer afwijkende wijze uitgevoerde B2 object -vastegrondsteeft- in opbrengst achterblijft, namelijk gemiddeld 7%. Van de andere objecten zijn A en B1 niet beter dan het praktijkobject C en daarom ook niet erg aantrekkelijk.

Gemiddeld is er ook bij de gerst een positieve reactie van ca 5% op de stikstofregimes. Daarbij moet worden bedacht dat bij de lage N-giften, die bij gerst gebruikelijk zijn P- en P+ soms 100% in N gift verschilden.

5. Technische evaluatie

In tabel 22 a en b wordt een samenvatting van de gemiddelde gewasopbrengsten per jaar en per systeem gegeven voor de eerste en de tweede rotatie.

Tabel 22a. Gewasopbrengsten in de eerste rotatie, gerelateerd aan die in object C, gemiddeld over de stikstoftrappen.

periode	gewas	opbrengst			
		A	B1	C	
		relatief	relatief	relatief	ton/ha
1972-1975	aardappelen (>35 mm Ø)	97	91	100	54,8
1972, '74, '75	wintertarwe	95	97	100	6,3
1973-1975	bieten wortelopbrengst	96	83	100	62,9
	suikeropbrengst	94	79	100	10,6
1972-1975	zomergerst	106	83	100	4,9

Tabel 22b. Gewasopbrengsten in de tweede rotatie, gerelateerd aan die in object C, gemiddeld over de stikstoftrappen.

periode	gewas	opbrengst			
		A	B1	C	
		relatief	relatief	relatief	ton/ha
1976-1979	aardappelen (>40 mm Ø)	94	83	100	43,1
1977-1979	wintertarwe	101	96	100	6,8
1976-1979	suikerbieten wortelopbrengst	98	86	100	58,2
	suikeropbrengst	98	84	100	10
1976-1979	zomergerst	100	96	100	5,3

Uit deze tabel wordt duidelijk, dat er geen aanleiding is om op grond van de gewasopbrengsten het teeltsysteem met de normale grondbewerking te laten varen. In vergelijking met object A, de lossegrondsteelt, is het rationele systeem C gelijk of iets hoger. Uit de ervaringen op het proefveld blijkt ook dat in het rationele systeem de risico's niet groter zijn. Object A, lossegrondsteelt, waar de voorjaarsgrondbewerking/zaai- en bedbereiding in één werkgang plaatsvond, blijkt kwetsbaarder te zijn. Dat maakt, ook al doordat geen betere opbrengsten worden verkregen, het doen van investeringen in die werkwijze weinig aantrekkelijk.

Het systeem met minimale grondbewerking (B1) geeft gemiddeld over alle gewassen minder hoge opbrengsten. Uiteraard zijn het vooral aardappelen en suikerbieten die daarbij duidelijk in opbrengst achterblijven. Maar ook wintertarwe en zomergerst geven minder hoge opbrengsten. Uit teelttechnisch oogpunt is het dan ook niet aantrekkelijk om tot systemen van minimale grondbewerking over te gaan. Wanneer we voor de granen de systemen van minimale grondbewerking (B1) en vastegrondsteelt (B2) vergelijken, dan komen geen eenduidige verschillen voor (tabel 23). Wel blijkt het opbrengstniveau in vergelijking met rationele grondbewerking laag en de kans op mislukken van gewassen groot.

Tabel 23. Graanopbrengst op de vastegrondsteeltobjecten, gemiddeld over de stikstoftrappen.

gewas	B1		B2	
	ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
<u>1974-1975</u>				
wintertarwe	6,6	100	6,6	100
zomergerst	3,9	100	4,3	111
<u>1976-1979</u>				
wintertarwe ¹⁾	6,4	100	6,1	95
zomergerst	5,1	100	4,8	94

1) exclusief 1976 en 1978 vanwege mislukken gewas.

5. Literatuur

- Bakermans, W.A.P., F.R. Boone, S.C. van Ouwerkerk, 1974. Nieuwe grondbewerkingssystemen. Ervaringen te Westmaas 1968-1971. Bedrijfsontwikkeling 5: 639-649.

- Lumkes, L.M., 1976. Grondbewerking bij teeltintensivering in de akkerbouw. Landbouwkundig Tijdschrift 88: 189-196.

- Lumkes, L.M., 1974. Aardappelen als onkruid. Oorzaken, gevolgen en bestrijdingsmogelijkheden. PA ; publikatie nr. 15, 38 p.

Reactie van beworteling op grondbewerking en profieleeigenschappen

Ing. I. Ovaa

	blz.
1. Inleiding	1
2. Bodemgesteldheid	2
3. Grondwaterstand en capillaire geleidingsvermogen	5
4. Poriënvolume en grond- water- luchtverhoudingen	8
5. Mechanische weerstand	10
6. Bewortelingsopnamen	13
7. Samenvattingen en slotbeschouwingen	21
8. Literatuur	23

1. Inleiding

Aan het onderzoek in de eerste rotatieperiode (1972-1975) van nieuwe grondbewerkingssystemen op de Proefboerderij Westmaas heeft de Stichting voor Bodemkartering geen deel gehad. Zij is met haar onderzoek gestart in 1976 en heeft in de tweede rotatieperiode (tot en met 1979) waarnemingen verricht aan de bodem en aan de beworteling van gewassen.

Het bodemkundig onderzoek bestond uit een beschrijving van het bodemprofiel, het uitvoeren van bemonsteringen voor de bepaling van de vocht karakteristiek, de dichtheid van de grond, de poriëngrootteverdeling, enz. Met behulp van de penetrograaf werden indringingsweerstand bepaald. Het bewortelingsonderzoek bestond uit bewortelingsopnamen gedurende het groeiseizoen bij enkele groeistadia van de gewassen. Deze onderzoeken zijn uitsluitend verricht in een strook van herhaling I (zie figuur 1 in hoofdstuk 1), die voldoende representatief werd geacht voor het gehele proefveld.

2. Bodemgesteldheid

De Proefboerderij Westmaas ligt in het zuidwestelijk zeekeleigebied in de polder Westmaas Nieuwland (Hoeksewaard), ingedijkt in de 16e eeuw (fig. 1). De gronden zijn afgezet in een zout of brak milieu onder invloed van getijden en vertegenwoordigen een belangrijke groep in het zuidwesten. Ze worden gerekend tot het Nieuwland (Geologische afzetting van Duinkerke III b). Veelal worden de zwaarste gronden langs de oudste en de lichtste langs de jongste dijk van de polder gevonden. Dit verloop in zwaarte wordt ook in de opeenvolgende percelen van de proefboerderij teruggevonden.

Het perceel met het proefveld is homogeen van opbouw en is te midden van de daar meest voorkomende gronden gelegen. Het zijn kalkrijke poldervaaggronden met profielverloop 5 (De Bakker en Schelling, 1966). De bouwvoor bestaat uit zware zavel en de ondergrond uit lichte tot zeer lichte zavel. De code van de kaarteenheden van deze grond op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, is Mn 25 A (Stichting voor Bodemkartering, 1967).

Het humusgehalte is vrijwel overeenkomstig andere klei-akkerbouwgebieden ca 2% of iets er boven in de bovengrond en ca 1% of iets minder in de ondergrond. Het gemiddelde humusgehalte van het proefveld bedraagt 2,5% in de bovengrond.

In vroegere tijden vond de ontwatering van deze gronden plaats met behulp van greppels, die op onderlinge afstanden van 15 à 20 m werden gegraven. Met de komst van de buizendrainage zijn de greppels gevuld met bodemmateriaal afkomstig van de bovengrond. Ter plaatse van de oude greppels wordt nu, ook op de proefboerderij, een dikkere humeuze laag in het bodemprofiel aangetroffen. Op het grensvlak van de bouwvoor naar de ondergrond komt op een diepte van 25 à 30 cm een verdichte horizont voor. Deze wordt in het algemeen met "ploegzool" aangeduid (fig. 2). De ploegzool ontstaat vooral bij het ploegen, maar ook bij het berijden van de grond met zware machines. De profielen gaan beneden de ploegzool op een 40 cm diepte over in matig lichte tot zeer lichte zavel. Deze is enigszins gelaagd en heeft een nogal fijnporeuze gangenstructuur. De hoeveelheid met het oog zichtbare poriën (macroporiën) bedraagt ongeveer 2,5% van het grondoppervlak. Het grootste deel hiervan heeft een poriëndiameter die ligt tussen 100-1200 µm. Door het ontbreken van voldoende grote poriën, blijkt de bewortelbaarheid voor sommige gewassen beperkt te zijn. Naar beneden nemen de roestverschijnselen toe. Op 130 à 140 cm diepte begint enige en op ca 170 cm diepte totale reductie en is de grond ongerijpt (slap). De volgende profielbeschrijving wordt gegeven in overeenstemming met het systeem voor bodemclassificatie van Nederland (De Bakker en Schelling, 1966).

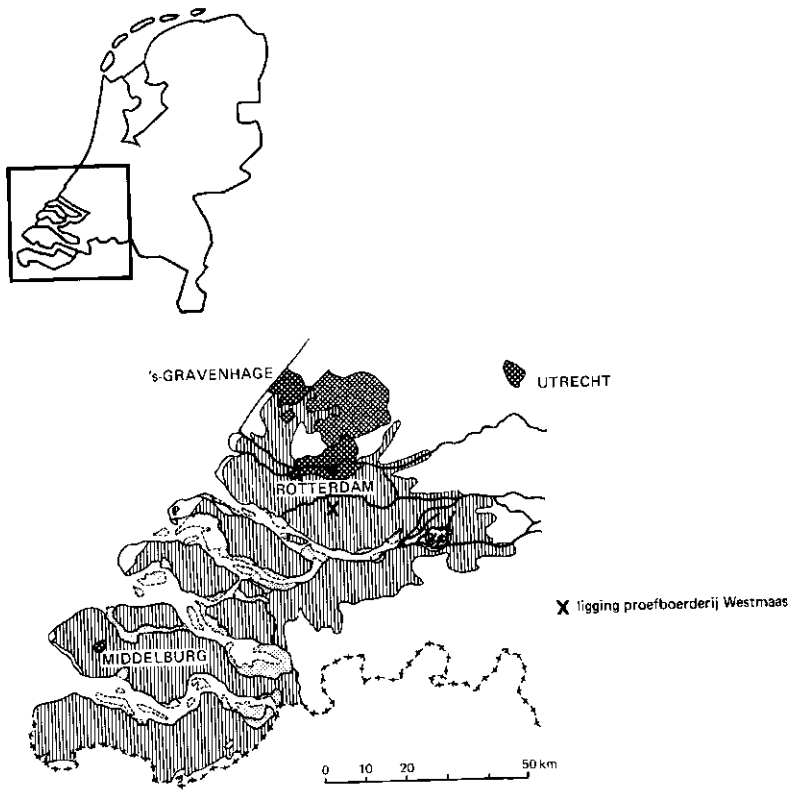


Fig. 1. Het zuidwestelijke zeeleigebied.

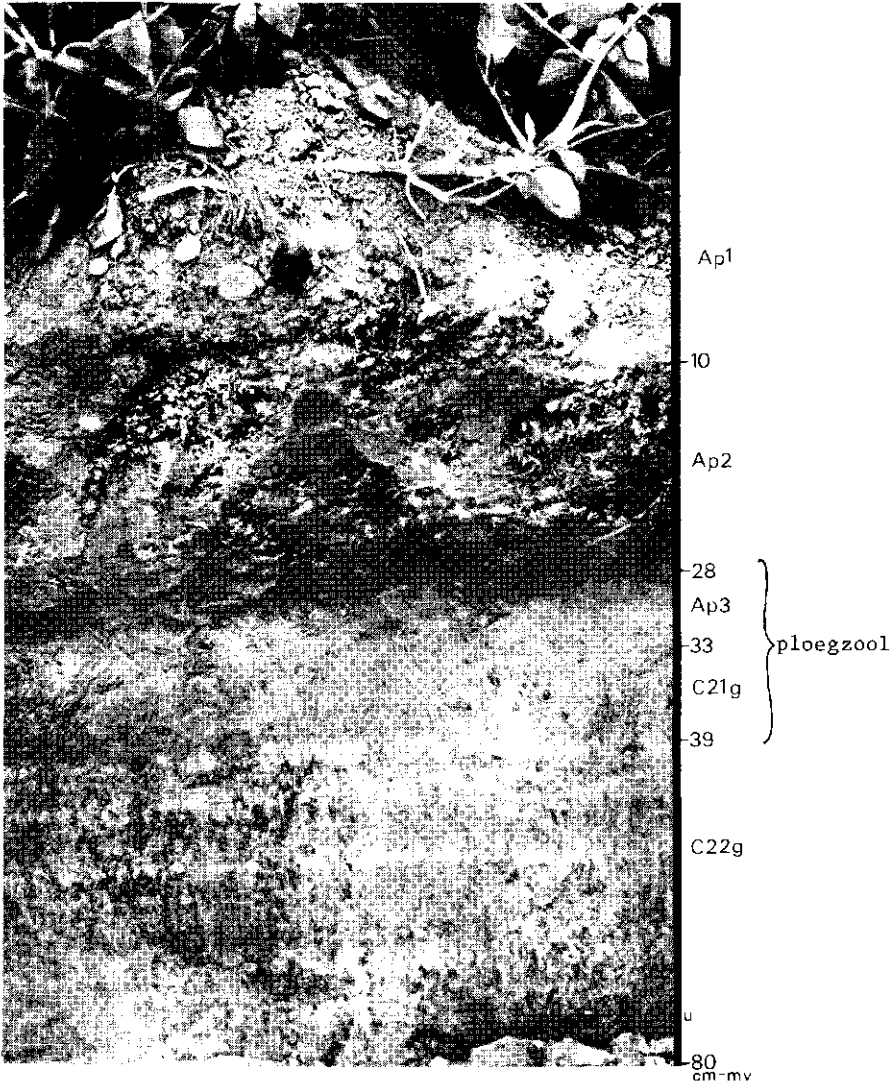


Fig. 2. Kalkrijke zavelgrond met onder de bouwvoor een ploegzool.

Profielbeschrijving:

Apl	0 - 5 cm	donkergrijsbruine (2,5Y 4/2), matig humusarme, kalkrijke zware zavel; verfijnd en los vanwege voorjaarsbewerking.
Ap2	5 -26 cm	idem; geploegd, vaste kluiten en fijn tot los bodemmateriaal; scherp overgaand in
Ap3	26-31 cm	idem; massieve structuur in voorheen geploegd materiaal (ploegzool); vrij scherp overgaand in
C21g	31-37 cm	grijsbruine (2,5Y 5/2), humusarme, kalkrijke, matig lichte tot zware zavel; massieve structuur met enkele roestvlekjes (ploegzool); geleidelijk overgaand in
C22g	37-50 cm	grijze (2,5 Y 5/1), humusarme, kalkrijke, matig lichte zavel, fijne gangenstructuur en meer roestvlekken, langzaam overgaand in
	50-90 cm	grijze (5Y 5/1), humusarme, kalkrijke, matig lichte tot zeer lichte zavel; fijne gangenstructuur en veel roestvlekken; geleidelijk overgaand in
	90-120 cm	grijze (5Y 5/1), humusarme, kalkrijke, zeer lichte zavel, gelaagd; fijne gangenstructuur met veel roestvlekken.

3. Grondwaterstand en capillair geleidingsvermogen

3.1. Grondwaterstand

De grondwaterstanden op het proefveld over de jaren 1977, 1978 en 1979 zijn weergegeven in figuur 3, tezamen met de neerslag, die in decaden is weergegeven. Van het zeer droge jaar 1976 zijn geen gegevens voorhanden. De droogte moet toen zeer lage grondwaterstanden tot gevolg hebben gehad. Op het proefveld zullen deze langdurig dieper dan 2 m zijn geweest. De jaren 1977 en 1979 vertonen een vrij normaal grondwaterstandsverloop. In 1979 was omstreeks juni de grondwaterstand hoog ten gevolge van veel neerslag. Het jaar 1978 was langdurig nat. In het winterhalfjaar viel toen betrekkelijk weinig neerslag en het grondwaterstands-niveau lag op ca 80 cm. In nattere perioden van de winter werd een gemiddelde grondwaterstand van ca 60 cm gemeten; een diepte die voldoet aan de norm van een goede ontwatering. Bij het begin van de voorjaarswerkzaamheden lag het grondwaterstands-niveau op ca 90 cm beneden maai-veld; een diepte die overeenkomt met de diepte van de drainage. Kort samengevat kunnen de onderzoekingsjaren als volgt worden gekarakteriseerd: 1976 was gedurende het groeiseizoen langdurig droog, 1977 kenmerkte zich door een droog voorseizoen en een nat naseizoen, 1978 was nat met slechts een drogere periode in augustus en september en 1979 had een nat voorseizoen en een droog naseizoen.

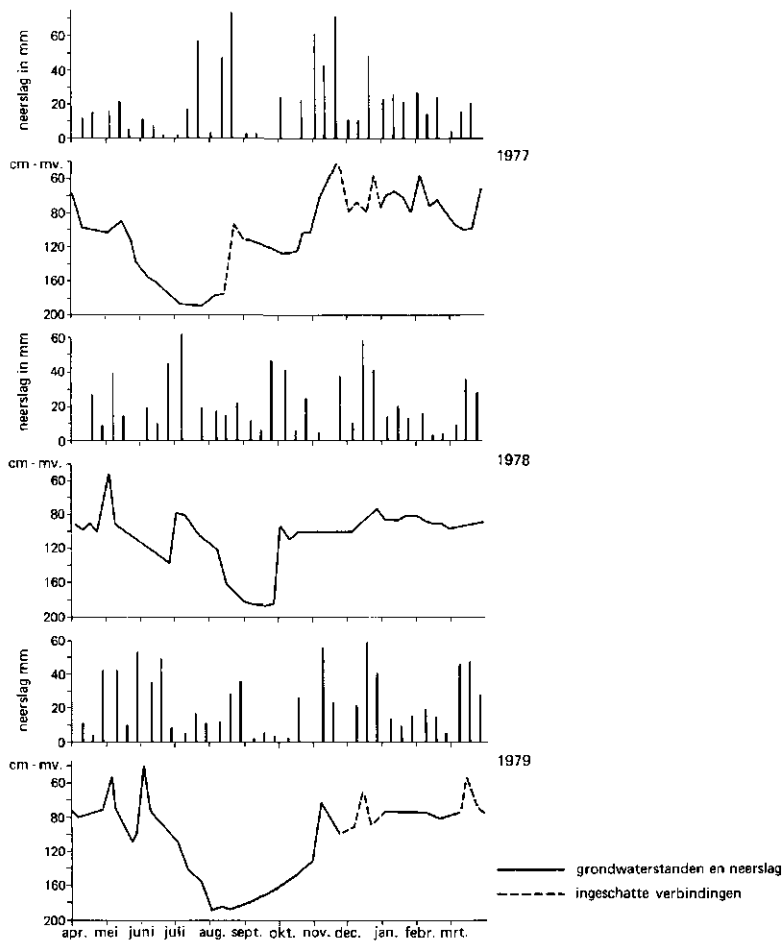


Fig. 3. Grondwaterstanden en neerslaghoeveelheden in decaden over de jaren 1977, 1978 en 1979.

3.2. Capillair geleidingsvermogen

De lichtzavelige ondergrond van het bodemprofiel heeft een groot capillair geleidingsvermogen. Bij onttrekking van vocht aan de wortelzone ontstaat een capillaire vochtstroom vanuit het grondwater die in droge perioden wel tot meer dan 2 mm water per dag aan de wortelzone kan bijdragen. In de zomer van 1976 lag het vochtfront op 8 september onder een droge bovengrond op 60 à 70 cm diepte. De grondwaterspiegel bevond zich toen dieper dan 200 cm beneden maaiveld. De werking van het capillaire geleidingsvermogen is bij sterk opdrogend weer zeer duidelijk te constateren aan een verse slootwand (fig. 4). De grens tussen nat-droog valt in dit geval samen met de grens van zware naar lichte zavel op een diepte van 40 cm beneden maaiveld.

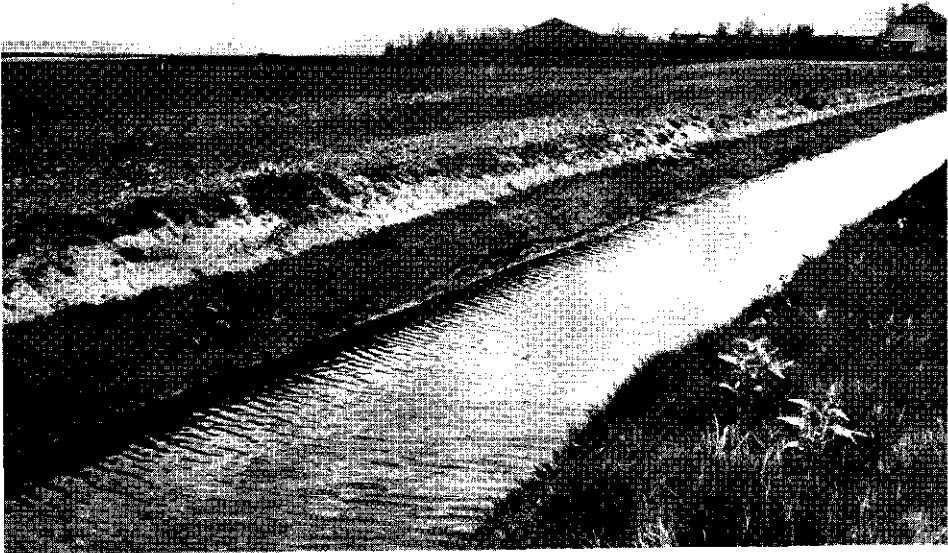


Fig. 4. Capillaire opstijging vanuit grondwater, zichtbaar aan verse slootwand.

4. Poriënvolume en grond-water-luchtverhoudingen

Op het proefveld werden grondbewerkingssystemen getoetst. De aard van de systemen (objecten A, B1 en C) is beschreven door Lumkes in een bijdrage aan deze publikatie.

Van de grondbewerkingssystemen objecten A, B1 en C zijn in een aantal herhalingen van karakteristieke bodemhorizonten, bemonsteringen voor pF-onderzoek uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van 100 cc ringen, die in een profielkuil horizontaal in de wand zijn gedrukt. In verband met de verschillen in homogeniteit ten aanzien van de dichtheid tussen onder- en bovengrond, zijn er in de bovenste horizonten telkens vijf ringen per laag bemonsterd en in de onderste horizonten drie ringen per laag. De bemonsteringen vonden plaats in het voorjaar kort na het zaaien of poten van de gewassen.

De grond-water-luchtverhoudingen van een tweetal profielbemonsteringen zijn in figuur 5 afgebeeld.

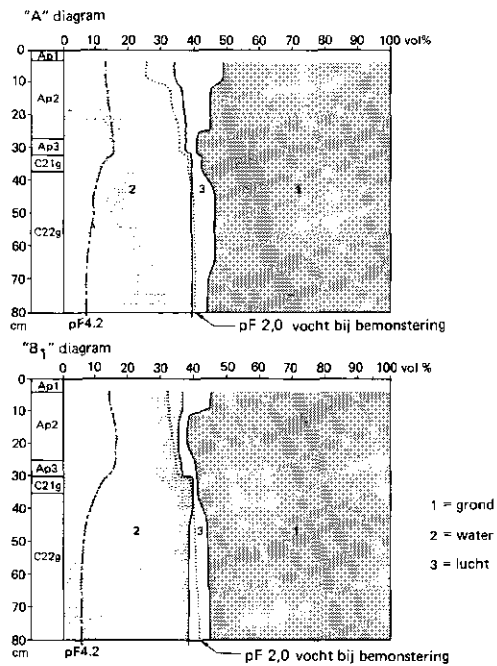


Fig. 5. Grond-water-luchtverhouding bij pF 2, 0.

De verschillen in de bouwvoor (Ap₂-horizont) tussen de systemen A en B1 hangen volledig samen met de wijze van grondbewerking. De grond van systeem A is telkenjare 25 cm diep geploegd en die van systeem B1 is sinds vijf jaar lang hoogstens enkele cm's diep gecultiveerd. Het relatief hoge luchtgehalte in de bovenste 10 cm van het profiel op systeem B1 kan toegeschreven worden aan het optreden van krimp en zwel bij droogte en regen en eventuele vorstwerking in de winter.

In fig. 6 worden de verlopen van resp. het poriënvolume en de vochtvolumeprocenten en lucht met de diepte weergegeven.

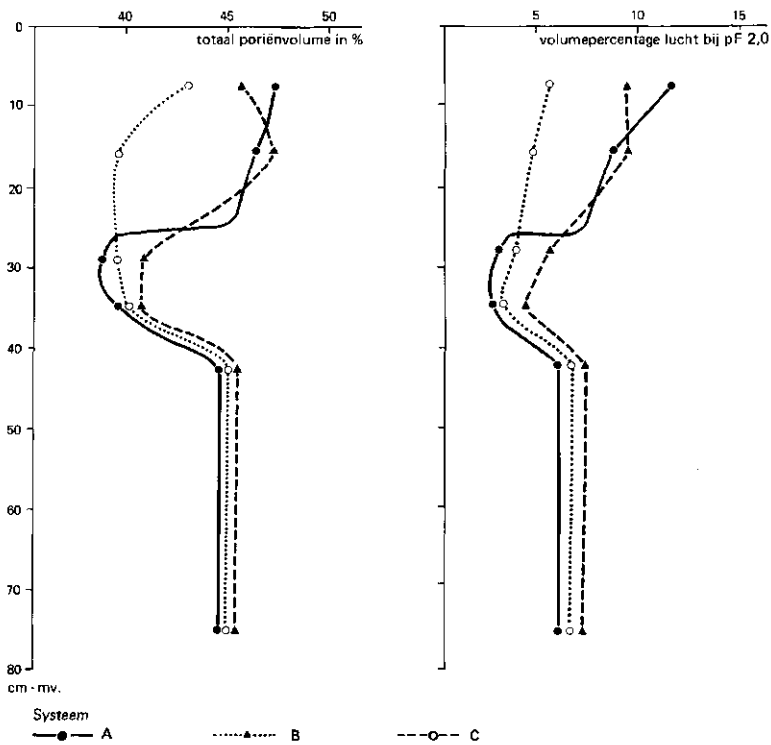


Fig. 6. Het gemiddelde poriënvolume en het volumepercentage lucht bij pF 2,0.

Bij een drukhoogte van -100 cm water (pF 2,0) heeft het bewerkte deel van de bovengrond (Ap2-horizont) op de systemen A en C een vrij hoog luchtgehalte. De afname van het poriënvolume, alsmede van het luchtvolume, verliep op de overgang naar de ploegzool op systeem C geleidelijker als gevolg van de gemiddeld minder diepe grondbewerking dan op systeem A.

Bij de vastegrondsteeft (B1) bedroeg het luchtgehalte in de niet bewerkte bovengrond nauwelijks de helft van dat in de overeenkomstige laag op de systemen A en C. Vooral in natte perioden zal een laag volumepercentage aan lucht het goed functioneren van wortels in sterke mate beperken als gevolg van zuurstofgebrek. Bij alle grondbewerkingsystemen is op een diepte van ca 30 cm beneden maaiveld het poriënvolume en het volumepercentage aan lucht laag (fig. 5). De verschillen op deze diepte tussen de systemen A, B1 en C zijn niet veroorzaakt door verschillen in grondbewerking, maar hangen o.a. samen met plaatselijke variaties in het veld. Alleen op systeem A, waar telkens tot op een diepte van 25 cm is geploegd, kan op die diepte enige toename in verdichting worden verwacht. De hoeveelheid lucht in de ploegzool verkeert langdurig in een minimum, nl. < 5 volumeprocenten. Pas als de grond uitdroogt (drukhoogte -2500 cm water) kan het luchtgehalte tot 10 of meer volumeprocenten stijgen. Ter plaatse kan de grond dan te droog zijn voor een goede vochtopname door de plant. Op systeem B1 met een vaste grond op een diepte van 5 à 10 cm beneden maaiveld zijn de omstandigheden voor een goede en snelle beworteling nog ongunstiger.

De zeer lichtzavelige ondergrond met de nogal fijne gangenstructuur heeft bij een drukhoogte van -100 cm water (pF 2,0) een volumepercentage aan lucht van 6 à 7%. Deze drukhoogte zal pas bereikt worden bij een grondwaterstand van 150 cm beneden maaiveld of dieper. De zuurstofvoorziening in de ondergrond is daarom langdurig niet optimaal. De aëratie in de ondergrond zal in natte perioden bovendien nog belemmerd worden door de verdichte laag onder de bouwvoor.

5. Mechanische weerstand

De mechanische weerstand van de grond is jaarlijks in het voorjaar kort na het zaaien of poten bij veldcapaciteit met behulp van de penetrograaf bepaald (Van Soesbergen en Vos, 1972). Hierbij is een conus gebruikt van 1 cm² met een tophoek van 60°. Tot op een diepte van 80 cm beneden maaiveld is de weerstand per onderzoeksplek in vijf herhalingen bepaald. Aangezien enige wrijvingsweerstand van de grond op de sondeerstang moest worden overwonnen is een correctie in de metingen toegepast voor de horizonten beneden de bouwvoor.

In fig. 7 zijn voor ieder jaar de gemiddelde indringingsweerstand van alle metingen per systeem weergegeven.

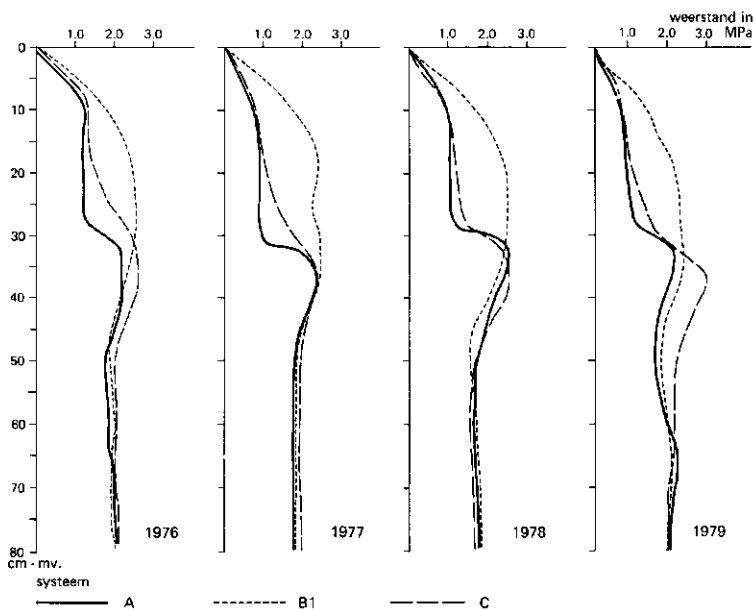


Fig. 7. Gemiddelde indringingsweerstand per jaar bij verschillende grondbe-
werkingsystemen.

In de bovengrond konden telkenjare dezelfde verschillen worden geconstateerd, die verband hielden met de wijze van grondbewerking. Aangenomen wordt dat de groei van wortels geen problemen ondervindt bij een mechanische weerstand van minder dan 1,5 MPa. Bij 1,5 tot 3,0 MPa wordt de beworteling min of meer geremd. De mate waarin de wortelgroei wordt afgeremd, hangt echter mede af van het gewas. Boven 3,0 MPa is wortelgroei nauwelijks meer mogelijk, tenzij er verticale gangen en scheuren voorkomen groter dan 200 µm (Wiersum, 1957; Taylor and Gardner, 1963; Houben, 1981).

De lossegrondsteelt, waarbij ieder jaar tot 25 cm diepte geploegd werd (systeem A), had tussen 10 en 25 à 30 cm diepte een lage indringingsweerstand. Bij systeem C, waar de grond minder diep bewerkt werd, liep de indringingsweerstand aan de onderzijde van de bouwvoor op als gevolg van de minder losse structuur op die diepte. Bij vastegrondsteelt (systeem B1) liep de indringingsweerstand op een diepte van 6 à 10 cm al sterk op. Sinds 1971 werd deze grond alleen voor de verbouw van aardappelen tot ca 6 cm diepte losgemaakt. Na enkele jaren konden reeds zeer hoge indringingsweerstand worden gemeten. De toplaag tot ca 10 cm diepte maakte hierop een uitzondering. Behalve de zeer oppervlakkige bewerking voor de teelt van aardappelen hebben ook klimatologische invloeden en wortels op die laag een gunstige invloed uitgeoefend.

De ploegzool wordt gekenmerkt door zeer hoge indringingsweerstand. Vooral op systeem A, gaat de losse bovengrond op ca 30 cm diepte scherp over in de vaste, massieve laag. Naarmate het verschil in dichtheid tussen losse en vaste grond groter is en de overgang ervan abrupter, heeft de beworteling meer moeite om in de vaste, massieve laag door te dringen (Schoorman e.a., 1974). Op systeem C was de overgang van de losse bovengrond naar de vaste ploegzool geleidelijker, evenals het verloop van de indringingsweerstand. De indringingsweerstand in de diepere ondergrond is vrij hoog, nl. ca 2,0 MPa. Deze indringingsweerstand wordt bij veel zavelgronden met een ondergrond van zeer lichte zavel aangetroffen. Verschillen in dichtheid als gevolg van verschillen in zaai- of pootbedbereiding in samenhang met het systeem van grondbewerking kwamen ook tot uiting in verschillen in indringingsweerstand van de bouwvoor (tabel 1).

Tabel 1. Gemiddelde indringingsweerstand in MPa op enkele diepten van de bouwvoor.

Systeem	A				B1				C			
	s.b.	z.g.	aa.	w.t.	s.b.	z.g.	aa.	w.t.	s.b.	z.g.	aa.	w.t.
diepte in												
cm -mv.												
5	0,7	0,5	0,3	0,7	1,2	0,9	0,7	1,0	0,7	0,5	0,4	0,7
10	1,2	1,0	0,7	0,9	1,7	1,7	1,1	1,4	1,2	0,8	0,7	0,9
20	1,0	0,9	1,1	0,9	2,3	2,2	2,3	2,2	0,9	1,2	1,3	1,3
25	1,1	0,9	1,1	0,8	2,3	2,1	2,3	2,2	0,9	1,4	1,5	1,6

Op systeem A was de indringingsweerstand op een diepte van 5 en 10 cm bij de teelt van suikerbieten het hoogst en bij de teelt van aardappelen het laagst. Dit verschil bleek samen te hangen met de diepte waarop de voorjaarsgrondbewerking, resp. bij aardappelen en suikerbieten, werd uitgevoerd. Overigens liep de indringingsweerstand in de onderste helft van de bouwvoor op tot ruim 1 MPa. Deze was hoger dan die op vergelijkbare diepte bij granen. De intensieve grondbewerking in het voorjaar voor aardappelen en suikerbieten in vergelijking met die voor granen heeft mogelijk een verdichtende werking op de onderste helft van de bouwvoor.

Op systeem C waren de indringingsweerstand op 5 en 10 cm diepte vrijwel gelijk aan die op systeem A. De weerstanden in de onderste helft van de bouwvoor konden in verband gebracht worden met de uiteenlopende grondbewerkingen, die voor de verschillende teelten werden uitgevoerd. In de herfst voorafgaande aan de teelt van suikerbieten werd de grond op systeem C, evenals op systeem A, tot 25 cm diepte geploegd. De indringingsweerstand op die diepte was dan ook ongeveer gelijk aan die op systeem A. Na suikerbieten werd op systeem C de grond niet dieper bewerkt dan 15 cm, d.w.z. voor zomergerst in de voorafgaande herfst gecultiveerd, voor aardappelen ondiep geploegd en voor wintertarwe weer gecultiveerd. Bij deze grondbewerkingen bleef de onderste helft van de bouwvoor onaangeroerd, waardoor de indringingsweerstand opliepen van 0,9 tot 1,6 MPa.

Op systeem B1 werd alleen de toplaag bij de aardappelteelt losgemaakt. Het effect van dit losmaken bleef nog merkbaar bij de teelt van het daaropvolgend verbouwde gewas wintertarwe. Bij de teelt van suikerbieten en zomergerst werden maximale indringingsweerstand gevonden. Deze bedroegen in het bovenste deel van de bouwvoor 1 MPa tot meer dan 2 MPa in het onderste deel.

6. Bewortelingsopnamen

De beworteling van de gewassen is in de jaren 1976 t/m 1979 bij enkele groeistadia in profielkuilen opgenomen. Het wortelstelsel werd hierbij opgenomen volgens de gewijzigde methode Reymerink (1964). Hiertoe worden dwars op de zaai- of pootrichting over een breedte van 80 cm kuilen gegraven tot op een diepte waarop de beworteling voorkomt. De profielwand wordt glad afgestoken. Bij aardappelen en suikerbieten gebeurt dit door de planten midden door te steken en bij granen wordt de kuil zo dicht mogelijk langs de halmen afgestoken. Een stuk plasticfolie wordt dan allereerst tegen de wand aangebracht, waarop de bodemhorizonten en structuurgrenzen worden overgetekend. Na verwijdering van de plasticfolie wordt het profiel over een dikte van 2 à 3 mm met een puntig mesje uitgeprepareerd om zoveel mogelijk wortels bloot te leggen. De plasticfolie wordt dan

De dieptegroei van de wortels is o.a. afhankelijk van de erfelijke aanleg van de plant, de profieleigenschappen en de grondwaterstand. Op verdichtingen zoals ploegzolen, reageert het ene gewas sterker dan het andere. Als effectieve bewortelingsdiepte wordt die diepte aangehouden, waarbinnen 80% of 90% van de wortels voorkomen. De onderste 10% of 20% van de wortels zullen evenwel bij langdurige droogte van betekenis zijn voor de vochtvoorziening van het gewas. In tabel 2 wordt de over de verschillende onderzoekingsjaren gemiddelde bewortelingsdiepte per gewas en per grondbewerkingssysteem weergegeven, nl. de gemiddelde dikten van de zones met 90% en 100% van het aantal wortels resp. in het begin en op het eind van het groeiseizoen. Is de afstand tussen de 90%- en de 100%-dieptegrens groot, dan is de ondergrond in de regel ijl (vaak te ijl) beworteld. Liggen zowel de 90%- als de 100%-zone diep en dicht bij elkaar, dan zal een gewas over een goede vochtvoorziening kunnen beschikken, hetgeen van groot belang is bij langdurige droogte.

Tabel 2. De gemiddelde dikte van de zone, waarin 90%, resp. 100% van het aantal wortels voorkomt.

gewas	systeem	dikte van de zone in cm met			
		90%	100%	90%	100%
		van het aantal wortels			
opname					
		april/mei		juli	
wintertarwe	A	35	65	90	105
	B1	40	65	80	110
	C	40	70	90	110
opname					
		mei/juni		juli	
zomergerst	A	35	60	80	100
	B1	40	60	70	100
	C	40	55	85	105
opname					
		juni		aug./sept.	
aardappelen	A	20	30	30	60
	B1	10	25	25	60
	C	15	30	30	60
opname					
		juni/juli		sept.	
suikerbieten	A	35	75	50	110
	B1	30	75	45	110
	C	40	75	50	110

Wortels reageren op verschillen in dichtheid van de grond. Naarmate de structuurverschillen tussen losse- en vaste grond groter zijn des te moeilijker dringen de wortels naar beneden door (Schuurman e.a., 1974). Zo waren op systeem A de structuurverschillen tussen losse bouwvoor en de vaste ploegzool groter dan op systeem C. Dit gaf op systeem A wat sterker remming op de dieptegroei van de wortels. Deze remming kwam bij de eerste opname in de 90%-dieptegrenzen tot uiting bij granen. Bij de eerste opname hadden de wortels van aardappelen de ploegzoldiepte nog niet bereikt. Voor de teelt van suikerbieten is zowel op systeem C als op systeem A 25 cm diep geploegd. Bij de eerste opname is in bewortelingsdiepte tussen A en C dan ook geen verschil aangetroffen. Deze remming in wortelgroei op de vastegrondsteeft (systeem B1) kwam het beste tot uiting in de 90%-dieptegrenzen bij de eerste bewortelingsopnamen van aardappelen en suikerbieten. De beworteling van deze gewassen bleef toen op systeem B1 achter bij die op de systemen A en C. Bij aardappelen reikte ook de zone met 100% aan wortels op systeem B1 minder diep dan op A en C.

Bij opname aan het eind van de gewasgroei zijn er tussen de systemen A en C geen noemenswaardige verschillen meer geconstateerd. Alleen op systeem B1 bleef de 90%-dieptegrens van de beworteling bij granen en aardappelen achter bij die op de systemen A en C.

Behalve de bewortelingsdiepte is ook het aantal gevormde wortels en de verdeling van de wortels over het profiel van belang (tabellen 3 en 4, fig. 10). Wat de totale aantallen wortels betreft, is gebleken dat op systeem B1 minder wortels zijn gevormd dan op de systemen A en C. In de beginperiode van de groei maakten suikerbieten hierop een uitzondering. Op systeem B1 werd voor de teelt van suikerbieten het bovenste dunne laagje van de vaste bovengrond los gemaakt voor het verkrijgen van een goed zaai-bed. Dit leidde kennelijk tot een sterke vermeerdering van wortels in de toplaag. Ook bij aardappelen en bij zomergerst kon dit worden vastgesteld. De overigens gemiddelde lagere waarden aan wortels op systeem B1 in vergelijking met die op systemen A en C konden vooral worden toegeschreven aan de veel ijlere beworteling in de Ap₂-horizont op systeem B1. Hoewel de totale hoeveelheid wortels op de systemen A en C weinig van elkaar verschilden, konden toch verschillen tussen de hoeveelheid wortels, die zich in de Ap₁- en Ap₂-horizont hadden gevormd, worden geconstateerd. Op systeem A was de bewortelingsintensiteit in de Ap₁-horizont iets kleiner en in de Ap₂-horizont iets groter dan in de overeenkomstige horizonten op systeem C. De Ap₂-horizont op systeem C bevatte meer vaste, slecht bewortelbare kluiten dan de overeenkomstige horizont op systeem A (tabel 5). De verticale wandoppervlakte aan vaste kluiten bedroeg op systeem C ca 25% van de totale oppervlakte en op systeem A 10%.

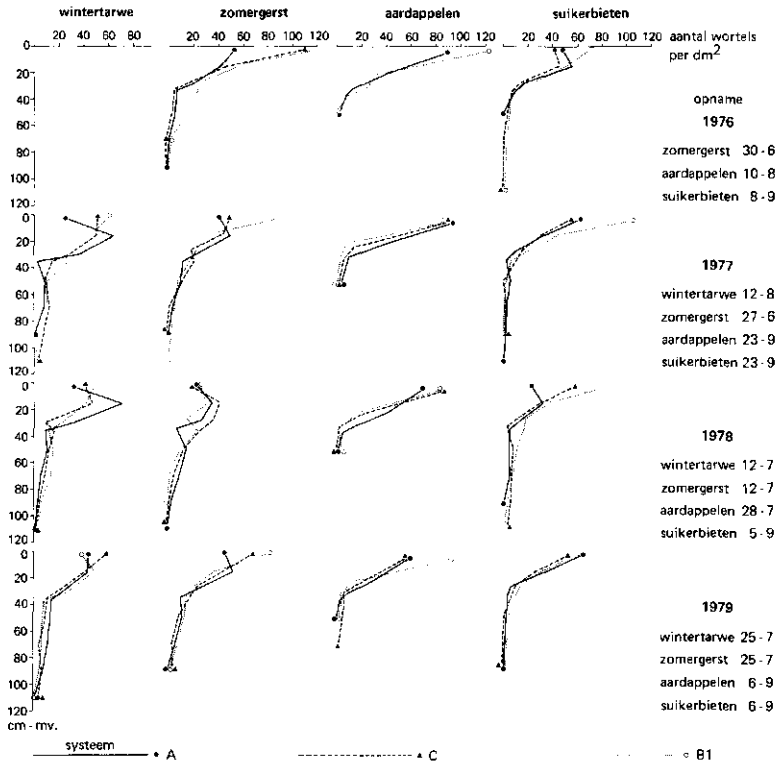


Fig. 10. Aantal wortels per dm² verticale profieldoorsnee.

Tabel 3. Totaal aantal wortels per profielbreedte van 70 cm.

opname			totaal aantal wortels				
bewor- teling	gewas	systeem	1976	1977	1978	1979	gemid- deld
mei	winter-	A	-	1032	522	723	760
		B1	-	540	659	545	580
		C	-	711	533	725	660
juni/ juli	tarwe	A	-	1466	1659	1502	1540
		B1	-	1398	1400	1107	1300
		C	-	1468	1366	1273	1370
juni	zomer-	A	496	932	945	905	820
		B1	791	511	997	804	780
		C	788	808	1097	898	900
juli	gerst	A	1111	1362	1252	1426	1290
		B1	791	1152	986	1332	1070
		C	1441	1276	1209	1417	1340
juni/ juli	aard-	A	1140	912	780	741	890
		B1	579	633	932	775	730
		C	800	604	864	812	770
augus- tus	appelen	A	1151	1294	1162	934	1140
		B1	1550	888	1050	946	1110
		C	1497	1170	1071	882	1520
juni/ juli	suiker-	A	485	336	566	514	480
		B1	840	260	709	455	570
		C	558	328	618	490	500
sep- tember	bieten	A	1315	949	774	815	970
		B1	1269	949	1084	739	830
		C	1035	848	873	778	880

telstelsel naar de ondergrond verliep traag. Bij veel neerslag, waardoor de luchtvoorziening in het gedrang kwam, verliep de beworteling naar de diepte trager. Ondiep vertakte en min of meer "raapvormige" bieten waren hiervan het gevolg. Wintertarwe was het beste in staat om het profiel regelmatig te bewortelen. Een intensieve beworteling bij aardappelen bleef beperkt tot de losse, vaak wat kluitigerige rug. Beneden deze rug vond een sterke horizontale wortelgroei plaats en langs enige macroporiën en krimpscheurtjes kon slechts een beperkt aantal wortels doordringen tot op een diepte vergelijkbaar met die op de systemen A en C. Op systeem B1 bleef bij alle gewassen de regelmaat in de wortelontwikkeling alsmede het totale aantal gevormde wortels achter bij dat op de systemen A en C. De waargenomen verschillen in opbrengsten zullen hier in sterke mate mee samenhangen.

8. Literatuur

- Bakker, H. de & J. Schelling, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland, de hogere niveaus. Pudoc, Wageningen.
- Houben, J.M.M.Th., 1981: Bodemdichtheid en gewasgroei. Cultuurtechnisch Tijdschrift 21-3; 144-159.
- Ovaa, I. & G.A. van Soesbergen, 1978: Het effect van diepe grondbewerking op de wortelontwikkeling van akkerbouwgewassen op klei- en zavelgronden. Tussentijds verslag nr. 4 project 092.34. Stiboka, Wageningen.
- Reijmerink, A., 1964: Een verbeterde methode voor bewortelingsonderzoek. Meded. Dir. Tuinb. 20. 1; 42-49.
- Schuurman, J.J., J.J.H. de Boer & L. Knot, 1974: De reactie van de wortelgroei, opname en spruitgroei van haver op de dichtheid van zandgrond. Landbouwkundig Tijdschrift. 86.10.
- Soesbergen, G.A. van & Th.C. Vos, 1972: Een penetrograaf voor toegepast bodemkundig onderzoek. Cult. Tijdschr. 12. 3; 129-134.
- Stichting voor Bodemkartering, 1967: Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000; Blad 43 Oost, blad Willemstad, Wageningen.
- Stichting voor Bodemkartering, 1971: De Stichting voor Bodemkartering in 1971. Beknopt jaarverslag, Wageningen.
- Taylor, H.M., and H.R. Gardner, 1963: Penetration of cotton seedling toproots as influenced by bulk density, moisture content and strength of soil. Soil sci. 96: 153-156.
- Westmaas Research Group, 1980: Experiences with three tillage systems on a marine loam soil I: 1972-1975. Agricultural Research Reports 899. Pudoc, Wageningen.
- Wiersum, L.K., 1957: Problemen en methodiek van fysiologisch- oecologisch wortelonderzoek, T.N.O.-Nieuws 12, 8-11.

Bedrijfseconomische evaluatie over 1976 t/m 1979 van enkele
grondbewerkingssystemen op de proefboerderij Westmaas

Ing. H. Preuter

<u>Inhoud</u>	blz.
1. Inleiding	3
2. Saldo per gewas	3
3. Manuren per ha gewas bij eigen mechanisatie	5
4. Bedrijfsoppervlakte en arbeidsbezetting	6
5. Werktuigen, loonwerk, arbeidsaanbod en gebouwen	6
6. Niet-toegerekende kosten	7
7. Samenvatting bedrijfsbegrotingen	8
8. Bedrijfsoppervlakte en ondernemersoverschot	9
9. Benodigde bruto-geldopbrengst	12
10. Samenvatting en conclusies	14

1. Inleiding

De bedrijfseconomische evaluatie heeft betrekking op de tweede rotatie, die is uitgevoerd gedurende de jaren 1976 t/m 1979. Het betreft het bouwplan met consumptie-aardappelen - wintertarwe - suikerbieten en zomergerst (systeem A, B1 en C).

In het proefveld kwamen alle gewassen van de rotatie elk jaar voor. De proef lag per object in drievoud.

De opbrengsten zijn bepaald bij drie stikstofniveaus. Dit zijn de praktijkgift stikstof (P), de praktijkgift minus 20% (P-) en de praktijkgift plus 20% (P+).

Bij de evaluatie is uitgegaan van de gemiddelde opbrengsten gedurende de tweede rotatie bij het optimale stikstofniveau. Hierbij is uitgegaan van het hoogste saldo van de bruto-geldopbrengst minus de kosten van de stikstof. De optimale stikstofgift was voor de losse- en vastegroundsteelt de praktijkgift plus 20% en voor de rationele groundbewerking de praktijkgift.

De gemiddelde optimale stikstofgift per gewas over de tweede rotatie per groundbewerkingssysteem is in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Optimale stikstofgift in kg per ha.

Omschrijving	lossegronds- teelt (A)	vastegrounds- teelt (B1)	rationele groundbewerking (C)
aardappelen	295	295	248
wintertarwe	102	100	82
grasgroenbemesting	50	50	50
suikerbieten	193	200	157
zomergerst	65	62	40
grasgroenbemesting	50	50	50
gemiddeld per ha	189	189	157

2. Saldo per gewas

Van elk gewas is bij elk groundbewerkingssysteem een saldo per ha berekend, gebaseerd op de prijzen en kosten omstreeks 1980.

Het saldo bestaat uit de bruto-geldopbrengst minus de toegerekende kosten. Onder de toegerekende kosten zijn o.a. opgenomen de kosten van zaaizaad, pootgoed, meststoffen, bestrijdingsmiddelen en rente. In tabel 2 zijn de saldi van de gewassen per groundbewerkingssysteem gegeven.

tabel 2. Opbrengsten, toegerekende kosten en saldi van de gewassen per grondbewerkings-systeem.

gewas	opbrengst in kg/ha		in gld. per ha.			toegerek. kosten	saldo
	hoofd- prod.	bij- produkt	bruto-geldopbrengst				
			hfdpr.	bijpr. totaal			
<u>lossegrondsteelt (A)</u>							
aardappelen	38750	7340	9688	440	10128	3274	6854
wintertarwe	6681	-	3207	-	3207	1007	2200
groenbemesting	-	-	-	-	-	294	-294
suikerbieten	9061	-	5890	-	5890	1849	4041
zomergerst	5135	-	2362	-	2362	386	1976
groenbemesting	-	-	-	-	-	270	-270
gem. per ha	-	-	5287	110	5397	1770	3627
<u>vastegroundsteelt (B1)</u>							
aardappelen	33730	10730	8433	644	9077	3226	5851
wintertarwe	6187	4000	2970	280	3250	1010	2240
groenbemesting	-	-	-	-	-	744	-744
suikerbieten	7873	-	5117	-	5117	1896	3221
zomergerst	5109	-	2350	-	2350	380	1970
groenbemesting	-	-	-	-	-	733	-733
gem. per ha	-	-	4718	231	4949	1997	2951
<u>rationele grondbew. (C)</u>							
aardappelen	39170	7700	9793	462	10255	3217	7038
wintertarwe	6515	-	3127	-	3127	968	2159
groenbemesting	-	-	-	-	-	294	-294
suikerbieten	9151	-	5948	-	5948	1794	4154
zomergerst	5087	-	2340	-	2340	347	1993
groenbemesting	-	-	-	-	-	443	-443
gem. per ha	-	-	5302	116	5418	1766	3652

Uit tabel 2 blijkt dat het gemiddelde saldo per ha cultuurgrond met f 3652,- het hoogste is bij de rationele grondbewerking. Het saldo is bij de lossegrondsteelt iets lager en bij de vastegroundsteelt veel lager dan bij de rationele grondbewerking.

Het saldo van de aardappelen is bij de vastegroundsteelt f 1187,-, van de suikerbieten f 933,- en van de groenbemestingen gemiddeld f 373,- per ha lager dan bij de rationele grondbewerking. Het saldo van de granen is gemiddeld iets hoger, mede omdat bij de vastegroundsteelt is aangenomen dat het stro wordt geoogst.

3. Manuren per ha bij eigen mechanisatie

Op basis van de werkbreedte of capaciteit van de werktuigen is de taaktijd in manuren per ha gewas berekend. De taaktijd is de tijd die nodig is voor het uitvoeren van de werkzaamheden, met toeslagen voor rust en persoonlijke verzorging, storing, aan- en aflooptijd en transporttijd.

De manuren per ha van de gewassen zijn in tabel 3 gegeven. Hierbij is uitgegaan van de arbeidsuren bij eigen mechanisatie. De werkzaamheden per gewas beginnen met de zaai- of pootbedbereiding en worden afgesloten met de hoofdgrondbewerking voor het volgende gewas.

tabel 3. Manuren per ha gewas bij eigen mechanisatie.

omschrijving	lossegronds- teelt (A)	vastegronds- teelt (B1)	rationele grond- bewerking (C)
<u>AARDAPPELEN</u>			
aangedreven eg en frezen	-	4,2	0,5
kunstm. strooien en spuiten	6,0	6,0	6,0
poten	2,5	2,0	2,0
rijenfrezen	-	2,5	2,5
rooien en afvoer	14,8	14,8	14,8
cultivateren (triltand)	0,7	0,7	0,7
ploegen	2,1	-	-
cultivateren (vaste tand)	-	-	1,2
totaal	26,1	30,2	27,7
<u>WINTERTARWE</u>			
zaaien	1)	1,0	1)
kunstm. strooien en spuiten	4,0	4,0	4,0
maaidorsen en afvoer	2,8	2,8	2,8
persen en afvoer	-	2,1	-
ploegen	2,1	-	2,1
totaal	8,9	9,9	8,9
<u>GROENBEMESTING NA WINTERTARWE</u>			
zaaien en kunstm. strooien	1,5	1,5	1,5
spuiten	0,5	1,0	0,5
totaal	2,0	2,5	2,0
<u>SUIKERBIETEN</u>			
eggen, rollen en frezen	-	4,7	0,5
kunstm. strooien en spuiten	3,5	3,5	3,5
zaaien	1,1	1,1	1,1
schoffelen en handwieden	9,8	8,0	9,8
rooien en afvoer	8,5	8,5	8,5
cultivateren (triltand)	0,7	0,7	0,7
ploegen	2,1	-	-
cultivateren (vaste tand)	-	-	1,2
totaal	25,7	26,5	25,3
<u>ZOMERGERST</u>			
zaaien, kunstm.str. en spuiten	2,0	2,0	2,0
maaidorsen en afvoer	2,8	2,8	2,8
ploegen	2,1	-	1,5
totaal	6,9	4,8	6,3
<u>GROENBEMESTING NA ZOMERGERST</u>			
zaaien en kunstmest strooien	C+0,5	C+0,5	C+0,5
spuiten	0,5	1,0	1,0
totaal	1,0	1,5	1,5

1) combinatie van bewerkingen

Uit tabel 3 blijkt dat het gemiddelde aantal manuren per ha het laagste is op het systeem met lossegrondsteelt en het hoogste op de vastegroundsteelt. Bij de lossegrondsteelt wordt bij het zaaien en poten een aantal werkzaamheden gecombineerd. Bij de vastegroundsteelt is wel de hoofdgrondbewerking vervallen, maar het frezen van de grond in het voorjaar voor de aardappelen en suikerbieten vraagt extra tijd.

4. Bedrijfsoppervlakte en arbeidsbezetting

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

De oppervlakte cultuurgrond is in de berekeningen gesteld op 36 ha, 48 ha, 60 ha, 72 ha, 84 ha en 96 ha.

De arbeidsbezetting is minimaal op één man gesteld.

De mogelijkheid is verondersteld om voor het wieden los personeel aan te trekken. In hoeverre dit nodig is, hangt af van de oppervlakte van de betreffende gewassen per man.

5. Werktuigen, loonwerk, arbeidsaanbod en gebouwen

In de berekeningen is aangenomen dat een aantal werkzaamheden in eigen mechanisatie of in loonwerk kan worden uitgevoerd. De eigen mechanisatie kan, indien die voordeliger is of voor de werkorganisatie nodig is, een combinatie zijn met andere bedrijven. Hierbij is ervan uitgegaan dat maximaal drie bedrijven samenwerken. De volgende werkzaamheden kunnen naar keuze in eigen mechanisatie of tegen het vermelde tarief in loonwerk worden uitgevoerd.

Ploegen	à f 175, = per ha
Zaaivoorploegen	à f 125, = per ha
Cultivateren vaste tand	à f 95, = per ha
Volveldsfrezen	à f 165, = per ha
Poten aardappelen	à f 175, = per ha
Rijenfrezen aardappelen	à f 150, = per ha
Rooien aardappelen	à f 580, = per ha

Huur doseerbak enz.	à f 360, = per ha
Precisiezaaien en granulaat strooien	à f 140, = per ha
Rooien suikerbieten	à f 570, = per ha
Verspreiding bietenkoppen en -blad	à f 35, = per ha
Afvoer suikerbieten	à f 260, = per ha
Afvoer aardappelen	à f 360, = per ha
Maaidorsen	à f 345, = per ha
Persen en verzamelen (excl. touw)	à f 104, = per ha

Het arbeidsaanbod voor veldwerkzaamheden is voor de maanden april t/m oktober op 80 uur per halve maand per arbeidskracht gesteld. Voor de maanden maart en november is dit 70 uur.

Bij het bepalen van de oppervlakte van de gebouwen is uitgegaan van de benodigde ruimte voor de bewaring van aardappelen en de benodigde vloeroppervlakte per werktuig. De oppervlakte van de werkplaats is op 80 m² gesteld. Daarnaast is rekening gehouden met enige ruimte voor de opslag van kunstmest. De vervangingswaarde voor de gebouwen is voor de aardappelen op f 425, = per ton gesteld, voor de werkplaats op f 20.000, = en voor de werktuigenberging op f 250, = per m².

6. Niet-toegerekende kosten

De kosten van de grond zijn bepaald op basis van pacht. De pachtprijs is op f 775, = per ha cultuurgrond gesteld. Hierbij is rekening gehouden met de kadastrale oppervlakte, waarvoor de pachtprijs in principe geldt.

De kosten van onderhoud van de drainage zijn op f 26, = per ha geschat.

De verharde kavelweg is berekend op 17 m per ha. De vervangingswaarde bedraagt f 100, = per strekkende meter en f 1700, = per ha. De jaarlijkse kosten zijn gesteld op 3% afschrijving, 5% rente (10% van 50% van de vervangingswaarde) en 1% onderhoud. Dezelfde percentages van de vervangingswaarde zijn voor de kosten van de werktuigberging aangehouden.

De jaarlijkse kosten van de aardappelbewaring zijn bepaald op 4% afschrijving, 5% rente (10% van 50% van de vervangingswaarde) en 1% onderhoud, in totaal 10% van de vervangingswaarde. De rente voor de werktuigen is gesteld op 6%, (10% van 60% van de vervangingswaarde). Voor de kosten van afschrijving en onderhoud zijn de gebruikelijke normen aangehouden. De kosten aan brandstof en smeermiddelen zijn op f 6, = per toegerekend trekkeruur geschat.

Het niet-toegerekende loonwerk zoals slootonderhoud is op f 20, = per ha gesteld. De arbeidskosten, inclusief sociale lasten, vakantietoeslag en vergoeding voor overuren, zijn berekend op f 45.000, = per arbeidskracht.

De kosten van water, electriciteit, telefoon, auto, administratie, contributies, abonnementen, advertenties, heffing landbouwschap, w.a.-verzekering bedrijf, vergaderingen, marktbezoek, grondonderzoek, bedrijfskleding, etc. zijn bepaald op f 5000, = per bedrijf en f 60, = per ha.

7. Samenvatting bedrijfsbegrotingen

In tabel 4 is een samenvatting van de bedrijfsbegrotingen gegeven bij een oppervlakte van 60 ha cultuurgrond.

tabel 4. Samenvatting bedrijfsbegrotingen bij een bedrijfsoppervlakte van 60 ha cultuur-
grond.

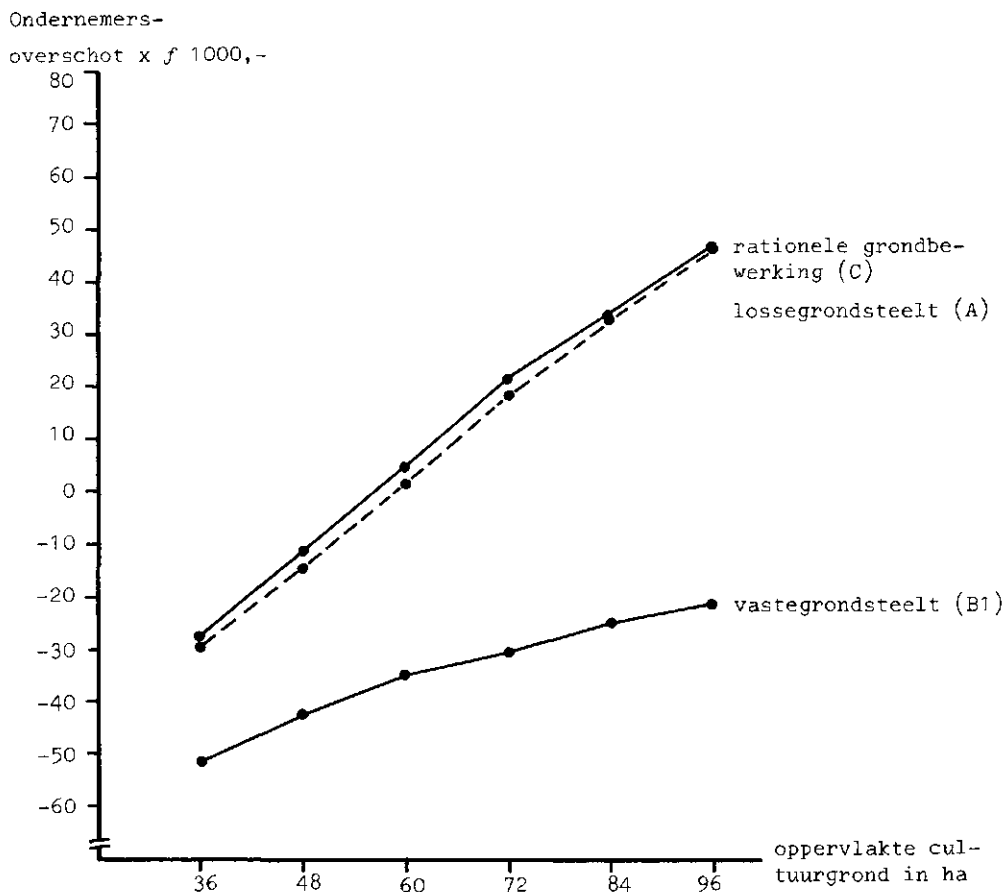
omschrijving	(A)		(B)		(C)	
	lossegrondsteelt		vastegrondsteelt		rationele grondbew.	
	totaal	per ha	totaal	per ha	totaal	per ha
<u>Arbeidsbezetting in vak.</u>	1		1		1	
uren veldwerk	732	12,2	781	13,0	886	14,8
<u>Brutogeldopbr. in gld.</u>	323805	5397	296910	4949	325050	5418
<u>Toeger. kosten in gld.</u>						
zaalzaad/pootgoed	24855	414	24780	413	24780	413
kunstmest	27855	464	27900	465	25110	419
bestrijdingsmiddelen	32655	545	44835	747	34755	579
overig	20835	347	22320	372	21300	355
TOTAAL	106200	1770	119835	1997	105945	1766
<u>Loonwerk in gld.</u>						
ploegen en cultivateren	9300	155	-	-	7350	122
frezen	4875	81	7200	120	2250	38
rooien enz.aardappelen	14100	235	14100	235	14100	235
rooien suikerbieten	8550	143	8550	143	8550	143
afvoer produkten	716	12	1800	30	718	12
overig	-	-	1822	30	262	4
TOTAAL	37541	626	33472	558	33230	554
<u>Niet-toeger. kosten in gld.</u>						
pacht grond enz.	57240	954	57240	954	57240	954
bedrijfsgebouwen	35268	588	34287	572	35839	598
machines en werktuigen	32454	541	33814	564	33951	566
arbeid	45000	750	45000	750	45000	750
algemeen	8600	143	8600	143	8600	143
TOTAAL	178562	2976	178941	2983	180630	3011
Totale kosten	322303	5372	332248	5538	319805	5331
Ondernemersoverschot in gld.	1502	25	-35338	-589	5245	87
verschil t.o.v. rationele grondbewerking	-3743	-62	-40583	-676	-	-
verschil in % van de bruto-geldopbrengst	1,2	1,2	13,7	13,7	-	-

Uit tabel 4 blijkt dat een belangrijk deel van de werkzaamheden bij deze oppervlakte in loonwerk wordt uitgevoerd. Bij eigen mechanisatie bedroeg het aantal arbeidsuren ca 18 per ha, door het loonwerk is dit teruggebracht tot 12 à 15.

De bestrijdingsmiddelen zijn de belangrijkste post van de toegerekende kosten. De variatie in de niet-toegerekende kosten is gering.

8. Bedrijfsoppervlakte en ondernemersoverschot

In figuur 1 is het totale ondernemersoverschot per bedrijfsoppervlakte grafisch weergegeven.



Figuur 1. Bedrijfsoppervlakte en ondernemersoverschot

Uit figuur 1 blijkt dat het ondernemersoverschot bij de vastegronsteelt bij alle bedrijfsoppervlakten belangrijk lager is dan bij de beide andere grondbewerkingssystemen.

In tabel 5 is een overzicht gegeven van het ondernemersoverschot per ha cultuurgrond per bedrijfsoppervlakte. Hierbij zijn ook de verschillen per ha ten opzichte van het ondernemersoverschot bij de rationele grondbewerking weergegeven.

Tabel 5.

Ondernemersoverschot v.d.grondbewerkingssystemen in gld. per ha per bedrijfsoppervlakte.

bedrijfs- oppervlakte in ha	lossegronsteelt (A)		vastegronsteelt (B1)		rationele grondbewer- king (C)
	verschil		verschil		
	gld.per ha	t.o.v. rat.gr.	gld.per ha	t.o.v. rat.gr.	
36	- 824	- 53	- 1430	- 659	- 771
48	- 299	- 61	- 903	- 665	- 238
60	25	- 62	- 589	- 676	87
72	244	- 61	- 403	- 709	305
84	400	- 12	- 294	- 707	412
96	482	- 15	- 219	- 716	497

Uit tabel 5 blijkt dat het ondernemersoverschot op alle bedrijfsoppervlakten bij de lossegronsteelt ca f 50, = per ha lager ligt en bij de vastegronsteelt ca f 700, = per ha lager ligt dan bij de rationele grondbewerking. In tabel 6 is bij de bedrijfsoppervlakte van 60 ha een analyse van de verschillen t.o.v. de rationele grondbewerking weergegeven.

Tabel 6. Analyse van de verschillen in ondernemersoverschot t.o.v. rationele
grondbewerking (C) in gld. per ha.

omschrijving	lossegrondsteelt (A)		vastegroundsteelt (B1)	
	per onderdeel	totaal	per onderdeel	totaal
<u>Meer-opbrengsten</u>		26		34
-granen	26		34	
<u>Minder-opbrengsten</u>		47		503
-aardappelen	32		295	
-suikerbieten	15	---	208	---
verschil in opbrengsten		-21		-469
<u>Minder kosten</u>		76		28
-bestrijdingsmiddelen	35		--	
-overige toeg. kosten	6		--	
-niet toeg. kosten	35		28	
<u>Meer-kosten</u>		117		235
-kunstmest	45		46	
-bestrijdingsmiddelen	--		168	
-overige toeg. kosten	--		17	
-loonwerk	72	---	4	---
Verschil in kosten		41		207
<u>Verschil in ondernemersoverschot</u>		- 62		- 676

Uit tabel 6 blijkt dat het verschil in uitkomsten tussen de lossegrondsteelt en de rationele grondbewerking klein is.

De verschillen in uitkomsten tussen de vastegroundsteelt en de rationele grondbewerking treden vooral op bij de bruto-geldopbrengst van aardappelen en suikerbieten en de kosten van kunstmest en bestrijdingsmiddelen.

9. Benodigde bruto-geldopbrengst

In tabel 7 is aangegeven in welke mate de opbrengsten bij de lossegrondsteelt moeten stijgen om een ondernemersoverschot te leveren dat gelijk is aan het overschot bij de rationele grondbewerking. Hierbij is de benodigde opbrengstverhoging uitgedrukt in procenten van de bruto-geldopbrengst bij de betreffende teelt en in procenten van de bruto-geldopbrengst bij de rationele grondbewerking. Met het verschil in enkele kosten tengevolge van een hogere opbrengst is geen rekening gehouden.

Tabel 7. Benodigde brutogeldopbrengst van de lossegrondsteelt (A) voor gelijke bedrijfsuitkomsten als bij de rationele grondbewerking (C).

bedrijfsopp. in ha.	verschil in ondernemers- overschot gld/ha	benodigde bruto-geldopbrengst		
		In gld. per ha.	In % van de opbrengst van	
			lossegronds- teelt 1) (A)	rationele grond- bewerking 2) (C)
36	-53	5450	101,0	100,6
48	-61	5458	101,1	100,7
60	-62	5459	101,1	100,8
72	-61	5458	101,1	100,7
84	-12	5409	100,2	99,8
96	-15	5412	100,3	99,9

1) f 5397 per ha = 100%

2) f 5418 per ha = 100%

Uit tabel 7 blijkt dat de bruto-geldopbrengst bij de lossegrondsteelt ca 1% moet stijgen voor het verkrijgen van gelijke bedrijfsuitkomsten als bij de rationele grondbewerking. De verschillen tussen de rationele grondbewerking en lossegrondsteelt zijn bij de onderscheiden bedrijfsoppervlakten gering. In tabel 8 is aangegeven in welke mate de opbrengst bij de vastegrondsteelt moet stijgen om een ondernemersoverschot te leveren dat gelijk is aan het overschot bij de rationele grondbewerking.

Tabel 8. Benodigde bruto-geldopbrengst van de vastgrondsteelt (B1) voor gelijke bedrijfsuitkomsten als bij de rationele grondbewerking (C).

bedrijfsopp. in ha.	verschil in ondernemers- overschot gld/ha	benodigde bruto-geldopbrengst		
		in gld. per ha.	in % van de opbrengst van	
			vastegronds- teelt ¹⁾ (B1)	rationele grond- bewerking ²⁾ (C)
36	-659	5608	113,3	103,5
48	-665	5614	113,4	103,6
60	-676	5625	113,7	103,8
72	-709	5658	114,3	104,4
84	-707	5656	114,3	104,4
96	-716	5665	114,5	104,6

1) f 4949 per ha = 100%

2) f 5418 per ha = 100%

Uit tabel 8 blijkt dat de bruto-geldopbrengst bij de vastgrondsteelt met 14% moet toenemen om gelijke bedrijfsuitkomsten als bij de rationele grondbewerking te geven. De opbrengst ligt dan ca 4% hoger dan bij de rationele grondbewerking is gerealiseerd. Deze hogere opbrengst is nodig om de hogere toege-rekende kosten te vergoeden. De bedrijfsoppervlakte beïnvloed ook in deze situatie de benodigde opbrengststijging niet.

10.Samenvatting en conclusies

Op de proefboerderij in Westmaas is in 1971 een proef begonnen om de uitkomsten van enkel grondbewerkingssystemen te vergelijken. Deze systemen bestonden uit lossegrondsteelt, vastegrondsteelt en rationele grondbewerking. De bedrijfseconomische evaluatie heeft betrekking op de tweede rotatie van de gewassen. Dit betreft de oogstjaren 1976 t/m 1979. Het bouwplan, dat in de bedrijfs-economische beoordeling is betrokken, bestond uit consumptie-aardappelen-wintertarwe-suikerbieten en zomergerst.

De conclusies zijn:

- Het bouwplansaldo van de lossegrondsteelt en de rationele grondbewerking ligt ongeveer op een gelijk niveau. Het bouwplansaldo bij de vastegrondsteelt is ca f 700,- per ha cultuurgrond lager dan bij de beide andere grondbewerkingssystemen. Ongeveer dezelfde verschillen treden op bij de bedrijfsuitkomsten. In de kosten van loonwerk en bij de niet-toegerekende kosten zijn geen grote verschillen tussen de grondbewerkingssystemen aanwezig.
- De verschillen in uitkomsten tussen de vastegrondsteelt en de rationele grondbewerking treden vooral op bij de bruto-geldopbrengst van de aardappelen en de suikerbieten en de kosten aan bestrijdingsmiddelen.
- De gerealiseerde brutogeldopbrengst moet bij de vastegrondsteelt met ca 14% toenemen om gelijke bedrijfsuitkomsten te verkrijgen als bij de rationele grondbewerking.
- Voor de vergoeding van de hogere toegerekende kosten bij de vastegrondsteelt t.o.v. de beide andere grondbewerkingssystemen moet de bruto-geldopbrengst van de vastegrondsteelt ca 4% hoger zijn dan de gerealiseerde bruto-geldopbrengst bij de rationele grondbewerking.
- De gerealiseerde bruto-geldopbrengst moet bij de lossegrondsteelt met ca 1% toenemen om gelijke bedrijfsuitkomsten te verkrijgen als bij de rationele grondbewerking.