

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

GRONDBEWERKING GERICHT OP DE PERMANENTE TEELT VAN
DROGE EENJARIGE GEWASSEN OP ZWARE KLEIGROND IN
SURINAME; PROEF CELOS-TERREIN
(onderzoekproject no. 70/25)

P.M. Rijk

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding
van Ir. J.K. Kouwenhoven

februari 1971

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Doel van de proef</u>	6
4. <u>Opzet en uitvoering</u>	7
4.1. Proefveld en teeltkundige aspecten . .	7
4.1.1. Vorm en ligging van het veld . . .	7
4.1.2. Proef- en bemonsteringsschema . .	9
4.1.3. Typen en samenstelling van de grond	9
4.1.4. Gewassen	11
4.2. Proefnemingen	15
4.2.1. Grondbewerkingseffecten op de grond	15
4.2.2. Grondbewerkingseffecten op het gewas	27
4.2.3. Bodemfysische bepalingen	34
5. <u>Discussie</u>	53
6. <u>Conclusies</u>	55
7. <u>Literatuur</u>	56
<u>Addendum</u>	58

1. SAMENVATTING

De reeds in 1969 begonnen proef ter bepaling van de voor de zware CELOS-gronden gunstigste grondbewerking is na een onderbreking van bijna een jaar in vereenvoudigde vorm voortgezet met als objecten ploegen, frezen en niet bewerken.

Bij de bewerkingen zijn vele metingen verricht zoals werkbreedte, werkdiepte, rijnsnelheid, brandstofverbruik, benodigde tijd/ha en daarvan afgeleide grootheden zoals slip, benodigd vermogen, verwerkte hoeveelheid grond, bereiden gedeelte van het veld.

Tevens werden ophogings- en ruwheidsmetingen verricht en metingen ter bepaling van de eigenschappen van het zaai-bed.

Na het zaaien werden opkomst, groei, bloei en opbrengst van het gewas bepaald, evenals de tijd nodig voor het wieden.

In verband met de heterogeniteit van de grond werden bepaald: s.g., granulair samenstelling, humuspercentage, consistentiegrenzen, de bewerkbaarheid en gevoeligheid voor verlichting in relatie met het vochtgehalte, de versmeringsgraad en de stabiliteit. Voorts vonden plaats enkele penetrometer- en afschuifmetingen en tevens een intensieve ringbemonstering.

Veel van deze bepalingen droegen een oriënterend karakter, zodat de resultaten met de nodige voorzichtigheid moeten worden beoordeeld.

Het bleek in principe mogelijk mais en soja met goede resultaten te telen, waarbij mais echter aanzienlijk oogstzekerder bleek te zijn dan soja.

Voor definitieve uitspraken is het noodzakelijk de proef enige jaren voort te zetten.

2. VOORWOORD

Onder leiding van Ir. J.K. Kouwenhoven, wetenschappelijk medewerker van het CELOS, zijn grondbewerkingsproeven en bodemfysische bepalingen verricht door schrijver dezes (studierichting Landbouwtechniek) als onderdeel van zijn praktijk in Suriname in de periode 28 juli 1970 - 28 jan. 1971.

Bij het lezen van dit rapport dient men te bedenken dat het uitgevoerde onderzoek het begin vormt van een meerjarige proef, terwijl de bodemfysische bepalingen enerzijds zijn verricht ter verklaring van de waargenomen effecten op grond en gewas in de meerjarige proef, en anderzijds als orientatie voor het verrichten van meer nauwgezette en gerichte bepalingen.

Aan de heer Asin, medewerker van het Landbouwproefstation, wordt dank gebracht voor de chemische en granulair analyse van de grond.

3. DOEL VAN DE PROEF

Bij permanente teelt van droge gewassen in de humide tropen, pleegt de grond snel in kwaliteit achteruit te gaan. Het hoofddoel van de proef is na te gaan, of deze achteruitgang verband houdt met de aard van de (niet-) grondbewerking.

In Suriname bestaat weinig ervaring op het gebied van de teelt van droge eenjarige gewassen.

In verband hiermede wordt getracht inzicht te krijgen in de gevolgen van verschillende grondbewerkingsmethoden voor de fysische en chemische eigenschappen van de grond, teneinde daarmee eventuele verschillen in opbrengst van het gewas, dat als indicator optreedt, te kunnen verklaren. Om tot een gefundeerd oordeel te kunnen komen, is het noodzakelijk de betreffende proef gedurende een aantal jaren met hetzelfde schema voort te zetten.

In 1969 werd begonnen met een proef op het CELOS-terrein (CELOS Kwartaalverslagen nos. 11 en 12 en CELOS Bull. no. 19). Deze moest door onvoorziene omstandigheden in december 1969 afgebroken worden. Alle vakken zijn toen gefreesd, waarna er koedzoe is ingezaaid.

Hetzelfde terrein wordt gebruikt voor de thans aangezette proef. Doch in verband met de vorig jaar aan het licht gekomen sterke variatie in grondtype, humusgehalte en hoogteligging van het grondbewerkingsproefveld, is nu besloten tot opname van slechts drie, sterk uiteenlopende, objecten:

- Frezen (FR): In één bewerking wordt de grond sterk verkleind, en deze verkleinde grond gemengd met de stukgeslagen begroeiing. Hierdoor wordt een tamelijk homogeen zaaibed verkregen. Valt er echter regen kort na het frezen, dan kan de grond zeer nat worden. Er bestaat gevaar voor versmering van de vaak natte ondergrond (freeszool).
- Risterploegen (RP): In principe is hierbij een goede dekking, en daarmee bestrijding van het onkruid mogelijk. Deze bewerking geeft een veel geringere verkruijmelende en mengende werking dan frezen, waardoor het toegenomen poriënvolume slecht over de bouwvoor wordt verdeeld terwijl bovendien nabewerking voor het maken van een voldoende verkruijmeld zaaibed noodzakelijk is. De nabewerking is hier geschied met een schijvenegge (SE). Bij het ploegen kan in de ondergrond versmering optreden (ploegzool).
- Niet bewerken (NB): Het onkruid wordt vóór zaaien of planten van het gewas chemisch bestreden. Dit is een methode uit de school van Russell, die grondbewerking als onkruidbestrijding ziet, zodat na de komst van de chemische onkruidbestrijding de noodzaak tot mechanische grondbewerking zou zijn verdwenen. Hoewel deze stelling waarschijnlijk niet houdbaar zal blijken te zijn, zijn er ook andere redenen om de grond niet te bewerken, nl. dat de toename van het poriënvolume bij de hoofdbewerking, het losmakend effect van de Duitse school, bij het zaaien vrijwel tot nul gereduceerd blijkt te zijn, dat de doorlatendheid van de grond in de Surinaamse kustvlakte nog

geringer lijkt te worden ten gevolge van bewerken, en dat als gevolg van bewerken de humusafbraak wordt versneld.

Ter oriëntatie zijn buiten het proefveld twee bedden met een schijvenploeg (SP) bewerkt en vervolgens geschijvenegd. (zie addendum)

Reeds in 1969 bleken de in het proefveld voorkomende grondtypen duidelijk verschillende eigenschappen te hebben, zoals wordt gedemonstreerd in het vochtgehalte tijdens de bewerking, weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. De invloed van het grondtype op het vochtgehalte bij de bewerking in augustus 1969

Grondtype	C 1.4	C 2.2	C 2.1	C 2.4	C 2.3
Vochtgehalte gem. %	27,5	30,4	34,2	38,1	40,3

Daar niet alleen het bewerkingsresultaat, maar tevens de groei en opbrengst van het gewas door het grondtype kunnen worden beïnvloed, leek het de moeite te lonen de 5 voorkomende grondtypen aan een nader bodemfysisch onderzoek te onderwerpen, waartoe de volgende bepalingen zijn gedaan:

- het s.g., het % afslibbaar en het humusgehalte;
- de consistentiegrenzen;
- de bewerkbaarheid in relatie tot het vochtgehalte;
- de versmeringsgraad;
- de stabiliteit;
- de gevoeligheid voor verdichting met betrekking tot het vochtgehalte;
- penetrometer en afschuifmetingen.

Het is ter vergelijking wenselijk bij toekomstige proeven op lichtere gronden in het binnenland dezelfde waarnemingen te doen.

4. OPZET EN UITVOERING

4.1. PROEFVELD EN TEELTKUNDIGE ASPECTEN

4.1.1. Vorm en ligging van het grondbewerkingsproefveld

In fig. 1 is de vorm en ligging aangegeven van de 6 blokken, elk bestaande uit 3 vakken.

Voor de ontwatering is een begreppeling aangelegd tussen de bedden, zoals dit reeds honderden jaren geleden door de indianen gedaan werd. De diepte van een greppel bedraagt 50-80 cm en de breedte 90 cm; de afstand tussen de greppels is 6.10 m. Ook werden de bedden bol gelegd ter verbetering van de oppervlakte ontwatering. Het is duidelijk dat deze begreppeling efficiënt werken bemoeilijkt en mechanisatie

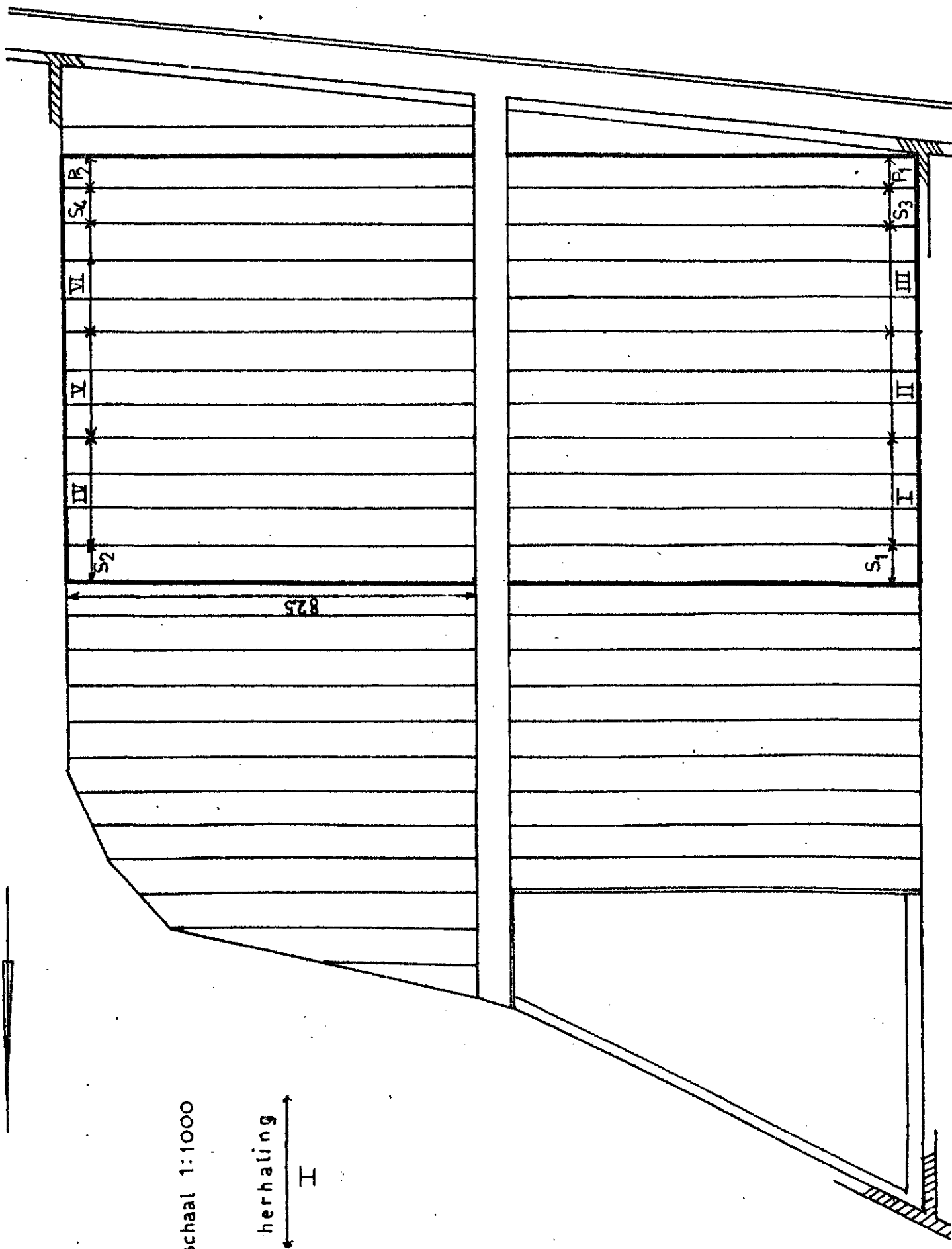


Fig.1. De ligging van het grondbewerkingsproefveld op het Celos terrein

vrijwel onmogelijk maakt. In verband met de lage mechanisatiegraad hoeft het momenteel echter nog niet bezwaarlijk te zijn.

Mede in verband met het optreden van een op hoog niveau gelegen schijngrondwaterspiegel, is een onderzoek naar mogelijkheden voor een beter ontwateringssysteem, bijvoorbeeld buisdrainage, zeer wenselijk.

4.1.2. Proef- en bemonsteringsschema

Het proefveld bestaat uit 18 bedden: breedte 6.10 m en lengte ongeveer 80 m.

Deze 18 bedden zijn verdeeld over 6 blokken (herhalingen) van ieder 3 bedden (fig. 2). Binnen een herhaling wordt 1 bed gefreesd (FR), 1 bed geploegd (RP) en 1 bed niet bewerkt (NB).

Op het NB bed werd het onkruid vóór het zaaien gedood door één of twee bespuitingen met gramoxone, 5,5 l in 600 l water per ha.

Om het zaaien mogelijk te maken werden met de tjap zaaivoortjes van 2 à 3 cm diep gemaakt, wat een lichte bewerking betekende van 1/3 van het grondoppervlak bij mais en 2/3 bij soja in de niet-bewerkte bedden. In verband met moeilijkheden bij het wieden werd de voorkeur gegeven aan voortjes boven zaaigaatjes.

Voor de grondbewerkingsproef zijn 4 schermbedden, S₁-S₄ gereserveerd, die bij de bewerkingen gebruikt worden als retourweg. Metingen op deze 4 extra bedden gedaan worden vermeld in het addendum. Aan de kopeinden is een schermstrook aangehouden van ongeveer 6 m.

Met de nummers in fig. 2 worden de piketten aangegeven. Deze piketten worden gebruikt voor de reliëfmetingen. Elke bewerking heeft 20 piketten.

In fig. 3 zijn naast de grondtypen ringmonsternummers aangegeven. De bovenste getallen zijn de nummers van de ringen die gebruikt zijn voor de monsternamen op 10-15 cm diepte, het bewerkte gedeelte, de onderste voor de diepte 20-25 cm, het onbewerkte gedeelte; de onderstreepte monsters zijn gebruikt voor het maken van een mengmonster voor de bepaling van het s.g. en de consistentiegrenzen.

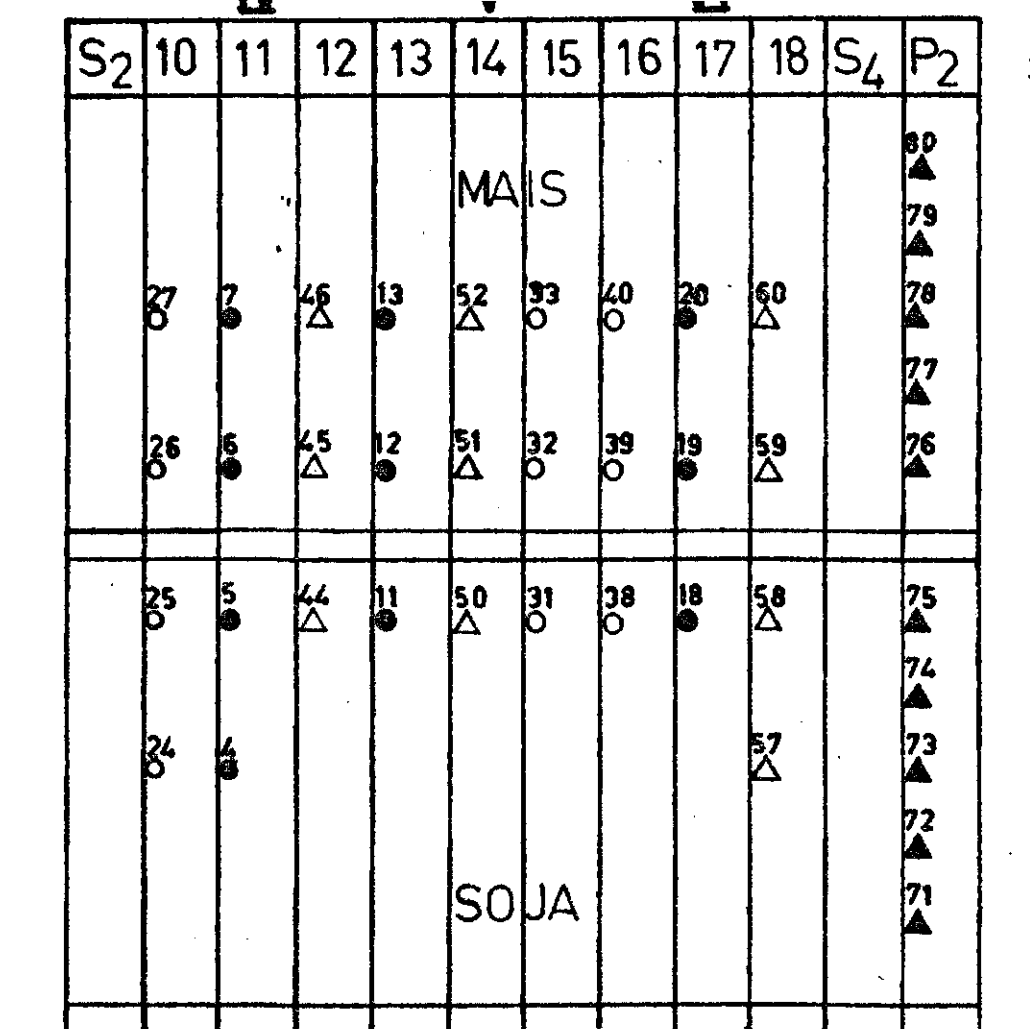
4.1.3. Typen en samenstelling van de grond

De bodemtypen zoals aangegeven in fig. 3 worden als volgt omschreven:

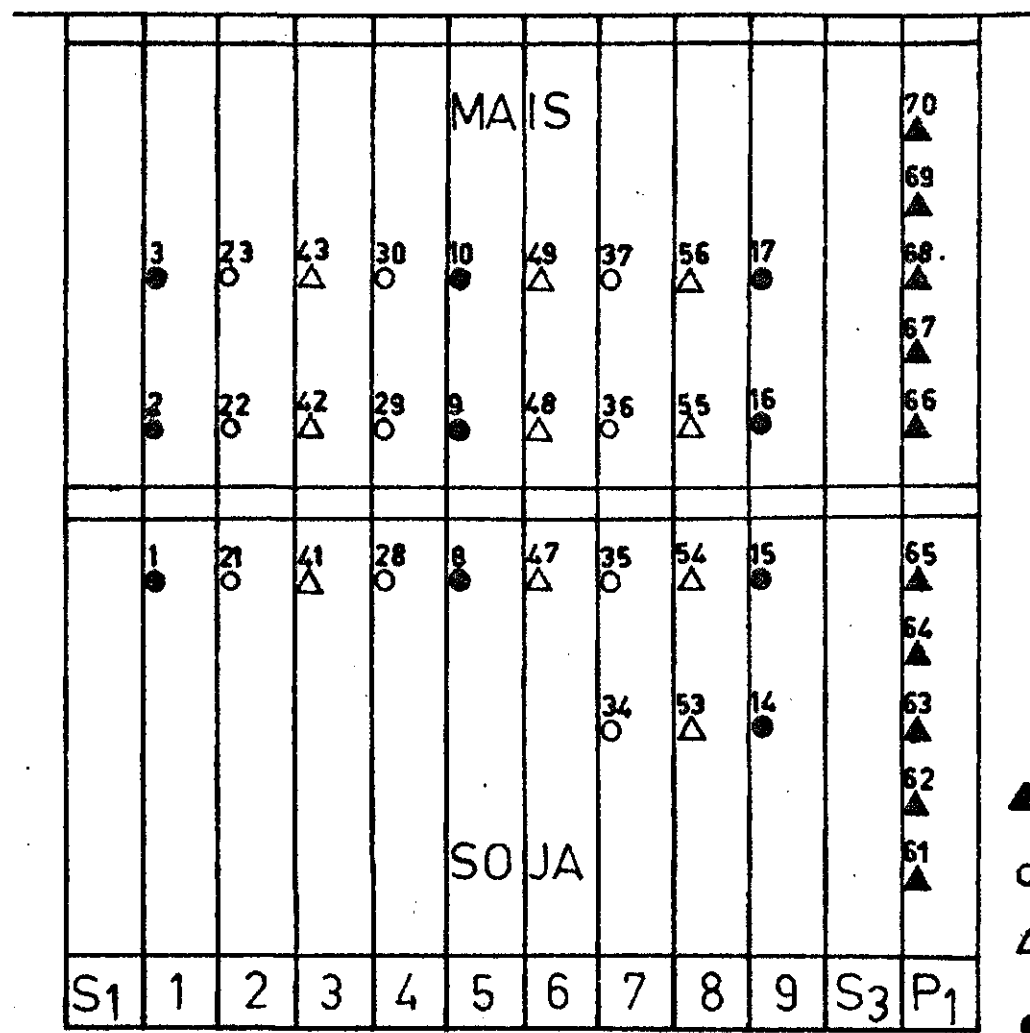
- C 1.4 zware zavel met zware leemlaag op 25-45 cm.
- C 2.1 zware leem op zeer fijn zand beginnend op diepte van 35-55 cm.
- C 2.2 klei op zand beginnend tussen 65-85 cm.
- C 2.3 klei op zand beginnend tussen 95-105 cm.
- C 2.4 zware klei.

De laatste grond is zwaar, homogeen en is het meest humeus.

De in tabel 2 genoemde karakteristieken zijn bepaald om een beter overzicht van de grond te krijgen. De chemische



Figuur 2. Bewerkingsgewassen en piketmets voor de reliëfmetingen.



- ▲ SCHUIVENPLOEGEN
- FREZEN
- △ GEEN BEWERKING
- RISTERPLOEGEN

en granulaire analyse zijn op het Landbouwproefstation te Paramaribo uitgevoerd.

Tabel 2. Enige grondkarakteristieken van het proefveld ¹⁾

karakteristiek	C 1.4	C 2.2	C 2.1	C 2.4	C 2.3	gem.
% klei < 2 μ	32,4	33,6	40,7	46,3	56,0	-
% stof 2-53 μ	23,5	26,0	28,8	29,4	33,8	-
% zand > 53 μ	44,1	40,4	30,5	24,3	10,2	-
% zand > 20 μ	51,8	46,7	37,2	30,7	17,0	-
U cijfer	168	164	177	184	247	-
% org. stof	2,9	2,3	3,1	2,3	3,6	2,8
s.g.	2,62	2,60	2,59	2,59	2,57	2,59
pHKCl	3,5	3,6	3,4	3,3	3,3	3,4.

¹⁾ In andere volgorde dan volgens de bodemklassificatie

Volgens monstername in 1969 was het humusgehalte in blok I t/m III gem. 3,8%, in blok IV t/m VI gem. 2,9%. In totaal levert dit een gemiddelde van 3,4%. Met een verloop van W $\rightarrow$ O en N $\rightarrow$ Z. Het humusgehalte lijkt dus vrij sterk te zijn afgenomen in het afgelopen jaar ($\pm$ 18%).

In de volgorde zoals vermeld in de tabel:

- wordt de grond zwaarder;
- neemt het s.g. af; en
- neemt het U cijfer, aangevende de grofheid van het zand, toe.

4.1.4. Gewassen

Voorgeschiedenis

In 1969 is uitgegaan van gronden, die langer tijd niet waren bewerkt. Deze gronden werden in het verleden onvolgende ontwaterd. Het proefperceel werd in 1968 ontstompt, d.w.z. ontdaan van boomstronken. Na egalisatie en drainering door middel van goten ontstond een spontane vegetatie die men in verband met de bijdrage tot de ontwatering zo lang mogelijk liet staan. In 1969 is deze vegetatie voor de aanvang van de proef gekapt en tijdelijk in de greppels gedeponeerd om de bewerkingen mogelijk te maken. Na het zaaien is dit materiaal weer over de bedden verspreid.

Na de eerste occupatie is de proef afgebroken. Hierna is het gehele proefveld gefreesd en met koedzoe ingezaaid. In de 2e helft van juli 1970 is voor de inzet van de proef deze koedzoe gekapt.

Figuur 3. Grondtyp
en monsterringnum

S ₂	10	11	12	13	14	15	16	17	18	S ₄	P ₂
	10 20	30 40	50 60	70 80	90 100	110 120	130 140	150 160	170 180		190 200
	9 19	29 39	49 59	69 79	89 99	109 119	129 139	149 159	169 179		189 199
(2.1)	8 18	28 38	48 58	68 78	88 98	108 118	128 138	148 158	168 178		188 198
	7 17	27 37	47 57	67 77	87 97	107 117	127 137	147 157	167 177		187 197
	6 16	26 36	46 56	66 76	86 96	106 116	126 136	146 156	166 176	(1.4)	186 196
	5 15	25 35	45 55	65 75	85 95	105 115	125 135	145 155	165 175		185 195
	4 14	24 34	44 54	64 74	84 94	104 114	124 134	144 154	164 174	(2.1)	184 194
	3 13	23 33	43 53	63 73	83 93	103 113	123 133	143 153	163 173		183 193
	2 12	22 32	42 52	62 72	82 92	102 112	122 132	142 152	162 172		182 192
	1 11	21 31	41 51	61 71	81 91	101 111	121 131	141 151	161 171		181 191

(2.2)	10 20	30 40	50 60	70 80	90 100	110 120	130 140	150 160	170 180	(2.3)	190 200
(2.1)	9 19	29 39	49 59	69 79	89 99	109 119	129 139	149 159	169 179		189 199
	8 18	28 38	48 58	68 78	88 98	108 118	128 138	148 158	168 178		188 198
	7 17	27 37	47 57	67 77	87 97	107 117	127 137	147 157	167 177		187 197
	6 16	26 36	46 56	66 76	86 96	106 116	126 136	146 156	166 176		186 196
(1.4)	5 15	25 35	45 55	65 75	85 95	105 115	125 135	145 155	165 175		185 195
	4 14	24 34	44 54	64 74	84 94	104 114	124 134	144 154	164 174		184 194
	3 13	23 33	43 53	63 73	83 93	103 113	123 133	143 153	163 173		183 193
	2 12	22 32	42 52	62 72	82 92	102 112	122 132	142 152	162 172		182 192
	1 11	21 31	41 51	61 71	81 91	101 111	121 131	141 151	161 171	(1.4)	181 191
S ₁	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	S ₃	P ₁

190 MONSTER 10-15.
200 " " 20-25.

100 MONSTER MET
BEPALING S.G.

(1.4) GRONDTYPE

Om beter te kunnen manoevreren met de machines, zijn in 1969 op de kopeinden kokers aangebracht in de blokken I t/m III en in 1970 in de blokken IV t/m VI en de greppels ter plaatse gedempt.

Ten gevolge van de lange duur van de regentijd konden de bewerkingen pas begin september plaatsvinden. Er had zich toen reeds weer een niet te verwaarlozen vegetatie ontwikkeld.

Zaaien

Voor de langjarige proef is een zaaischema opgesteld: Tabel 3.

Tabel 3. Het zaaischema voor het grondbewerkingsproefveld

plaats \ tijd	medio dec. - medio febr.	medio febr. - begin aug.	begin aug. - medio dec.
O-helft van de bedden	braak of mais als voedergewas	Crotalaria usara- moensis (groenbemester)	mais
W-helft van de bedden	idem	droge rijst	soja

Het bouwplan der O- en W-helften van een bed wisselen jaarlijks. Volgens het schema is nu op de oostelijke helft van een bed mais (lokale variëteit) en op de westelijke helft soja (var. Laris) gezaaid: Fig. 2. Daarbij is voor mais 7 rijen in 30 x 90 cm plantverband en voor soja 13 rijen in 30 x 45 cm plantverband aangehouden. In elk plantgat werden 3 à 4 zaden gedeponneerd. Na opkomst werd de mais gedund tot 1 plant per plantplaats en soja tot 2 planten per plantplaats.

De kiemkracht van het gebruikte zaaizaad was als volgt
soja na 8 dagen $\pm$ 78% gekiemd,
mais na 4 dagen $\pm$ 98% gekiemd.
De blokken I t/m III zijn op 11 en 12 september 1970 en de blokken IV t/m VI op 14 en 15 september 1970 ingezaaid.

Verzorging

Bestrijding van *Laphygma frugiperda* in de jonge mais is tweemaal met *Dipterex S.P.* 95 noodzakelijk geweest. De eerste keer met 220 gr/ha in 220 liter water en de tweede keer met 650 gr/ha in 360 liter water. De soja werd regelmatig aangevreten door *Cerotoma variegata*, die niet bestreden is, in verband met de grote mobiliteit van exemplaren buiten het proefveld.

Voor de bemesting werd begin oktober N.P.K. toegediend in de hoeveelheid van 500 kg/ha met verhouding 15 15 15. Eind oktober is de mais aanvullend bemest met N.P.K. 14 14 14 waarvan 250 kg/ha gestrooid is. Het gewas bleef zeer lang groen, wat op een te zware bemesting kan wijzen.

Daar er geen bemestingsadvies aanwezig was, was het noodzakelijk min of meer een greep in het duister te doen voor wat betreft de samenstelling en hoeveelheid van de meststof. Tekorten werden niet zichtbaar of het moest zijn de meer gele kleur op de schijngrasplekken als oorzaak van concurrentie.

De hoeveelheid natuurlijke neerslag bedroeg in de groeiperiode als volgt: Tabel 4.

Tabel 4. De neerslag in de groeiperiode

maand	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
hoeveelheid (mm)	147,2	251,0	150,6	165,0	31,8	181,1

Om eventuele vochttekorten tijdens het groeiseizoen op te heffen is er enige malen kunstmatige beregening toegepast. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de toegediende hoeveelheden.

Tabel 5. Kunstmatige beregening op het proefveld (mm)

datum		7 en 8/10	4 en 5/11	11 en 12/11	17 en 18/11	26 en 27/11
gewas	mais	15	15	15	-	-
	soja	15	15	15	18	18

In de mais is laat in het groeiseizoen niet meer beregend om legeren zoveel mogelijk te voorkomen. Hiervan werd geen zichtbaar nadeel ondervonden.

Volgens DOUWES (1970) is bij een bewortelingsdiepte van 55 cm, een uitdrogingsgraad van 0.6, de hoeveelheid beschikbaar vocht $\pm$ 60 mm. Bij een evapotranspiratie van 5 mm/dag is per maand 150 mm water nodig. In november is er $\pm$ 30 mm gevallen. Tevens was er een overschot van $\pm$ 30 mm uit de maand oktober. In november is $\pm$ 65 mm kunstmatig toegediend. Dit levert totaal 125 mm voor de maand november. Uit het beschikbaar water is 25 mm geput. Het optreden van vochttekort is dus zeer onwaarschijnlijk.

4.2. PROEFNEMINGEN

4.2.1. Grondbewerkingseffecten op de grond

4.2.1.1. Werkdiepte, werkbreedte, rijsnelheid en slip

Deze grootheden zijn op de door JACOBI (1969a) gevolgde wijze gemeten. In dit verslag zijn tevens de gebruikte werktuigen beschreven.

In fig. 5 is aangegeven, hoe de diepte en in fig. 6 hoe de werkbreedte gemeten is. Daarbij wordt de diepte 2 maal per werkgang en de breedte 5 maal per werkgang gemeten.

De meettraject bedroeg voor het ploegen 50 m/werkgang en voor het frezen 2 x 30 m/werkgang. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. De resultaten van de metingen bij de bewerkingen

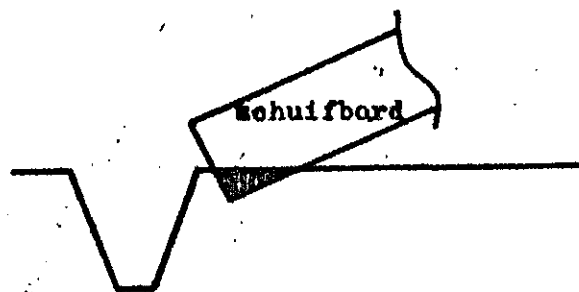
bewerking		FR	RP	SE
Werkgangen (aantal)		4	6	4
Werkbreedte	cm	140	69	140
Werkdiepte	cm	15	20	± 10
Werksnelheid	m/sec.	0,29	0,66	1,16
Haplenkte	cm	4.59	-	-

De werkbreedte van de werktuigen vertoont vrij grote verschillen en daarmee het aantal wielsporen per bewerking, zoals ook zal blijken bij bespreking van het percentage van het oppervlak, dat bij de bewerkingen wordt bereiden.

De werkdiepte vertoont wat minder grote verschillen dan de werkbreedte. De werkdiepte heeft bij een bepaald werktuig een directe invloed op de ophoging. POESSE en VAN OUWERKERK (1967) vinden bij risterploegen een ophoging van 25-30% van de ploegdiepte.

Tevens is van belang het onderwerken van de begroeiing. Werkdiepte en voorscharen spelen hierbij de voornaamste rol. De werking van de voorscharen bleek niet voldoende te zijn om het onkruid geheel onder te brengen. De verhouding werkbreedte - werkdiepte is bij risterploegen een aanwijzing voor de dekking van de begroeiing. Volgens FEUERLEIN (1964) geeft een verhouding $> 1.27 : 1$ een goede dekking. Wij vonden $1.75 : 1$ wat dus ruim voldoende moet zijn. Toch was de kering onvoldoende, hetgeen wellicht deels aan het ploegtype kan worden geweten. De lage rijsnelheden kunnen eveneens een slechtere kering bij het risterploegen ten gevolge gehad hebben.

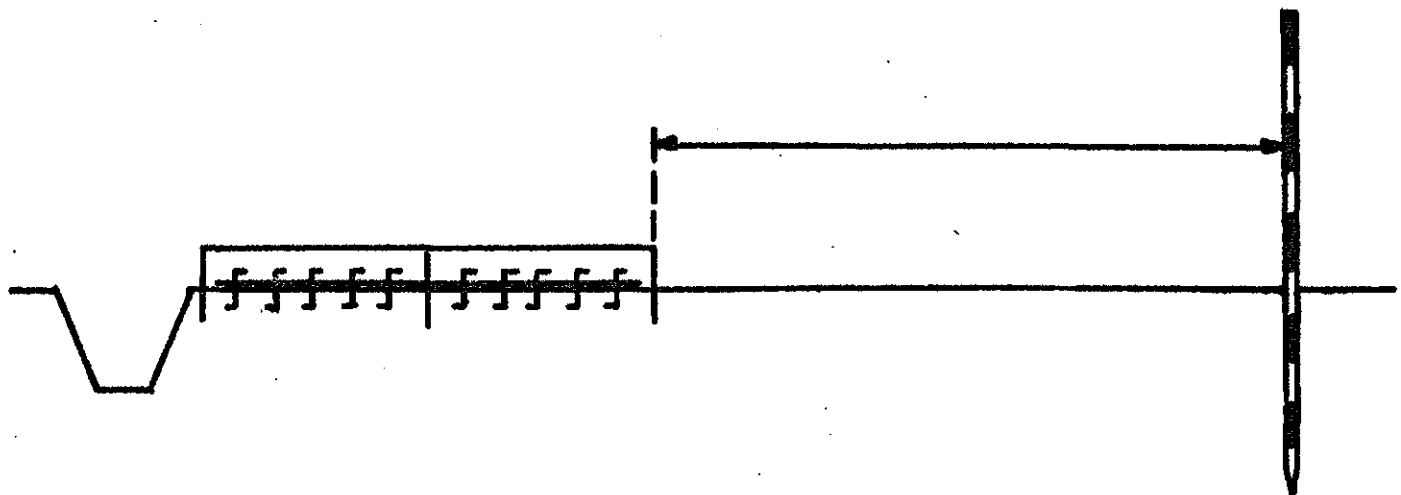
Uit de rijsnelheid en werkbreedte kan, wanneer de tijd voor keren, in- en uitzetten wordt weggelaten, de netto capaciteit per werktuig in h/ha worden berekend. Resultaten daarvan zijn weergegeven in fig. 8.



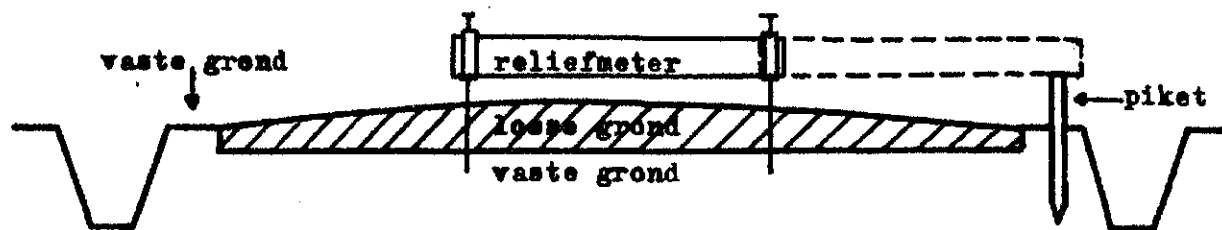
Figuur 4. Uitploegen eerste voor met schuifbord.



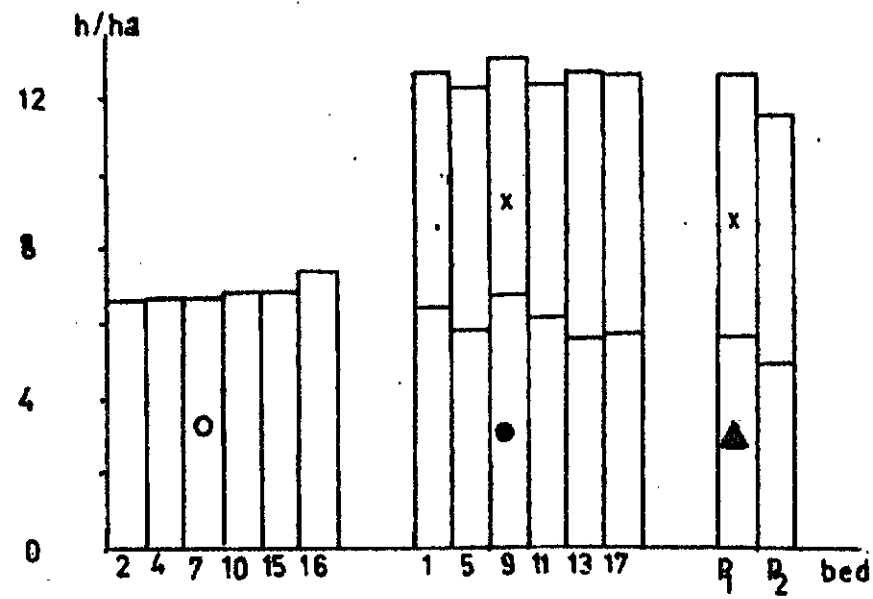
Figuur 5. Meting werkdiepte.



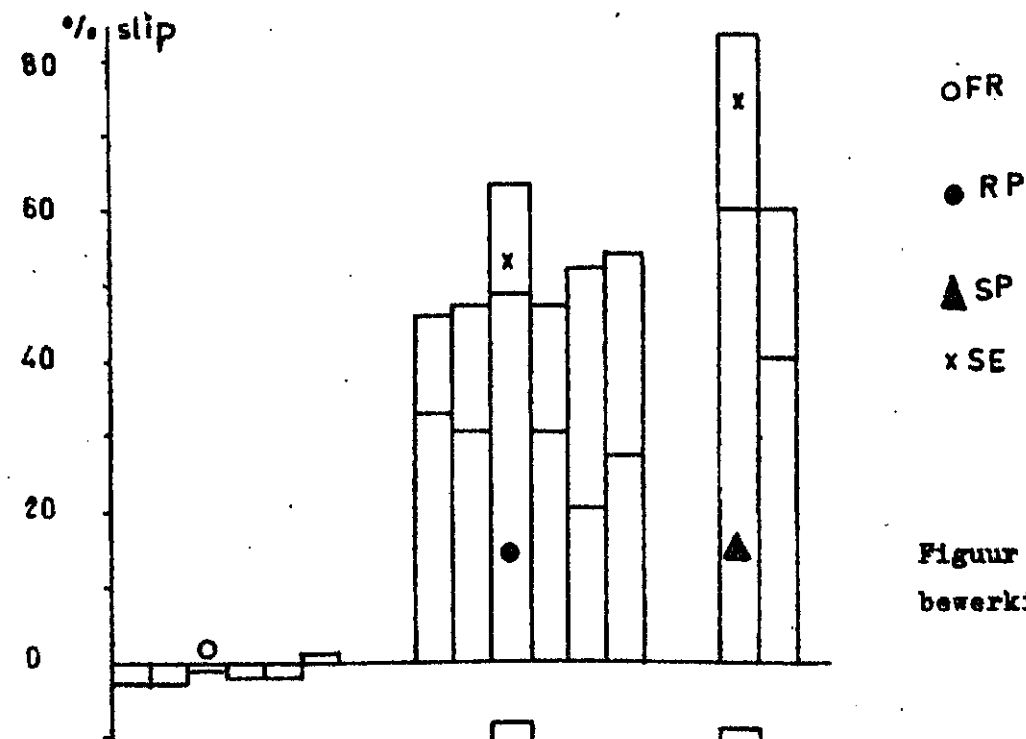
Figuur 6. Meting werkbreedte.



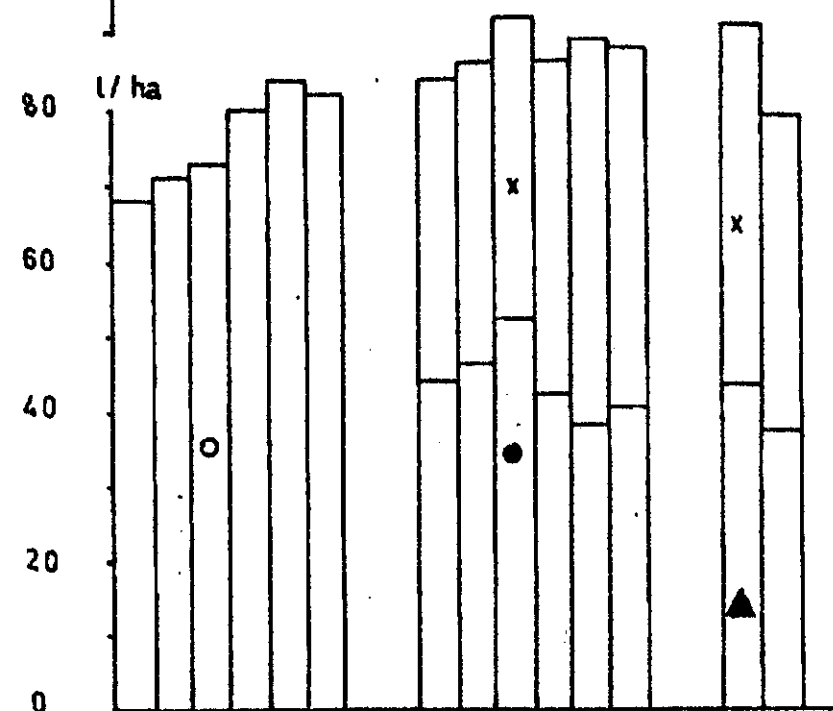
Figuur 7. Ophogings- en ruwheidsmeting met reliefmeter.



Figuur 8. Netto werktijd per bed en per bewerking.



Figuur 9. Slip per bed en per bewerking.



Figuur 10. Brandstofverbruik per bed en per bewerking.

De slip wordt o.a. beïnvloed door het gevraagde vermogen, de wijze van trekkrachtoverbrenging en het vochtgehalte (van het oppervlak) van de grond: fig. 12. Daar de grond vrij nat is bewerkt, werd bij de getrokken werktuigen een hoog percentage slip waargenomen, bij het aangedreven werktuig, de frees, vrijwel geen slip of zelfs negatieve slip (fig. 9 en 12). De versmering door slip, zal bij het ploegen dan ook groter geweest zijn dan bij het frezen.

Het was de bedoeling de slip te meten aan de hand van het aantal omwentelingen van de aftakas, geregistreerd op het meetpaneel (fig. 13). Bij het frezen bleek de impuls-teller niet goed te werken. Daarom is de slip via de benodigde tijd uitgerekend. De berekening was als volgt:

$$\% \text{ slip} = \frac{t \text{ belast} - t \text{ onbelast}}{t \text{ onbelast}} \times 100,$$

waarbij de tijden voor t onbelast over 100 meter zijn gemeten op een harde rijbaan.

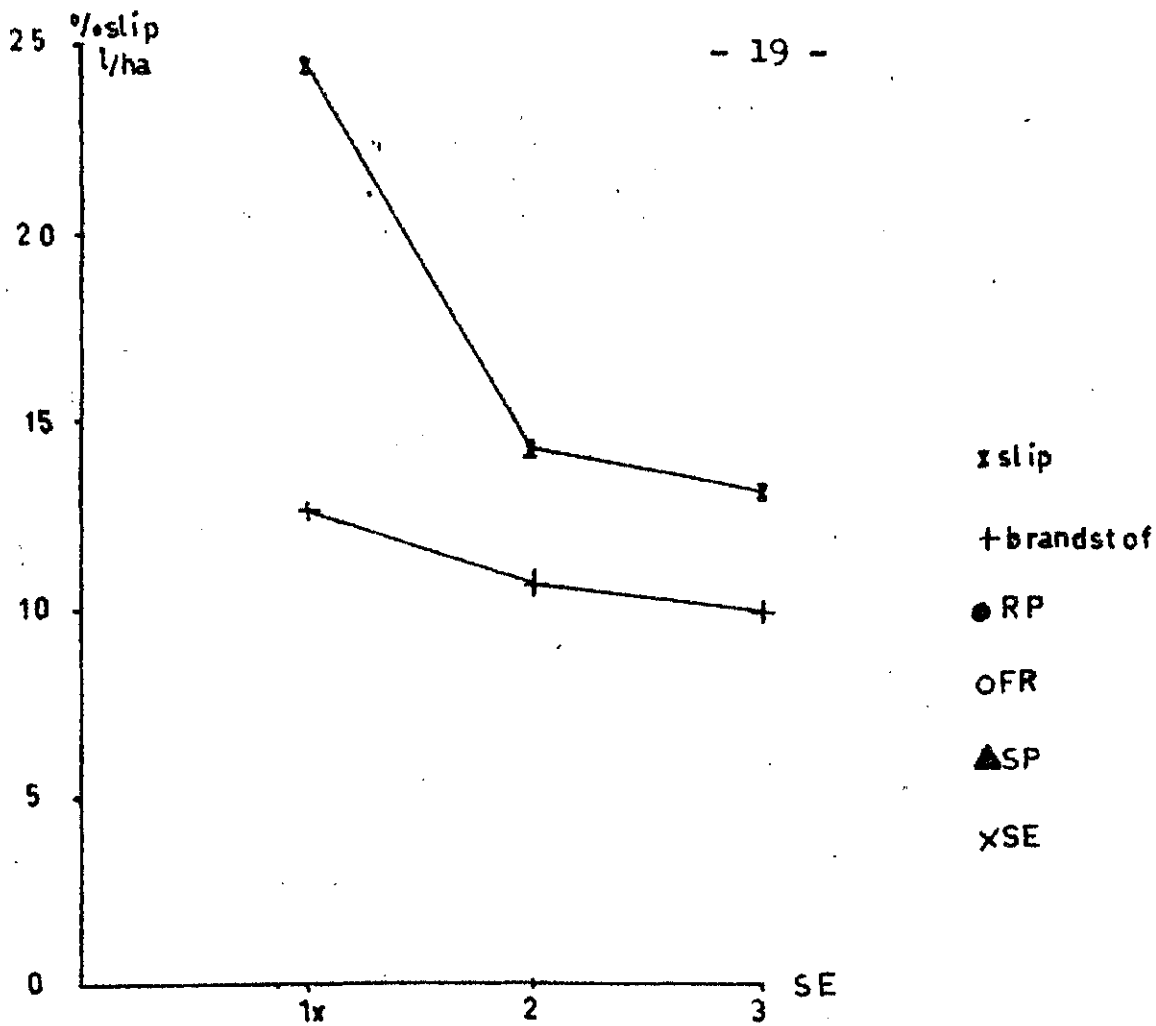
Uit fig. 11 blijkt dat het % slip tijdens het schijveneggen afneemt met het aantal bewerkingen, wat ook bij de bewerking in 1969 (JACOBI) was gebleken. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de grond bij elke bewerking minder ruw komt te liggen en ook doordat steeds meer grond wordt vastgereden, met als gevolg dat de dikte van de losse laag afneemt. Rolweerstand van de trekker neemt daardoor af en daarmee slip en brandstofverbruik (fig. 11).

4.2.1.2. Brandstofverbruik

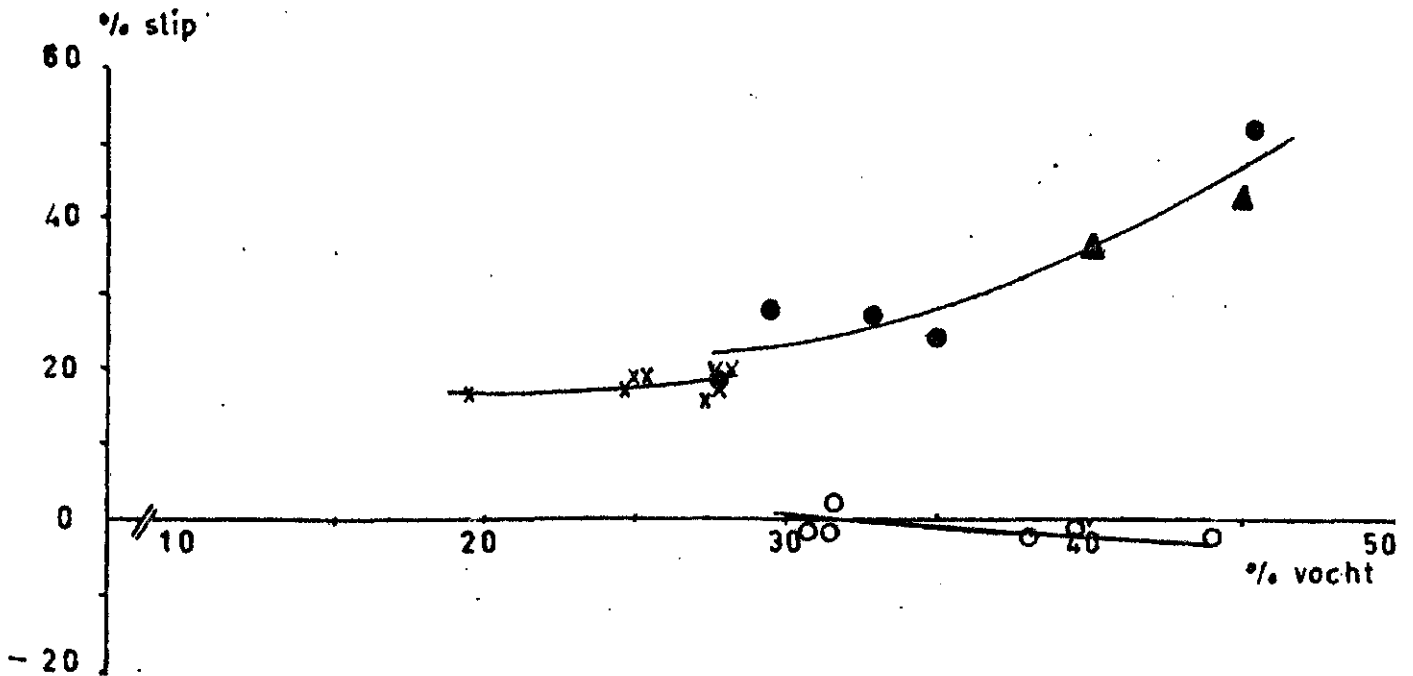
De brandstof wordt gebruikt voor het voortbewegen van trekker en werktuig, maar vooral voor energie-overdracht op de grond. Zodoende kan men het brandstofverbruik zien als indicator voor de door verschillende grondbewerkingswerktuigen overgedragen energie.

Tijdens de meting wordt de brandstof uit het meetreservoir (fig. 13), dat m.b.v. een slang tussen de tank en het eerste brandstoffilter was aangesloten, betrokken. Buiten de meettrajecten werd door middel van een driewegkraan, die tegelijkertijd met de impulssteller en de stopwatch werd bediend, de brandstof rechtstreeks uit de tank betrokken. Tijdens de metingen kwamen er luchtbelllen in het systeem, wat de snelheid voor het instellen van de apparatuur niet bevorderde.

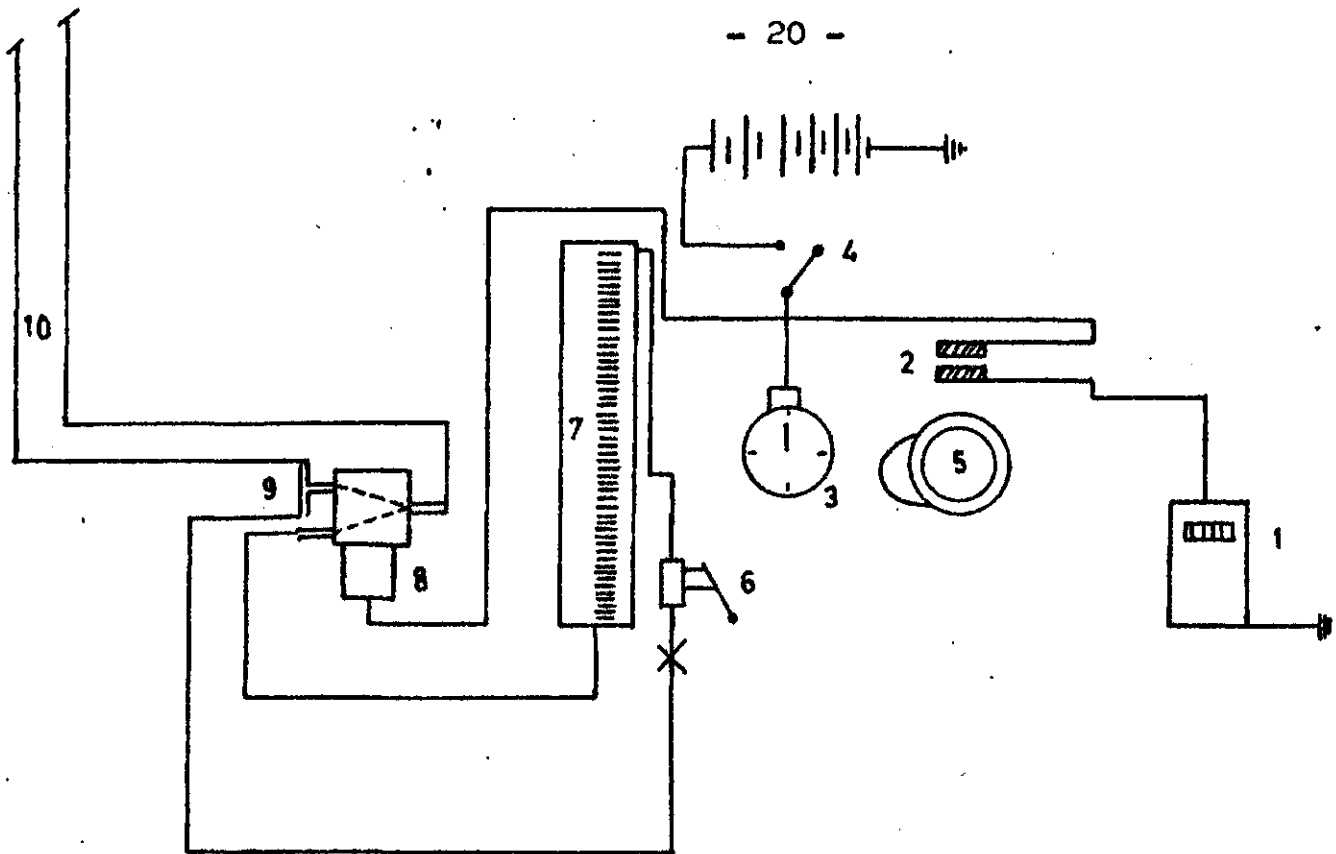
De meetresultaten zijn weergegeven in fig. 10. Uit het brandstofverbruik is het benodigd vermogen berekend (JACOBI, 1969). Hierbij is echter geen rekening gehouden met de slip, die bij de bewerking is opgetreden en met de zgn. terugloop. De uitslag van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 7.



Figuur 11. De slip(%) en het brandstofverbruik(l/ha) per keer schijveneggen.



Figuur 12. De slip in relatie met het vochtgehalte bij verschillende bewerkingen.



nr.	omschrijving
1	teller
2	onderbreker
3	electrisch startende pomp
4	schakelaar
5	aftakas
6	handpomp
7	meetreservoir
8	magneetklep
9	driewegkraan
10	aan en afvoerleiding

Figuur 13. Het meetpaneel voor meting van tijd, brandstofverbruik en het aantal wentelingen van de aftakas.

Tabel 7. Het brandstofverbruik met daarbij het berekende benodigde vermogen voor de bewerkingen

bewerking	FR	RP	SE
Brandstof 1/ha	11,6	7,1	6,2
Ben. vermogen pk	58	38	34

Hieruit valt af te leiden, dat het frezen veel vermogen vraagt en wel tot het maximum van het trekvermogen, wat tot uiting kwam in het zo nu en dan vrijwel afwurgen van de motor. Bij het frezen is het brandstofverbruik in 1/ha in werkelijkheid iets lager omdat op ieder bed overlapping moest plaatsvinden.

Een vergelijking tussen brandstofverbruik in 1/ha en het vochtgehalte bij bewerking is gemaakt in fig. 16. Daarin is te zien, dat het brandstofverbruik toeneemt met het vochtgehalte, o.a. doordat de voor de voortbeweging benodigde energie bij de getrokken werktuigen toegenomen zal zijn, voornamelijk t.g.v. slip.

Daar bij het frezen de slip te verwaarlozen is, moet het vermogen grotendeels zijn gebruikt voor het verkruimen van de grond. Dit komt tot uiting in door FEUERLEIN (1964) gegeven cijfers. Het snijvlak bij frezen bedraagt 150 m²/100 m en ploegen 20 m²/100 m. SÖHNE (1966) vindt getallen als 55 m²/m³ voor het frezen en 8 m²/m³ specifiek snij-oppervlak per verwerkt volume bij het ploegen. Beiden vinden dus een verhouding van ongeveer 1 : 7.

Indien men ervan uitgaat dat door frezen en ploegen plus 4 maal schijveneggen een vergelijkbaar zaaibed is gemaakt, vraagt het frezen minder brandstof (1/ha) dan de andere bewerkingen.

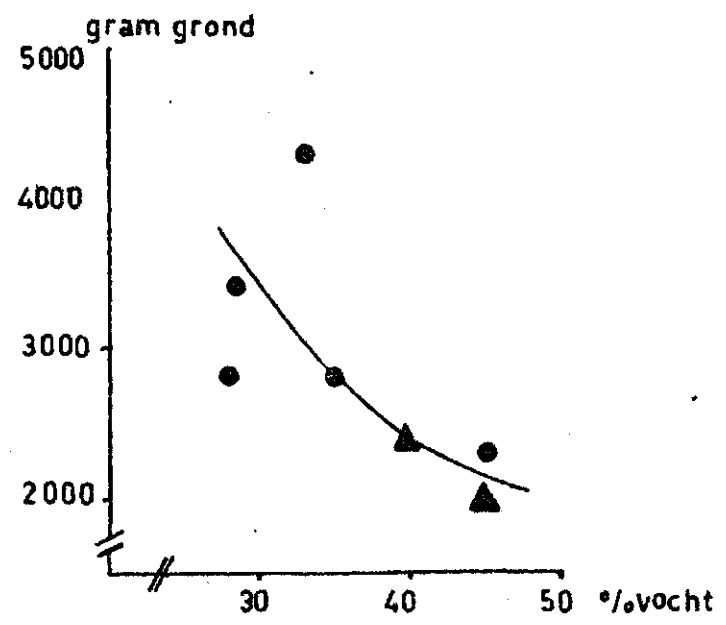
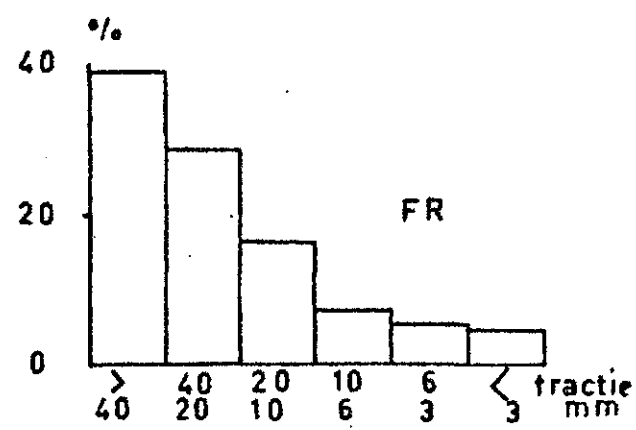
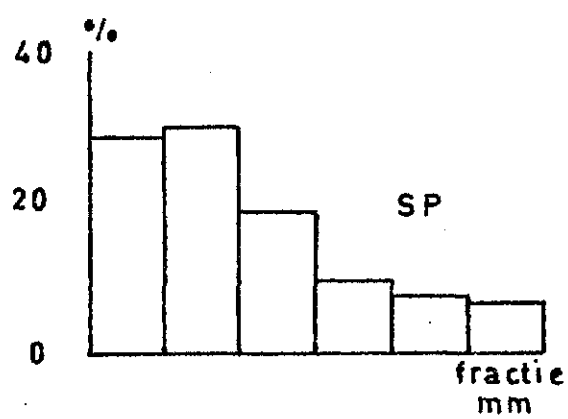
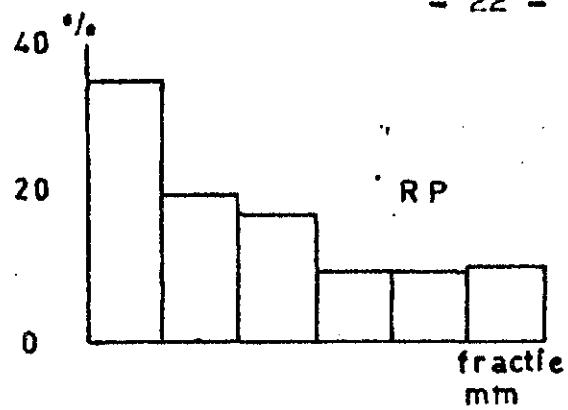
Bij het schijveneggen neemt volgens fig. 11 het brandstofverbruik, evenals de slip, af, met een toenemend aantal bewerkingen.

4.2.1.3. Verwerkte hoeveelheid grond

Ook de verwerkte hoeveelheid grond per tijdseenheid heeft invloed op het brandstofverbruik. Deze is afhankelijk van werkbreedte, werkdiepte en rijsnelheid. In formule: $b \times d \times \frac{1}{t} = m^3/\text{sec.}$ verwerkte grond. De resultaten voor de bewerkingen tijdens de proef zijn vermeld in tabel 8.

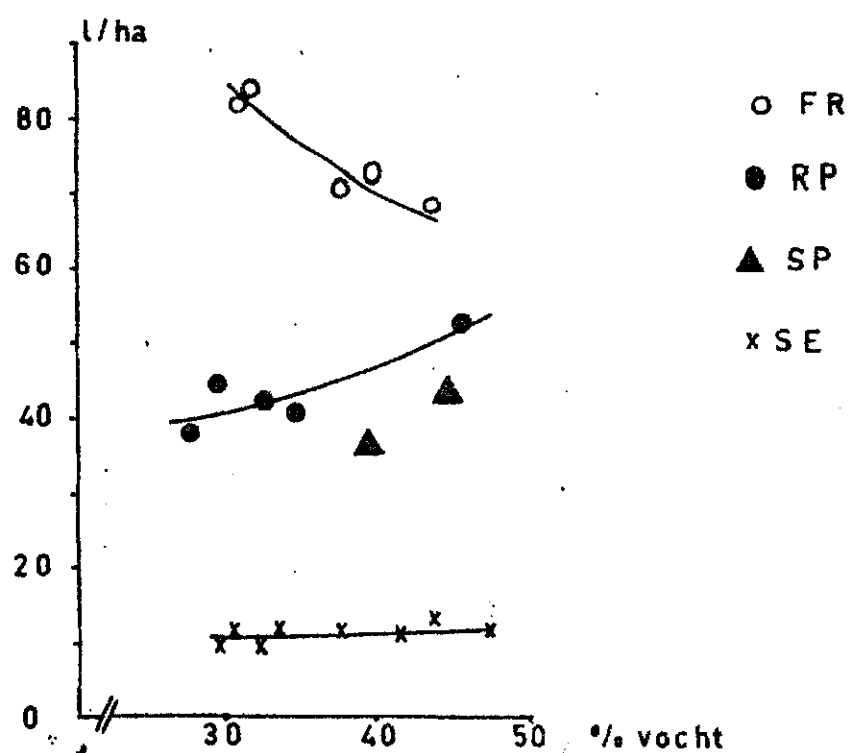
Tabel 8. De verwerkte hoeveelheid grond bij de verschillende bewerkingen

bewerking	FR	RP	SE
Verwerkte h.h. grond m ³ /sec.	0,063	0,090	0,161



Figuur 14. De hoeveelheid stoofdroge losse grond in het zaaibed in relatie met het vochtgehalte bij de hoofdbewerking. (Ø cilinder: 20

Figuur 15. De fraktieverdeling van de losse grond in het zaaibed.



Figuur 16. Het brandstofverbruik in relatie met het vochtgehalte bij bewerking.

Bij frezen ligt de hoeveelheid verwerkte grond per tijdseenheid lager dan bij het ploegen t.g.v. de geringere rijnsnelheid en bij schijveneggen hoger door de grotere rijnsnelheid. Hieruit komt de intensievere werking van de frees naar voren.

4.2.1.4. Bereden percentage oppervlak

In verband met eventuele verdichting van de grond is het percentage van het oppervlak, dat bereden wordt, van belang. Dit is afhankelijk van de breedte (b) van de trekkerbanden de werkbreedte (w) van het werktuig en het aantal bewerkingen (n) in formule $\frac{n \times 2 \times b}{w} \times 100 = \% \text{ bereden}$

oppervlak (KOUWENHOVEN, 1967). Resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 9.

Tabel 9. Percentage bereden oppervlak per bewerking.
(Bedden 6.10 m breed)

bewerking	FR	RP	+	SE (4x)
Bereden oppervlak (%)	41	87	+	165

Hier komt nog bij voor het RP de voorbereiding, waarbij met een schuifbord een eerste voor gemaakt werd (fig. 4) en het afwerken van de bedden, wat bestond uit het bijploegen van kleine stukken van de kanten. Samen bedraagt dit bijwerken $\pm 20\%$.

Dat er 4 x geschijvenegd is, was noodzakelijk om een voldoende verkruimeld zaaibed te verkrijgen.

Er bestaat echter ook verschil in de wijze van berijden. Bij het frezen rijdt men over de onbewerkte bovengrond, waardoor eventuele verdichtingen voornamelijk door trillingen worden veroorzaakt. Bij het ploegen daarentegen rijdt één wiel van de trekker door de voor wat verdichting en, vooral bij slip, versmering kan veroorzaken. Bij het schijveneggen wordt over de losse grond gereden. Hierdoor wordt het losmakend effect van het ploegen voor een groot deel weer teniet gedaan. Het frezen leek op dit punt gunstig naar voren te komen.

4.2.1.5. Ophoging en ruwheid

Met behulp van een 2 m lange reliëfmeter met 20 pennen op 10 cm afstand onderling, is de ophoging en ruwheid bepaald (KUIPERS, 1963). In fig. 7 is een afbeelding gegeven van de wijze van meten. Per bewerking is 20 keer gemeten, om de vereiste 400 waarnemingen te verkrijgen, en wel vanaf een vast punt in de vorm van genummerde piketten aan de rand van de bedden (fig. 2).

De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in fig. 17a en b. Deze laten een sterke ophoging zien bij de hoofdbewerking, die eerst snel en later langzaam afneemt tot beneden het oorspronkelijke niveau, waarschijnlijk t.g.v. de freesbewerking voor het zaaien van de koedzoe (zie poriënvolumen op 10-15 en 20-25 cm diepte). Soortgelijke resultaten zijn gevonden door HAKANSSON (1966), KUIPERS (1957) en KOUWENHOVEN (1967).

De ophoging echter zegt niets over de verdeling van het poriënvolumen. Het poriënvolumen zal ongetwijfeld gunstiger zijn bij het frezen dan bij het ploegen. (Daarom is bij het ploegen een nabewerking nodig, die echter tevens weer een sterke afname van de ophoging tengevolge heeft.)

Doordat niet alleen de bewerking, maar ook neerslag en verwerking van invloed zijn is de ophoging, zoals algemeen gebruikelijk is, uitgezet tegen de tijd.

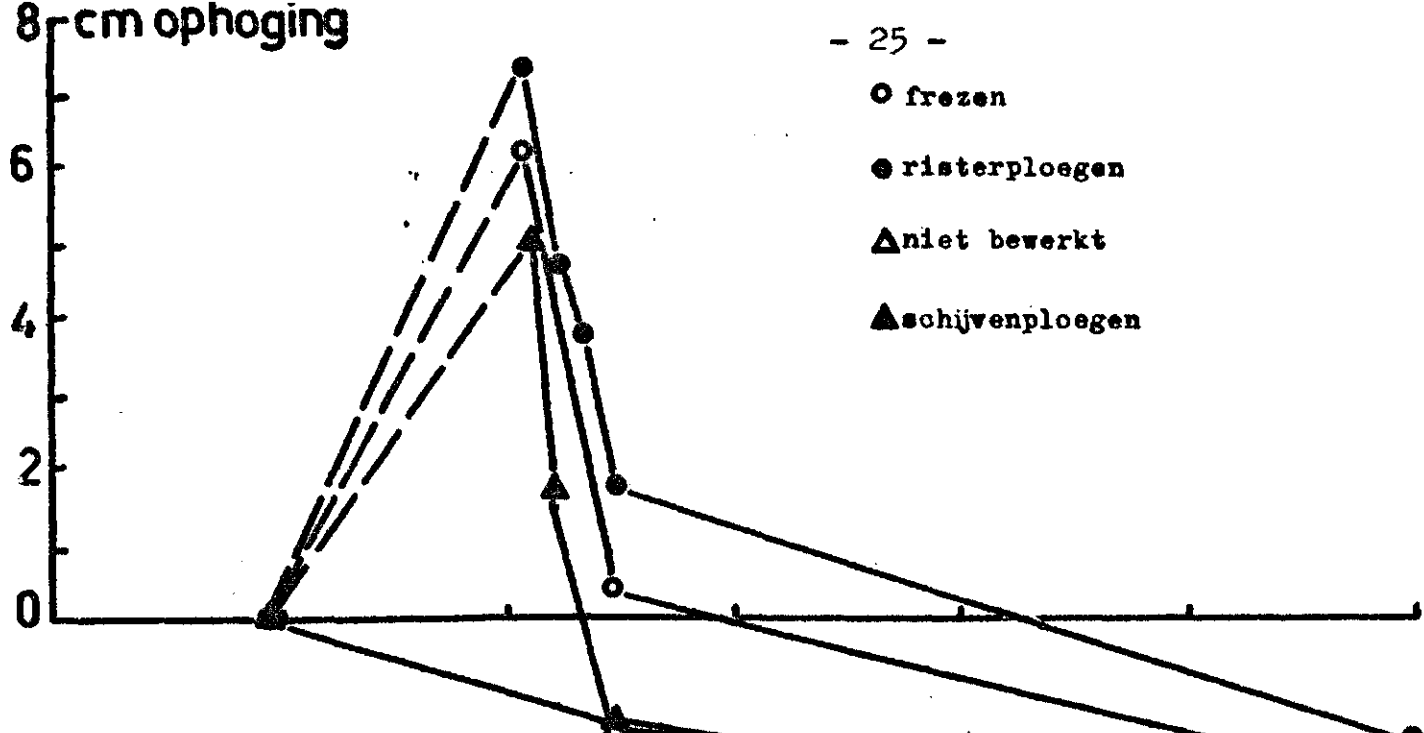
Door de wijze van gebruik van de reliëfmeter konden de ophogingscijfers tevens voor de ruwheid worden gebruikt. Er werd gebruik gemaakt van de formule; R (ruwheid) = $100 \log s$. Hierin is s de standaardafwijking van de gevonden hoogtevverschillen berekend uit 400 hoogtecijfers, waarbij een verschil van 5 eenheden betrouwbaar geacht kan worden (KUIPERS, 1957). Bij de verkregen waarnemingen zijn de verschillen bij de hoofdbewerking dus wel betrouwbaar, maar juist na het zaaien al niet meer. Wel is de ruwheid van bewerkte gedeelten altijd betrouwbaar hoger dan van het niet bewerkte gedeelte.

Evenals de ophoging nam de ruwheid na de hoofdbewerking met de tijd af (fig. 17c). De gevonden ruwheid na de hoofdbewerking kwam overeen met de gegevens van POESSE en VAN OUWERKERK (1967), die voor het ploegen van een zware klei 70-80 vonden. Wij vonden een ruwheid van ± 80 bij het ploegen. Bij metingen van het zaaibed blijkt de ruwheid na de verschillende bewerkingen vrij weinig te verschillen en tevens vrij hoog te zijn. Dit hangt hoofdzakelijk samen met de grofheid, uitgedrukt in de G.A.D. (tabel 12), (t.g.v. hoog % L 2/u).

4.2.1.6. Losse laag, of zaaibed

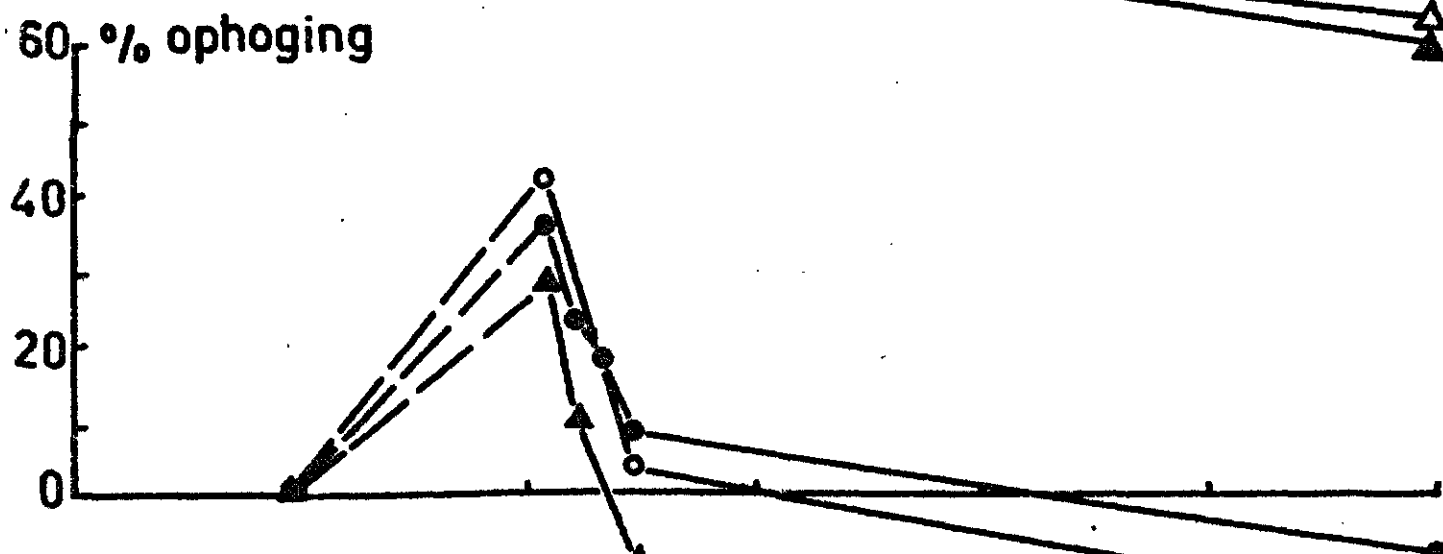
Alle bewerkingen hebben als hoofddoel een goed zaaibed bestaande uit een losse laag op een meer of minder vaste ondergrond te maken. De dikte van deze losse laag kan worden gemeten met de reliëfmeter, waardoor het volumen losse grond wordt gemeten, of door het bepalen van het stoofdroog gewicht aan losse grondopp. Deze laatste methode is hier gevolgd. Een dun metalen cylinder, $\varnothing 20$ cm, wordt tot in de vaste ondergrond gedrukt en vervolgens wordt de losse grond met de hand tot op de vaste laag uitgegraven. Voor ieder bed werd dit eenmaal uitgevoerd. De uitgegraven grond werd gedroogd, ter bepaling van het vochtgehalte en het stoofdroog gewicht: Zie tabel 10.

8 cm ophoging



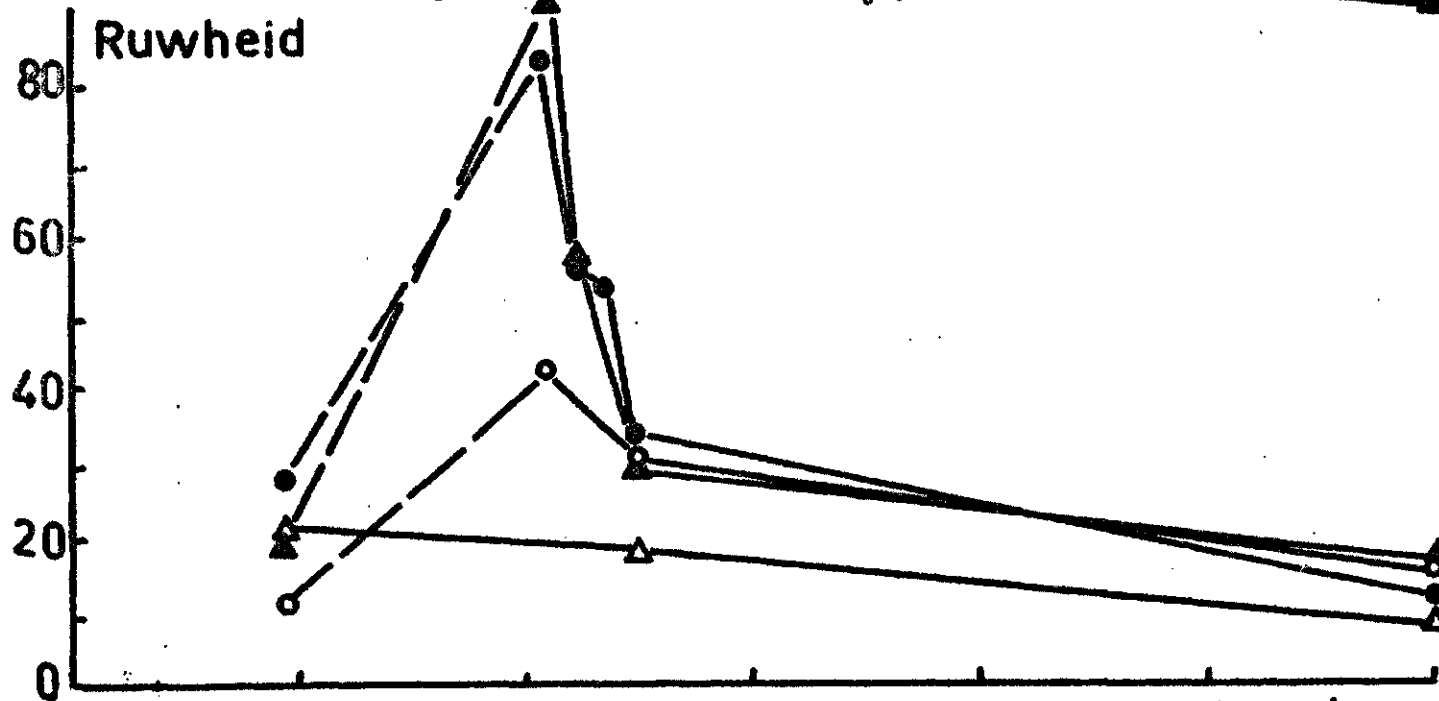
Figuur 17 A. Het verloop van de ophoging met de tijd.

60 % ophoging



Figuur 17 B. Het verloop van de ophoging als percentage van de werkdiepte met de tijd.

Figuur 17 C. Het verloop van de ruwheid met de tijd.



Tabel 10. De hoeveelheid stoofdroge losse grond in het zaaibed

bewerking	FR	RP
Hoeveelheid (g)	4398	3081
Hoeveelheid (rel.)	100	70

Ondanks het feit dat bij het frezen het minst diep is gewerkt, werd in dit zaaibed de meeste losse grond aangetroffen. Bij het schijveneggen is dus wel degelijk een hoeveelheid losse grond vastgereden. Het is vooral de nattere ondergrond die hierbij wordt vastgereden, zoals blijkt uit tabel 11.

Tabel 11. Het vochtgehalte van de losse grond in het zaaibed

bewerking	FR	RP + SE	NB	gem.
Blok I t/m III	37,7	24,0	32,8	31,5
Blok IV t/m VI	31,8	26,1	30,6	29,5
Gem.	34,8	25,0	31,7	30,5

Het vochtgehalte in de gefreesde bedden is veel hoger dan bij de geploegde en daarna geëgde bedden, wat veroorzaakt wordt doordat er in het laatste geval veel grond vastgereden is, terwijl het gefreesde gedeelte ten gevolge van regen zeer nat kon worden, wat als een duidelijk nadeel van de freesbewerking moet worden gezien. Het NB gedeelte ligt tussen beide andere in doordat enerzijds de bovenlaag moeilijker droog wordt, anderzijds bij regen minder nat wordt dan de bewerkte bedden ten gevolge van gebrek aan zwelmogelijkheden en door afvoer van het regenwater over het (bol gelegde) oppervlak.

Een ander verband is geschetst in fig. 14. Naarmate de grond natter bewerkt wordt, is de hoeveelheid stoofdroge grond minder. De door de bewerkingen los gemaakte grond zal vaster gereden zijn naarmate het vochtgehalte hoger was.

De stoofdroge grond is gezeefd, om de fractieverdeling te bepalen en daaruit de G.A.D. (gemiddelde aggregaat diameter) te berekenen (tabel 12).

Tabel 12. De G.A.D. van de losse grond in het zaaibed

bewerking	FR	RP + SE	gem.
G.A.D.	35,0	31,3	33,1

In fig. 15, die de gevonden gewichtspersentages per fractie weergeeft, valt duidelijk de geringe hoeveelheid van de kleinere fracties op, waaruit de slechte verkrumelbaarheid van de grond naar voren komt.

Opvallend is de hoogte van de G.A.D. De invloed van het afslibbaarheidsgehalte van de grond treedt hier duidelijk op als storende factor voor het maken van een voldoende fijn zaaibed.

4.2.2. Grondbewerkingseffecten op het gewas

4.2.2.1. Opkomst

4-5 dagen na het zaaien begonnen de gewassen op te komen. Na de opkomst zijn de open plaatsen geteld (tabel 13a en 13b). Vervolgens is het geheel weer ingeboet waarna de verzorgingswerkzaamheden zijn begonnen.

Tabel 13a. Het percentage open plaatsen bij mais

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III	4,8	3,4	1,6	3,3
Blok IV t/m VI	2,2	2,2	3,1	2,5
Gem.	3,5	2,8	2,3	2,9

Tabel 13b. Percentage open plaatsen bij soja

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III	62,4	23,9	34,2	40,2
Blok IV t/m VI	16,1	14,9	28,8	19,9
Gem.	39,2	19,4	31,5	30,0

De resultaten per bed zijn weergegeven in fig. 18, waaruit een invloed van bewerking en blok op het gewas tot uiting komt. Soja heeft fijn zaad en is daardoor in het groffe vrij natte zaaibed minder goed gekiemd; tevens was de kiemkracht van de soja aanzienlijk slechter dan van mais. De reactie van mais en soja op de bewerking en bed is vrijwel gelijk. Mais lijkt gunstiger te reageren op NB, terwijl dit voor soja geldt voor het ploegen. Na het inboeten zijn de % open plaatsen in de soja geschat en weergegeven in tabel 14.

Tabel 14. Geschatte percentages open plaatsen in de soja

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III	13	4	6	8
Blok IV t/m VI	3	6	5	5
Gemiddeld	8	5	6	6,5

4.2.2.2. Ontwikkeling van het gewas

Op bed 14-18 verschenen al snel na opkomst grote plekken schijngras, die de mais gedurende het gehele groeiseizoen in zijn ontwikkeling bleek te remmen. Op blok IV t/m VI en vooral op de schijngras plekken was de mais lichtgroen tot gelig gekleurd. Een en ander zal tot uiting komen in het aantal vrouwuren, nodig voor het wieden (fig. 19) en in de lengte (fig. 20 en 21) en opbrengst van het gewas (fig. 22).

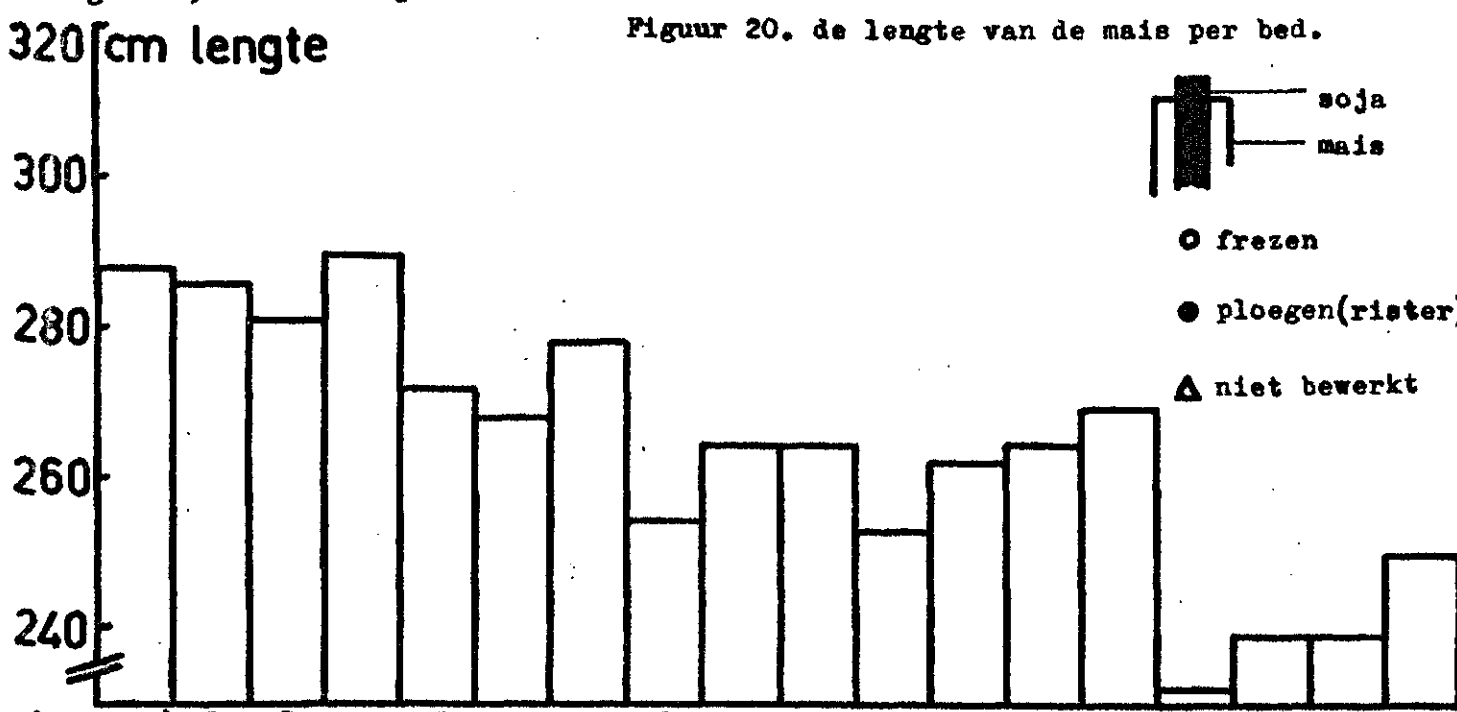
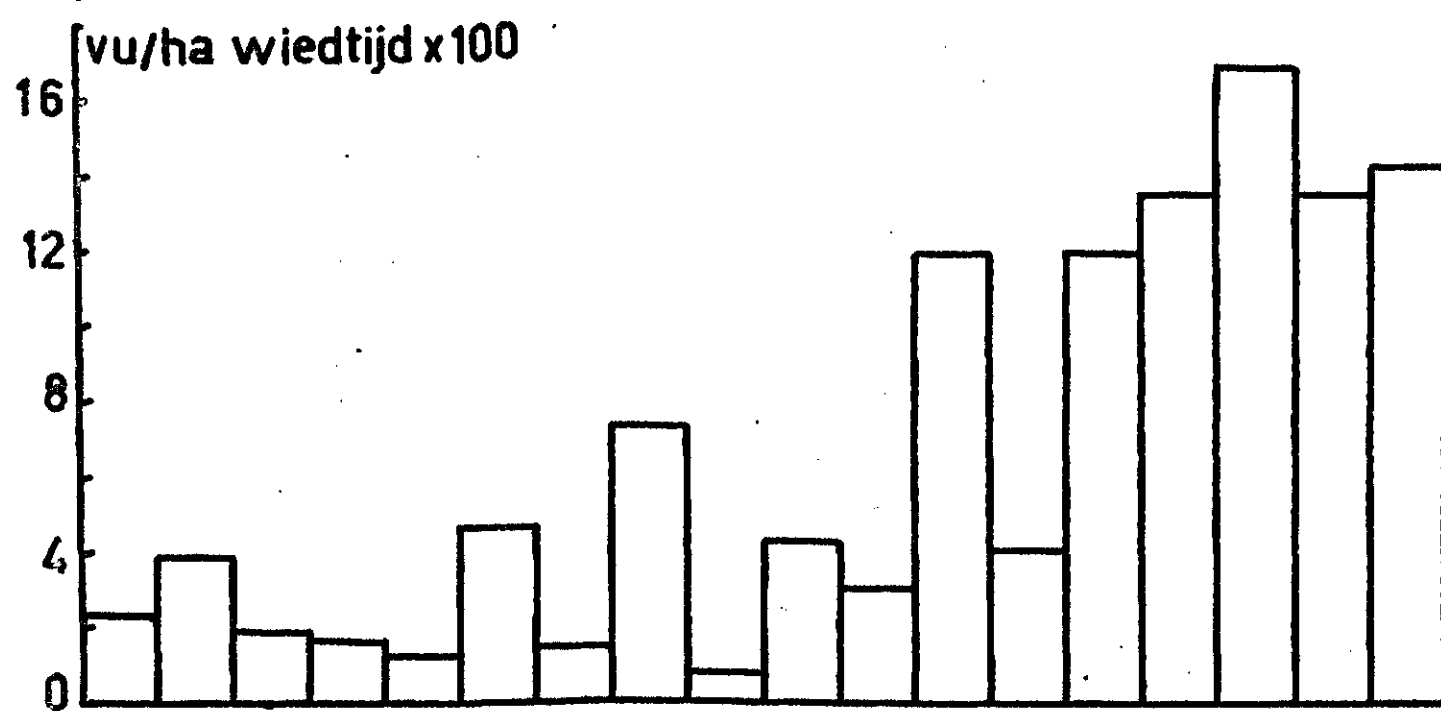
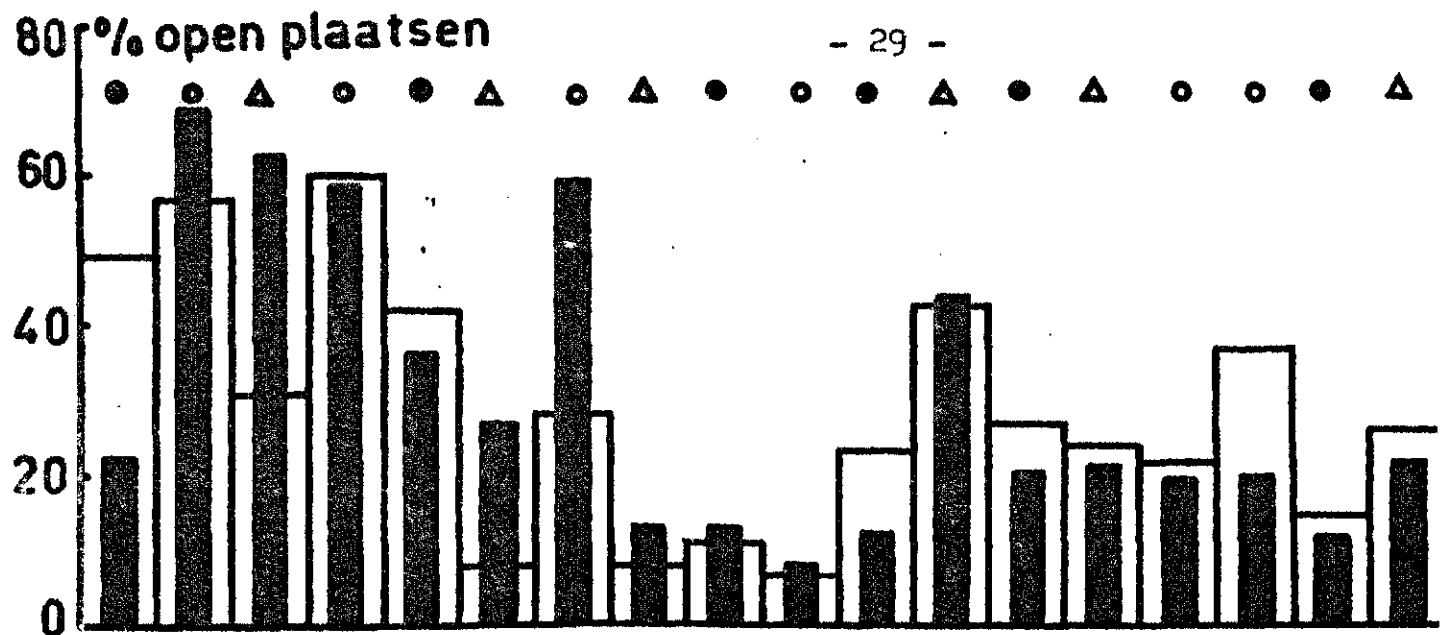
Begin december begon de mais vooral op blok I t/m III te legeren. De soja vertoonde vooral op grondtype 2.4 op blok I t/m III grote open plaatsen en groeide vrij traag tot eind oktober, waarna een snellere groei begon.

Half november begon de mais te bloeien. Van de middelste rij van ieder bed ($\pm$ 110 planten) zijn 2 à 3 maal het aantal pluimen bij de mais geteld. Na correctie op open plaatsen en op schijngras invloed is het aantal dagen na zaaien nodig voor 50% bloei bepaald (tabel 15).

Tabel 15. Het aantal dagen nodig voor 50% bloei van de mais

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III (dagen)	56,0	56,0	55,0	55,7
Blok IV t/m VI (dagen)	54,7	55,0	55,0	54,9
Gemiddeld (dagen)	55,3	55,5	55,0	55,3

Er blijken dus vrijwel geen verschillen op te treden.



Ongeveer veertien dagen na de bloei is de lengte van de mais gemeten (tabel 16). Er is gemeten tot de onderkant van de pluim. De invloed van het grondtype is niet bepaald.

Tabel 16. Lengte van de mais tot onderkant pluim
2 à 3 weken na bloei

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III (cm)	285	275	268	276
Blok IV t/m VI (cm)	245	252	260	252
Blok IV t/m VI zonder invloed schijngras	254	262	-	-
Gem. met invloed (cm)	265	263	264	264
" zonder invloed (cm)	270	268	264	267

Uit de variantie-analyse blijkt geen bewerkingseffect, wel een blokeffect aanwezig te zijn.

De mais blijkt op blok I t/m III (fig. 20 en 22) 23 cm ($P = 0,01$) langer te zijn dan op blok IV t/m VI. De tendens na correctie op schijngrassen is op beide gedeelten hetzelfde; alleen het frezen geeft afwijkingen. Dit zou te wijten kunnen zijn aan het feit, dat blok IV t/m VI te nat gefreesd is.

4.2.2.3. Wieden

Op blok I t/m III verscheen al vrij snel op de niet bewerkte bedden dicotylen, zoals liemswied. Op blok IV t/m VI kwamen voornamelijk grassen en schijngrassen voor, die niet met gramoxone te bestrijden bleken; voor wat betreft de ondergrondse delen.

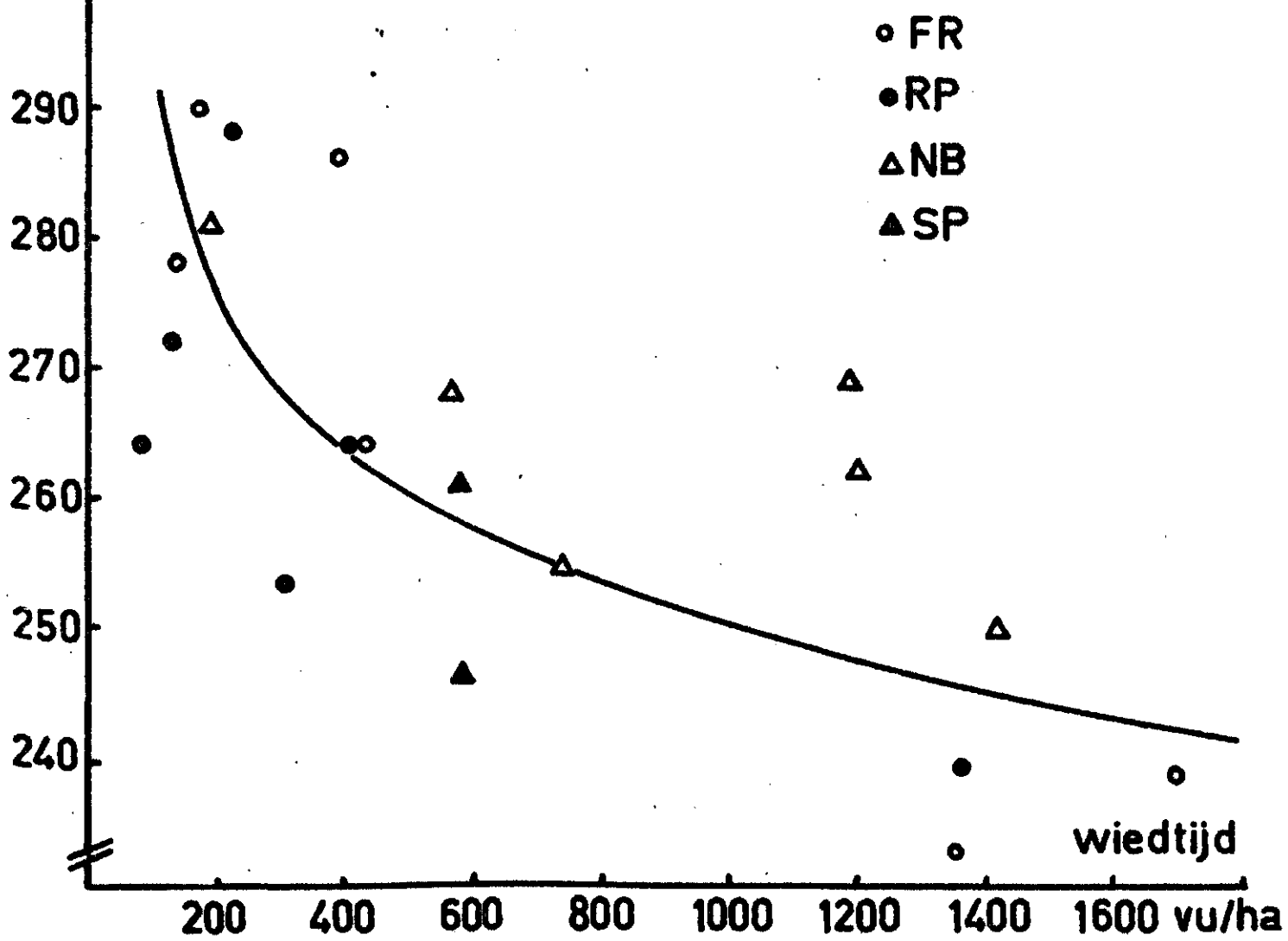
De onkruidbestrijding is na het zaaien uitsluitend mechanisch geschied. De benodigde vrouwen zijn bijgehouden en weergegeven in fig. 19 en tabel 17. Hierin geeft risterploegen een gunstig beeld, ongunstiger is het echter voor niet bewerkte bedden.

Tabel 17. Het aantal vrouwen wieden per bewerking

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I t/m III vu/ha	236	147	501	295
Blok IV t/m VI vu/ha	1160	692	1271	1041
Gemiddeld vu/ha	698	419	886	668

stengellengte

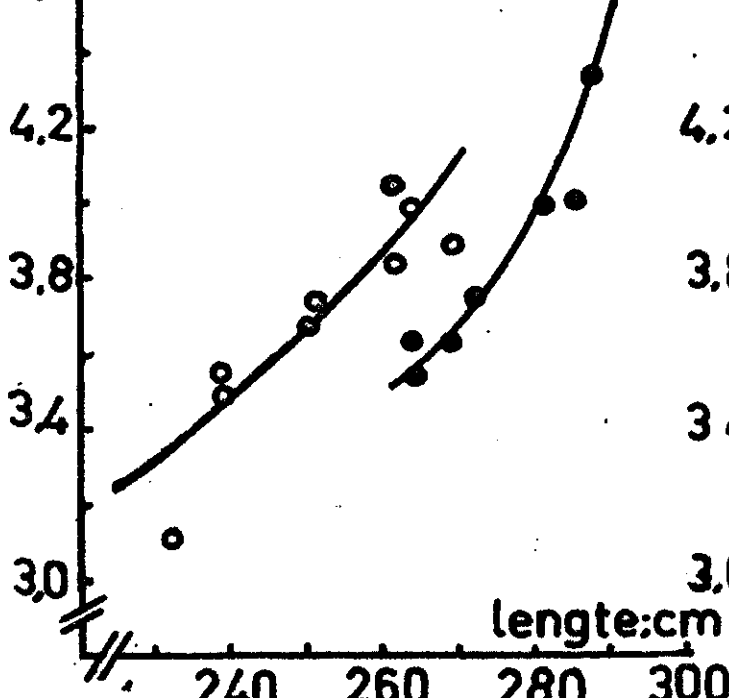
300 cm



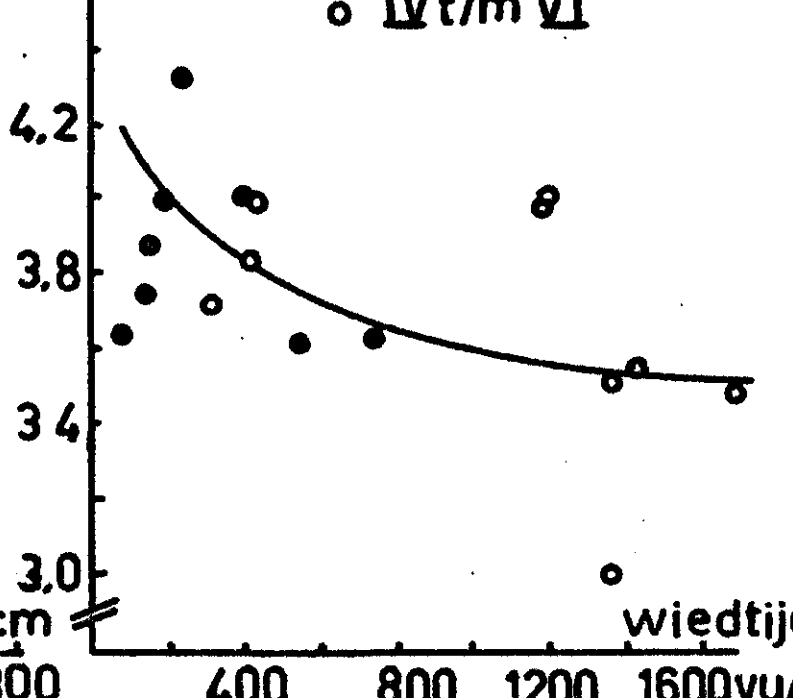
Figuur 21. De invloed van het onkruid(wiedtijd) op de groei(lengte) van het gewas.

Figuur 22a. De relatie lengte/opbrengst. Figuur 22b. De rel.wiedtijd/opbrengst

opbrengst
4,6 ton/ha



opbrengst



In deze tabel is zeer duidelijk een blokeffect en bewerkingseffect te zien, beide betrouwbaar (resp. $P = 0,01$ en $P = 0,05$). De schijngrassen op de bedden 15, 16, 17 en 18 in blok IV t/m VI hebben een grote invloed gehad: Ook het verschil tussen blok I t/m III en IV t/m VI (746 vu/ha) is betrouwbaar ($P = 0,01$). Het ploegen was betrouwbaar ($P = 0,05$) gunstiger dan het niet bewerken waarschijnlijk door betere dekking van het onkruid. De andere verschillen waren niet niet betrouwbaar. Wellicht breiden zich de schijngrassen uit door de freesbewerking. In fig. 21 is de invloed van het onkruid (in aantal vrouwen per ha wieden) op de lengte van de mais weergegeven. Er lijkt een verband te bestaan tussen de hoeveelheid onkruid en de ontwikkeling (lengte) van de mais.

4.2.2.4. Oogst

De oogst vond plaats omstreeks de jaarwisseling over een periode van enkele weken. Het oogsten van de soja en het drogen van de mais en de soja nam geruime tijd in beslag. Een aanzienlijk gedeelte van de soja moest op het veld achterblijven.

De oogst werd in handwerk verricht. Bij mais werden de kolven geplukt en in zakken vervoerd en gedroogd; bij soja werd de hele plant met de snoeischaar afgeknipt en vervolgens eveneens in zakken vervoerd en gedroogd.

Zowel bij de mais als bij de soja zijn randrijen en kopeinden niet meegerekend. Voor de oogst van het gehele bed zijn 3 veldjes per grondtype en gewas met in het totaal 100 planten uitgezet en geoogst, om een eventuele invloed van het grondtype na te kunnen gaan (tabel 18a). Later is de opbrengst van deze veldjes weer bij de opbrengst van de bedden geteld. Helaas is vergeten de drie veldjes te verdelen over de bewerkingen, zodat een bewerkingseffect dat echter niet aantoonbaar zal blijken te zijn met het grondtype effect kan zijn gestrengeld.

De gemiddelden liggen dichtbij het gemiddelde van het totaal (mais) of zijn gelijk (soja). De steekproef was dus wel representatief te achten.

Tabel 18a. Invloed grondtype op opbrengst (ton/ha bij 15% vocht) van mais en soja

grondtype	C 1.4	C 2.2	C 2.1	C 2.4	C 2.3	gem.
Mais	3,74	3,96	3,95	3,74	4,04	3,89
Soja	1,32	1,51	1,61	1,56	1,71	1,54

Hoewel uit de variantie-analyse bleek dat er geen betrouwbare invloed van het grondtype aanwezig was, trekken de lage opbrengsten op grondtype C 1.4 en de hoge op C 2.3 de aandacht, terwijl ook de opbrengst op C 2.4 aan de lage kant lag, zoals ook uit de opbrengsten van het geploegde

en niet bewerkte bed van blok 3 bij mais bleek. In dit verband zullen de opbrengsten per bed (tussen haakjes) worden weergegeven in tabel 18b en 18c.

Tabel 18b. De opbrengst van mais (ton/ha; 15% vocht)
per bed

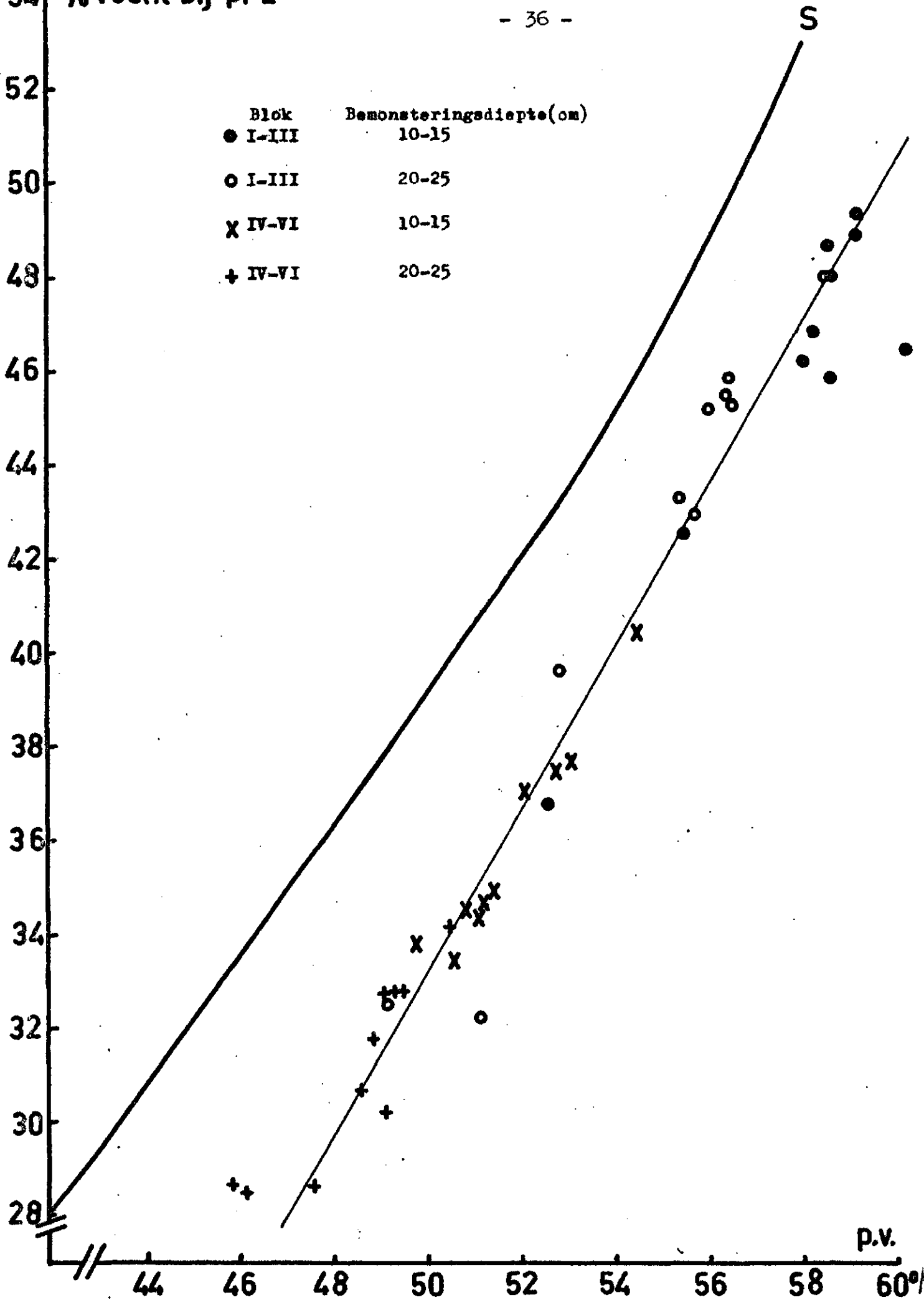
bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I	4,01 (2)	4,33 (1)	4,01 (3)	4,12
II	4,62 (4)	3,75 (5)	3,62 (6)	4,00
III	3,88 (7)	3,64 (9)	3,63 (8)	3,72
IV	3,97 (10)	3,72 (11)	4,18 (12)	3,96
V	3,09 (15)	3,84 (13)	3,88 (14)	3,60
VI	3,49 (16)	3,53 (17)	3,65 (18)	3,56
Gem.	3,85	3,80	3,83	3,83

Tabel 18c. De opbrengst van soja (ton/ha; 15% vocht)
per bed

bewerking	FR	RP	NB	gem.
Blok I	- (2)	- (1)	- (3)	-
II	- (4)	1,47 (5)	1,23 (6)	1,35
III	(1,29) (7)	1,76 (9)	1,77 (8)	1,61
IV	1,64 (10)	1,54 (11)	(1,63) (14)	1,60
V	1,78 (15)	- (13)	(1,08) (14)	1,43
VI	1,55 (16)	1,75 (17)	- (18)	1,65
Gem.	1,56	1,63	1,43	1,54

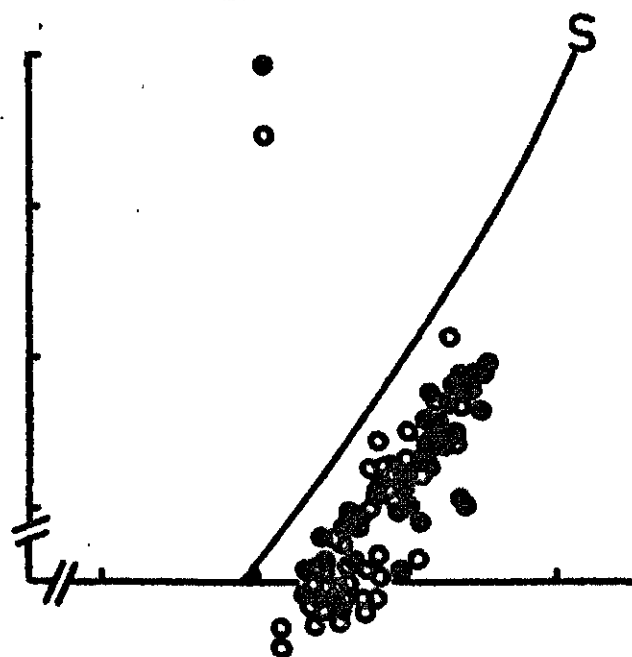
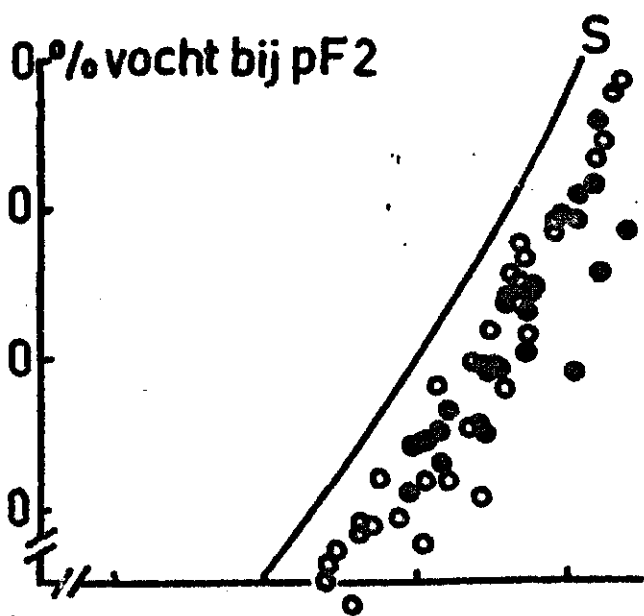
Op de blokken 1 en 2 kwam de soja slecht op en bleek t.g.v. het inboeten later rijp te worden.

Bij de soja zijn naast de niet geoogste bedden ook enkele bedden (7, 12 en 14) gedeeltelijk geoogst. De opbrengsten zijn berekend uit het geoogste gedeelte en tussen haakjes geplaatst. De soja is daarom niet verder in beschouwing genomen. Het bleek een weinig oogstzeker gewas met een goede opbrengst te zijn. Uit de variantie-analyse van de



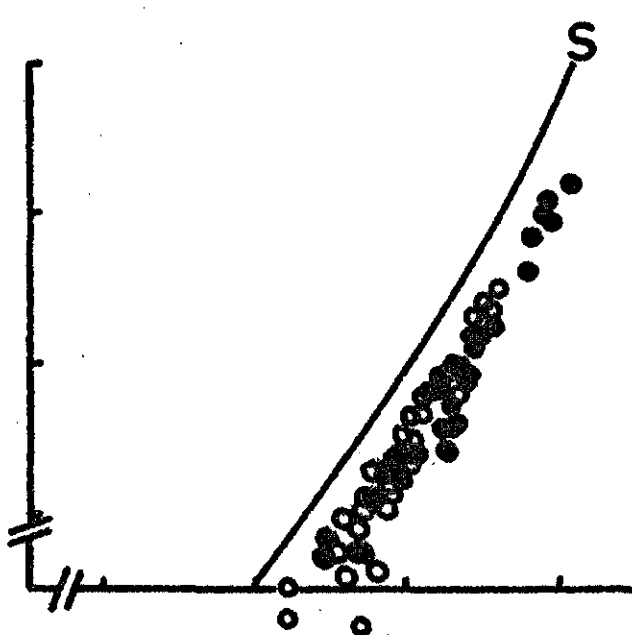
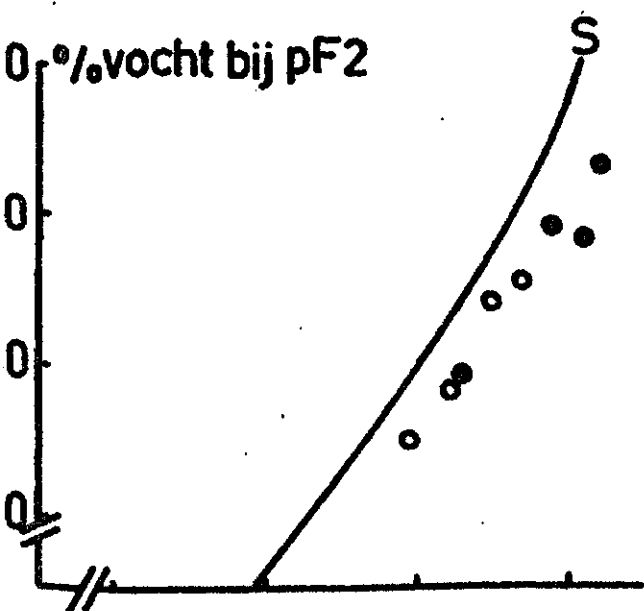
Figuur 23. De relatie tussen poriënvolume en vochtgehalte bij pF2.

0%vocht bij pF2



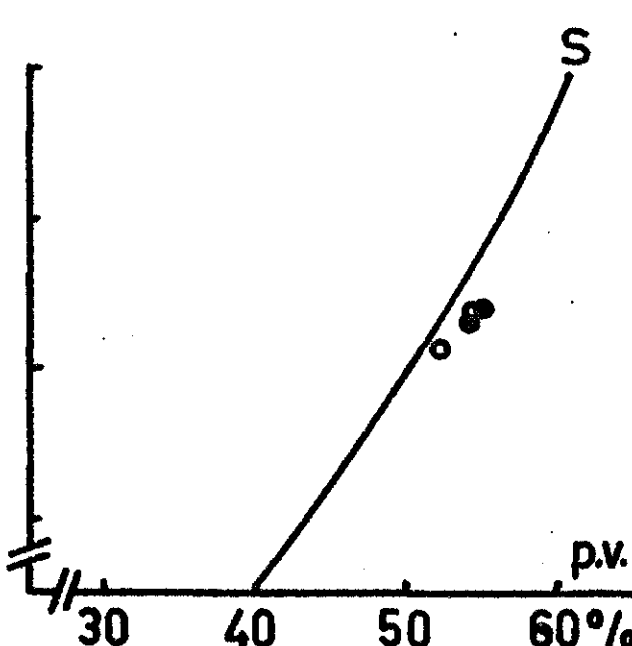
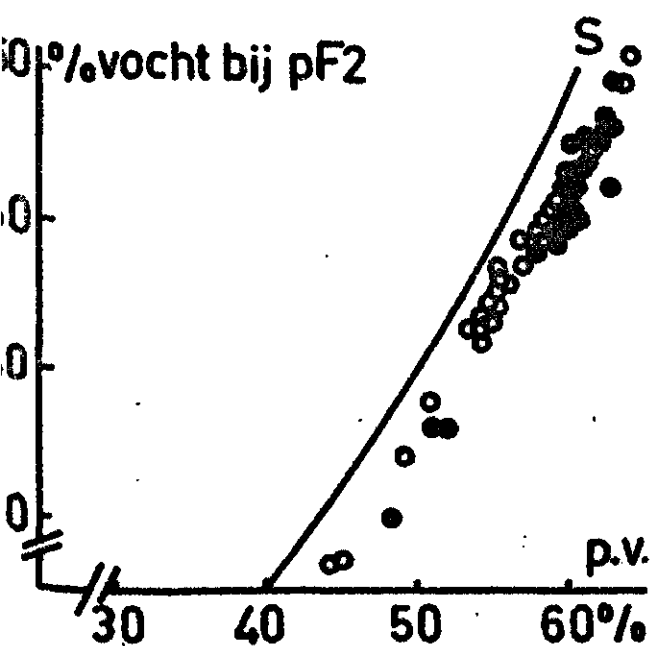
C 1.4

0%vocht bij pF2



C 2.1

0%vocht bij pF2



C 2.3

Figuur 24 De relatie tussen poriëvolume en vochtgehalte bij pF2 voor 3 blokken en 3 mon

gehalte bij pF_2 was niet betrouwbaar.

In fig. 23 is het verband poriënvolume - gewicht % vocht bij pF_2 uitgezet waarbij rekening is gehouden met bemonsteringsdiepte, blok en grondtype.

Hieruit blijkt dat er in het gehele gebied verband bestond tussen het percentage poriën en het gewichtspercentage. Dit kan betekenen dat de grond zeer dicht was, maar het kan ook worden veroorzaakt door het feit dat de grond zeer heterogeen was (KUIPERS, 1961). Dit laatste is inderdaad het geval, zoals elders vermeld is, maar is toch niet alleen de oorzaak van de sterke samenhang, zoals blijkt uit fig. 24, waarin de relatie voor 3 grondtypen apart is uitgezet en wel van de typen die zowel op blok I t/m III als IV t/m VI voorkomen. Ook hier weer een duidelijk verband tussen poriënvolume en volume percentage vocht. De grond moet dus wel zeer dicht zijn (KUIPERS, 1966).

4.2.3.2. Consistentiegrenzen en hun betekenis

De consistentiegrenzen of Atterbergse waarden zijn: uitrolgrens, kleefgrens en vloeigrens.

De uitrolgrens en de vloeigrens zijn de onderste resp. bovenste grens van het traject waarin de grond plastisch is. Binnen dit traject ligt de kleefgrens.

De kleefgrens is de grens waaronder grond niet meer aan vreemde voorwerpen kleeft, in het lab. aan een spatel, of in de praktijk aan het werktuig.

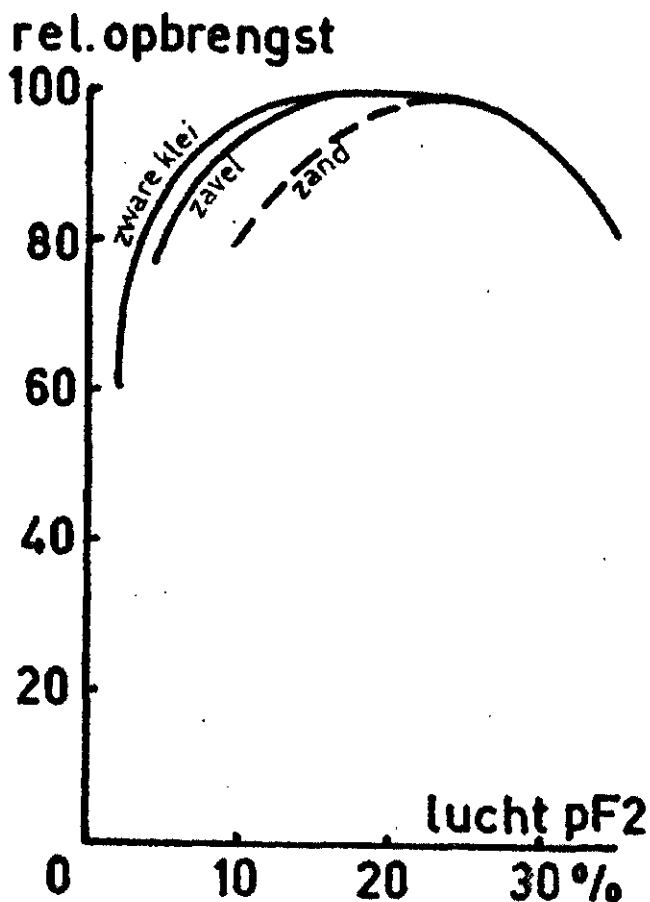
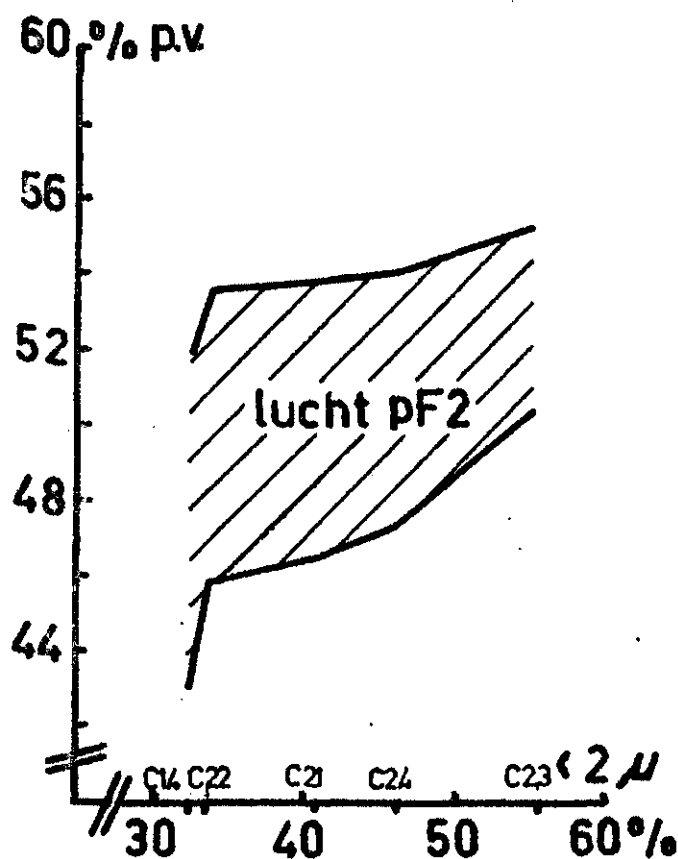
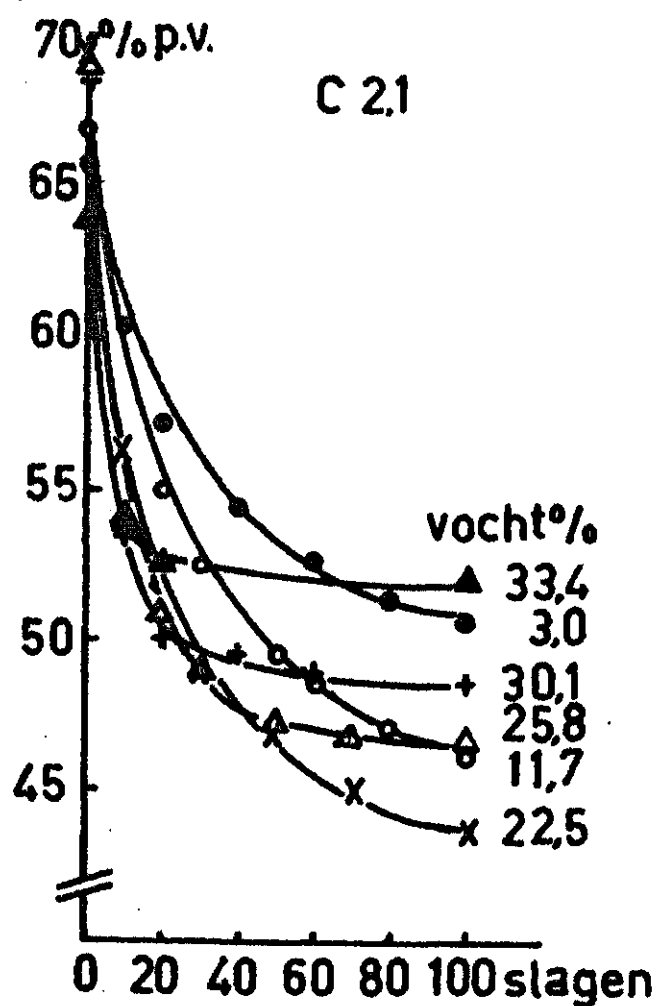
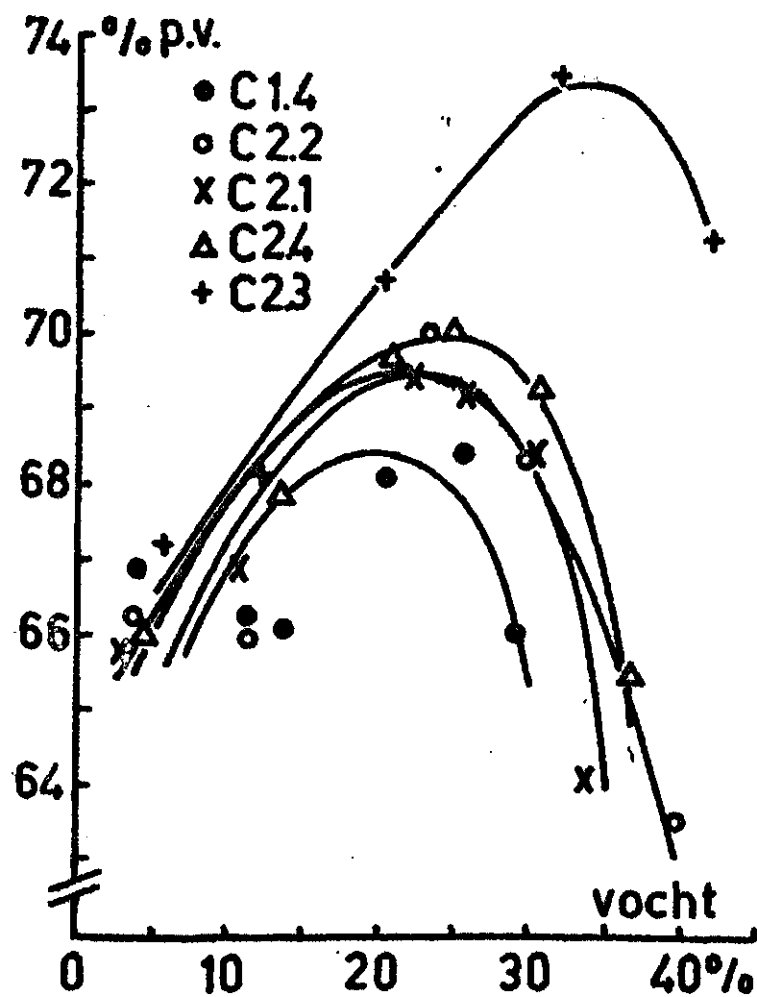
De vloeigrens is het vochtgehalte waarbij de grond begint te vloeien onder invloed van uitwendige krachten en geeft het max. vochtgehalte aan, waarbij de grond doeltreffend kan worden bewerkt. Toename van het percentage $< 2\%$ maakt verkruimelen van de grond moeilijker.

Een toename van het humusgehalte verhoogt de vochtgehalten van alle grenzen (BOEKEL, 1963).

Om de vloeigrens te bepalen werd gebruik gemaakt van de gestandaardiseerde methode met het toestel van Casagrande, met een valhoogte van de kom op 1 cm ingesteld. Evenals de vloeigrens, zijn ook de kleef- en uitrolgrens bepaald aan versmeerde gronden, zoals beschreven door BRUGGENWERT e.a. (1966).

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in fig. 29 met de vochtgehalten bij pF_2 . Met deze gegevens is de gevoeligheid voor samendrukking en voor verslemping te bepalen (BOEKEL, 1963c). Deze gevoeligheden zijn berekend en weergegeven in fig. 31.

Het gew. percentage vocht bij pF_2 - gew. percentage vocht bij de uitrolgrens geeft de gevoeligheid voor plastische deformatie onder invloed van mechanische krachten weer (BOEKEL & PEERLKAMP, 1956). Dit verschil neemt toe met een toename van het percentage $< 2\%$ en neemt af met toename van het percentage organische stof en percentage zand (U-cijfer). Een verschil van max. 4% is wenselijk om effectief te kunnen bewerken. Dit bij de proefveld gronden altijd groter dan 4%. Tot 50% $< 2\%$ zijn de gronden nog redelijk, daarboven moeilijker bewerkbaar: Tabel 21.



Tabel 21. Min. gehalte organische stof voor goede weerstand tegen plastische deformatie en goede bewerkbaarheid (BOEKEL, 1963)

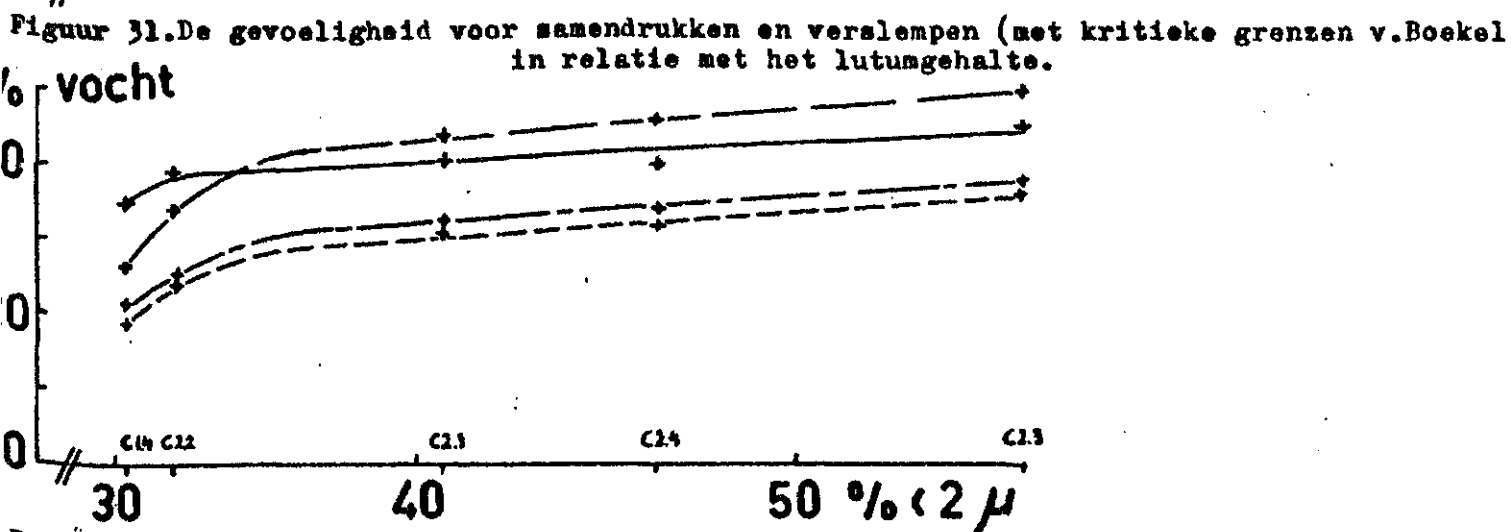
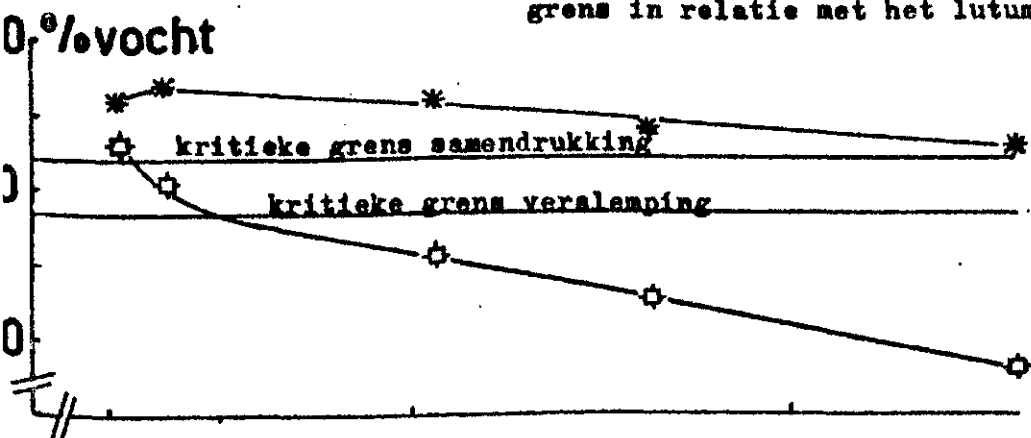
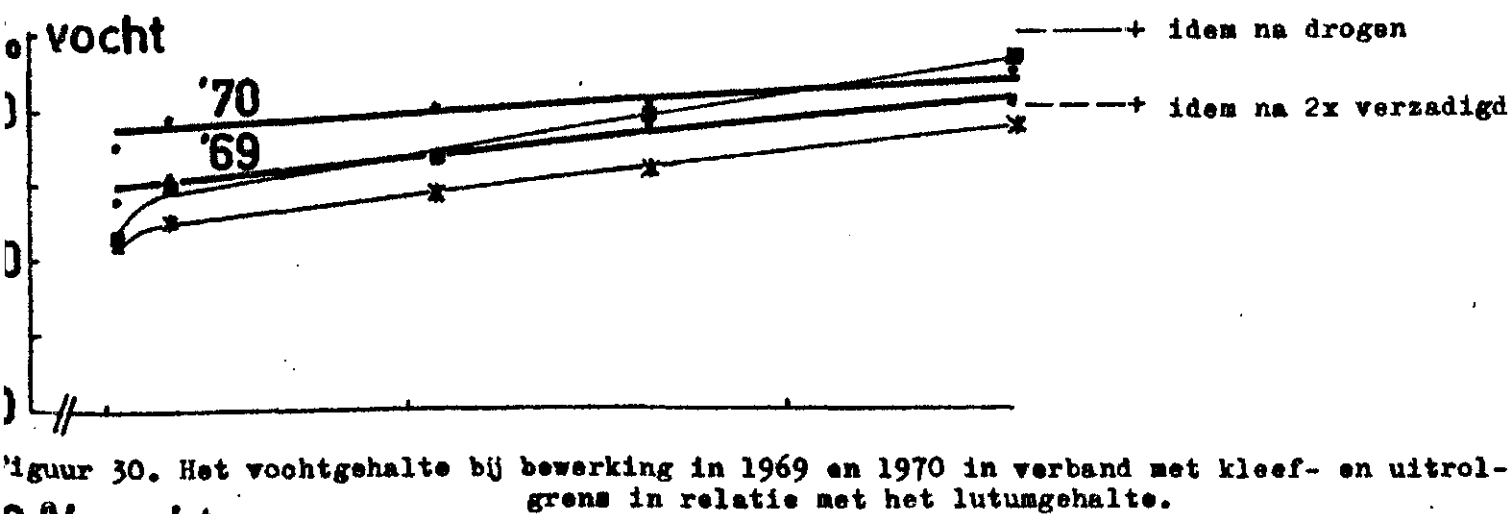
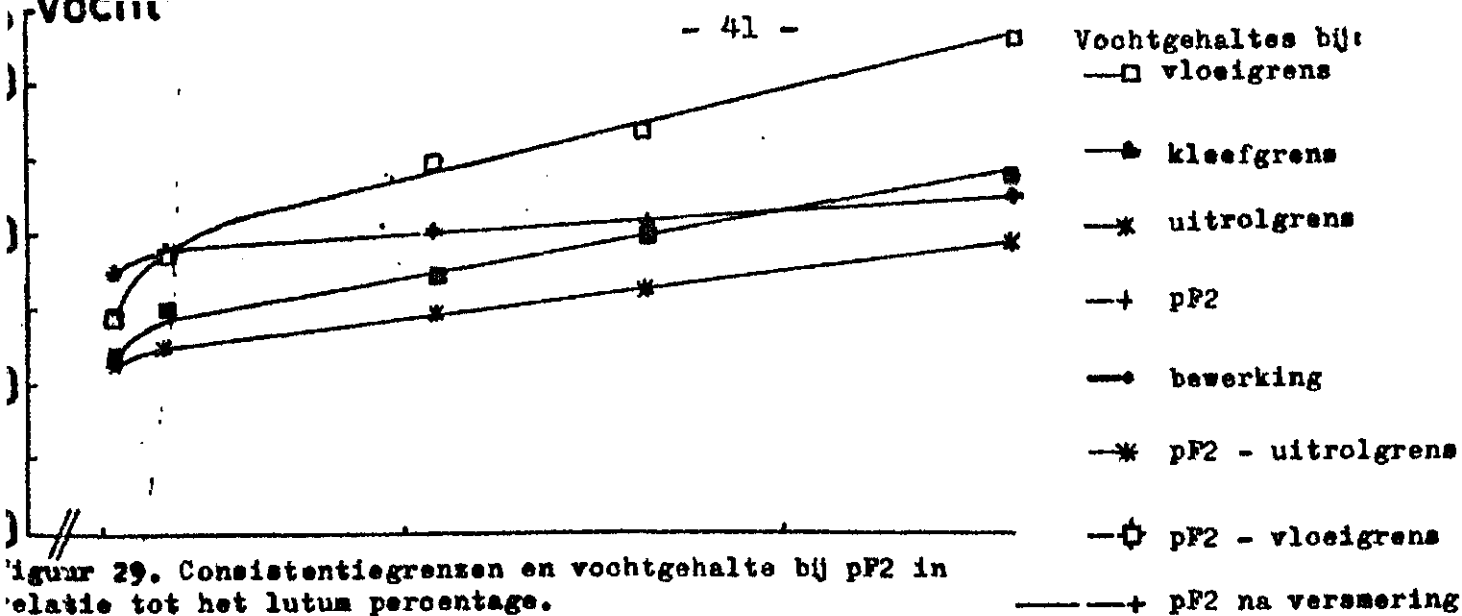
% < 16 μ	U-cijfer		
	100	200	300
20	1.9	3.1	3.5
30	3.5	5.5	6.2
40	4.3	6.0	6.9
50	4.3	6.3	6.9

Het gew. percentage vocht bij pF_2 - gew. percentage vocht bij de vloeigrens geeft de gevoeligheid voor verslem- ping weer. Groot verschil wordt gevonden bij stevige gronden en klein verschil behoort bij slempige gronden. Het verschil neemt toe met het percentage < 16 μ . Boven 40% < 16 μ bestaat er vrijwel geen slempgevoeligheid meer. Toename van het humusgehalte en de grove zand fractie geeft een gering verschil tussen de trajecten en daardoor grotere slempge- voeligheid. Dit verschil zou minimaal 3% moeten bedragen. Bij C 1.4 en C 2.2 is dit niet het geval, maar toch komt geen verslemping voor ten gevolge van het hoge percentage < 2 μ : Tabel 22.

Tabel 22. Min. percentage organische stof nodig ter voorkoming van verslemping (BOEKEL, 1963)

% < 16 μ	U-cijfer		
	100	200	300
10	2.5	4.0	6.2
20	1.5	3.0	4.2
30	0.0	1.8	3.5
40	0.0	0.0	2.0

Alle proefveld gronden liggen in een gebied waar nog 0-1% organische stof vereist is. Op alle grondtypen werd een hoger percentage aangetroffen, zodat er geen verslemping is te verwachten.



4.2.3.3. Versmeringsgraad

Het vochtgehalte bij pF_2 daalt bij het rijpen van de grond en stijgt door versmering. Op gronden die regelmatig versmeerd worden zal het vochtgehalte bij pF_2 weinig stijgen bij een versmerende behandeling in het laboratorium. Intensieve droging kan het vochtgehalte bij pF_2 sterk doen dalen (KOENIGS, 1963).

De stabiliteit van de grond hangt nauw samen met zijn versmeringstoestand. Het is voor het inzicht in de bewerkbaarheid en berijdbaarheid van de gronden in de tropen van groot belang te weten hoe dergelijke verhoudingen liggen. Daarom is voor de vijf grondtypen een gemalen mengmonster versmeerd door roeren en kneden, onder toevoeging van water. Van ieder grondtype zijn 5 monsterringen van 100 cc met deze versmeerde grond gevuld en gedurende 2 dagen op pF_2 bak geplaatst, na verzadiging gedurende 1 dag. Na drogen bij $105^\circ C$ zijn de monsters weer verzadigd en nogmaals 2 dagen op de pF_2 bak gezet. Vervolgens weer gedroogd en 3 dagen op de pF_2 bak geplaatst, daar verzadiging van de gedroogde monsters zeer langzaam geschiedde. De gevonden vochtgehaltenes werden vergeleken met het vochtgehalte bij pF_2 van de ongeroerde monsters. Deze zijn weergegeven in fig. 32.

Hieruit blijkt dat versmering van de grond een verhoging van het vochtgehalte bij pF_2 van de grondtypen C 2.1, C 2.4 en C 2.3 veroorzaakt en een min of meer raadselachtige verlaging van C 1.4 en C 2.2. Het drogen heeft een drastische verlaging ten gevolge, tot ongeveer de oorspronkelijke kleefgrens. Bepaling van vochtgehalte bij pF_2 na nogmaals verzadigd te hebben gaf slechts een geringe stijging van het vochtgehalte bij pF_2 te zien, zodat het geheel op een aanzienlijk lager peil kwam te liggen dan voor de diverse behandelingen.

4.2.3.4. Bewerkbaarheid

Met grondbewerking wordt onder andere getracht de pakking van de aggregaten zodanig te beïnvloeden, dat er voor de planten een optimaal groeimilieu ontstaat. Een goede pakking (en fraktieverdeling) levert bij optimale externe omstandigheden een goed gewas en een goede opbrengst. Grondbewerking wordt ook wel toegepast om verdichte lagen open te breken en de aldus verkregen brokstukken te verkleinen en ijler te stapelen.

Om doeltreffend te kunnen werken moet men rekening houden met het vochtgehalte, omdat de resultaten daarvan afhankelijk zijn. Bij een laag vochtgehalte is de bindingskracht tussen de bodemdeeltjes sterk. Het verkleinend effect van de bewerking zal daardoor niet hoog zijn, temeer de kluiten ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. De manier waarop men bewerkt zal mede daardoor belangrijk zijn. Bij eggen b.v. is de beweging van de kluiten anders dan bij rollen.

Een hoger vochtgehalte resulteert in lagere bindingskrachten, maar eventuele kluiten zullen nog ten opzichte van

elkaar kunnen verschuiven. Een nog hoger vochtgehalte zal kunnen leiden tot het verschuiven van de kleideeltjes ten opzichte van elkaar, met als resultaat versmering. Verdere bevochtiging zal leiden tot suspenderen, vloeien en stromen van de grond onder invloed van het werktuig. Het is belangrijk om deze eigenschappen van de grond te bestuderen in verband met eventuele verschillen in gewasreacties. In verband met het bovenstaande zal er een begrensde vochttraject zijn, om de grond doeltreffend te kunnen bewerken. De proefveld gronden zijn verschillend van samenstelling. Een verschil in relatie van grondbewerking en vochtgehalte zal daarom verwacht kunnen worden.

In deze proef is per grondtype een reeks gemaakt van 25 trappen met oplopend vochtgehalte. Per vochtgehalte is uitgegaan van 80 gram droge grond, fractie < 3 mm. Deze grond is in een plastic zeepdoosje, groot $10,5 \times 7,0 \times 2,5$ cm gedaan, en vanuit een buret op het vereiste vochtgehalte gebracht. Dit geheel is 2 dagen blijven staan, met afsluitend deksel, om het vocht in de grond te verspreiden. Na deze 2 dagen werden de doosjes in de schommel geplaatst van de proefopstelling, afgebeeld in fig. 33. De benodigde krachten werden op de balans afgelezen.

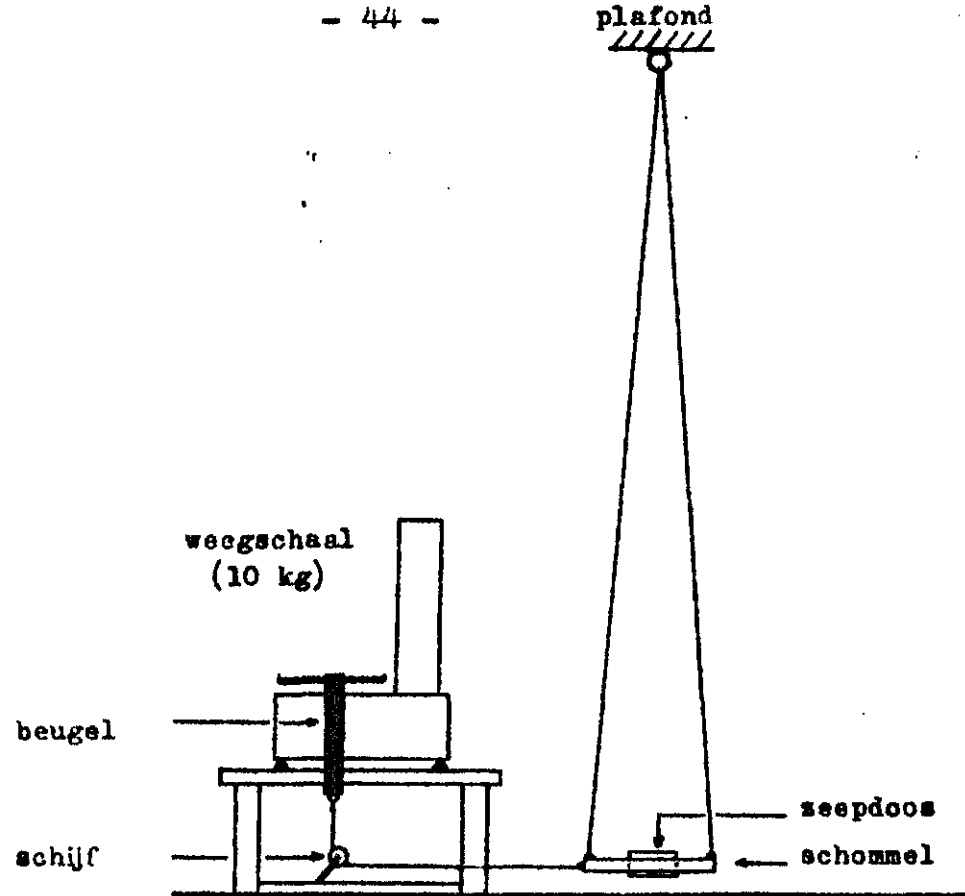
Een eerste meting werd gedaan, waarbij een spatel, met een platte voorzijde (breedte 0.9 cm) door de grond getrokken werd.

Deze werd gevolgd door een eerste bewerking door met een lepelspatel zijdelings 25 maal heen en weer door het zeepdoosje te gaan. Een tweede meting volgde, waarna wederom 25 maal heen en weer bewerkt werd echter nu met de lepelspatel plat en de duim stevig gedrukt in de lepel. Een derde meting sloot deze proef af (BRUGGENWERT e.a., 1966). De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in fig. 35. In deze grafieken zijn verschillende tendensen waar te nemen. Het vochtgehalte waarbij de maxima optreden is niet voor iedere bewerking en grondtype hetzelfde. Per bewerking is het vochtgehalte, waarbij de maxima optreden, afhankelijk van het aantal kontaktpunten per volume-eenheid.

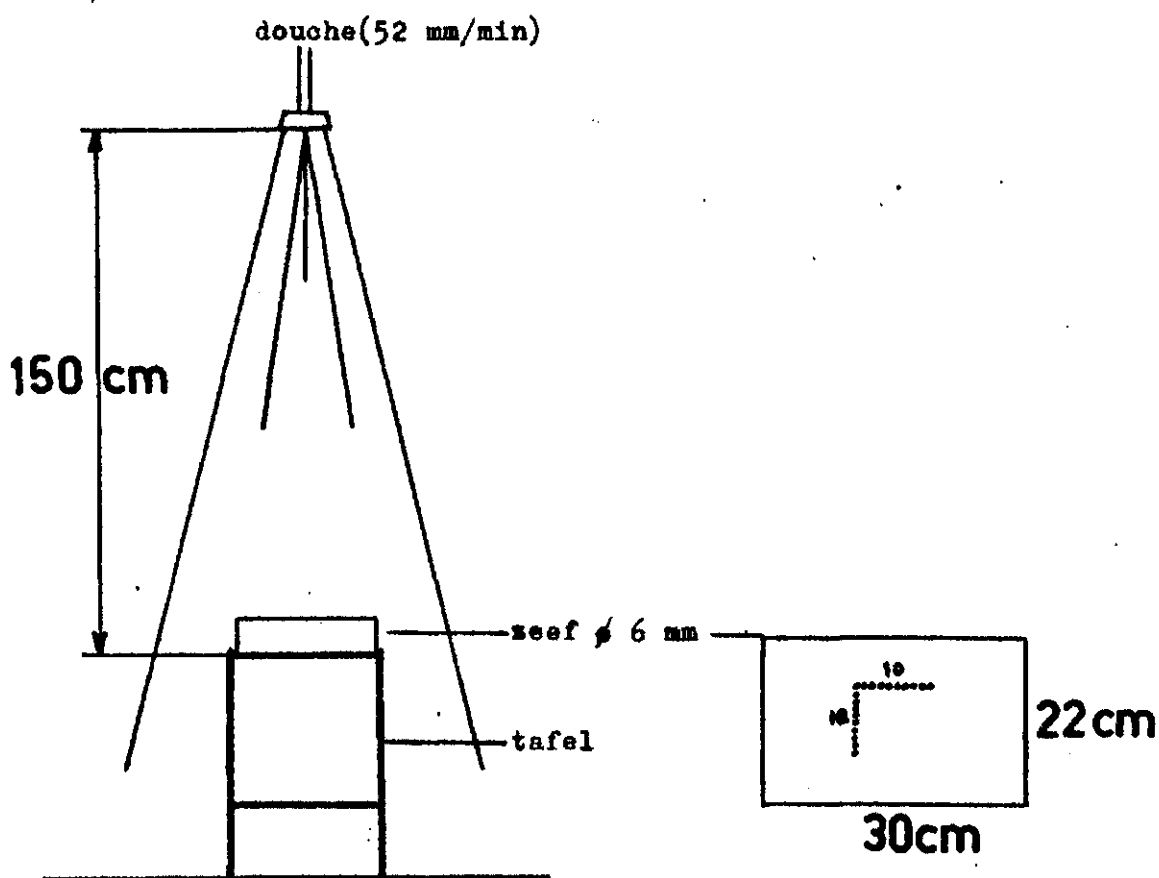
De eerste meting heeft betrekking op het verbreken van de korst. Bij de tweede meting, komt juist de mogelijkheid tot verrollen van de deeltjes tot uiting in een verlaagde trekkracht. Door de bewerking is hier het aantal kontaktpunten per volume-eenheid afgenomen. Een max. kracht bij hoger vochtgehalte is dan ook waar te nemen (fig. 36 en 37). In deze grafieken zien we tevens dat in de tweede bewerking juist het tegenovergestelde plaatsvindt. Door de verdichtende bewerking zal het aantal kontaktpunten per volume-eenheid sterk toenemen.

Ook is waar te nemen dat de vochtgehaltenes waarbij de maximale krachten optreden verschuiven met het grondtype. Het toenemend percentage $< 2 \mu$ en percentage organische stof verhogen de bindingskrachten en daarmee het vochtgehalte waarbij het maximum gaat optreden en de maxima zelf.

De maximale energie die men met verkleinend resultaat in de grond kan stoppen zal nu te vinden zijn bij de derde bewerking op het punt waar de kracht maximaal is.



Figuur 33. Opstelling voor het meten van de trekkracht in verband met vochtgehalte bij verschillende bewerkingen.



Figuur 34. Opstelling voor het meten van de stabiliteit van aggregaten en de plaatsing van de aggregaten op de zeef.

.1 meting
x2 meting
o3 meting

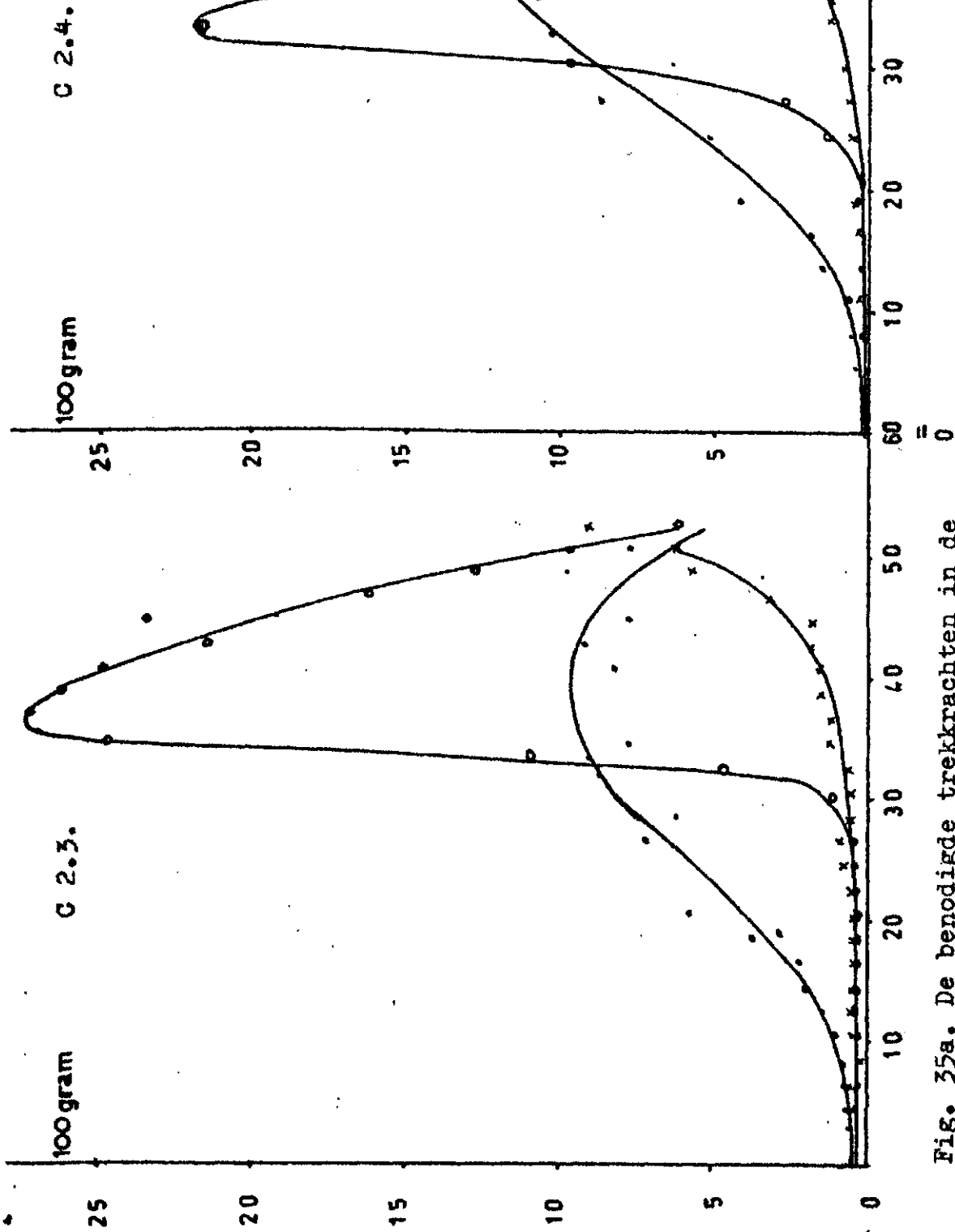


Fig. 35a. De benodigde trekkrachten in de
bewaterbaarheidsproef in relatie met
het vochtgehalte.

%vocht

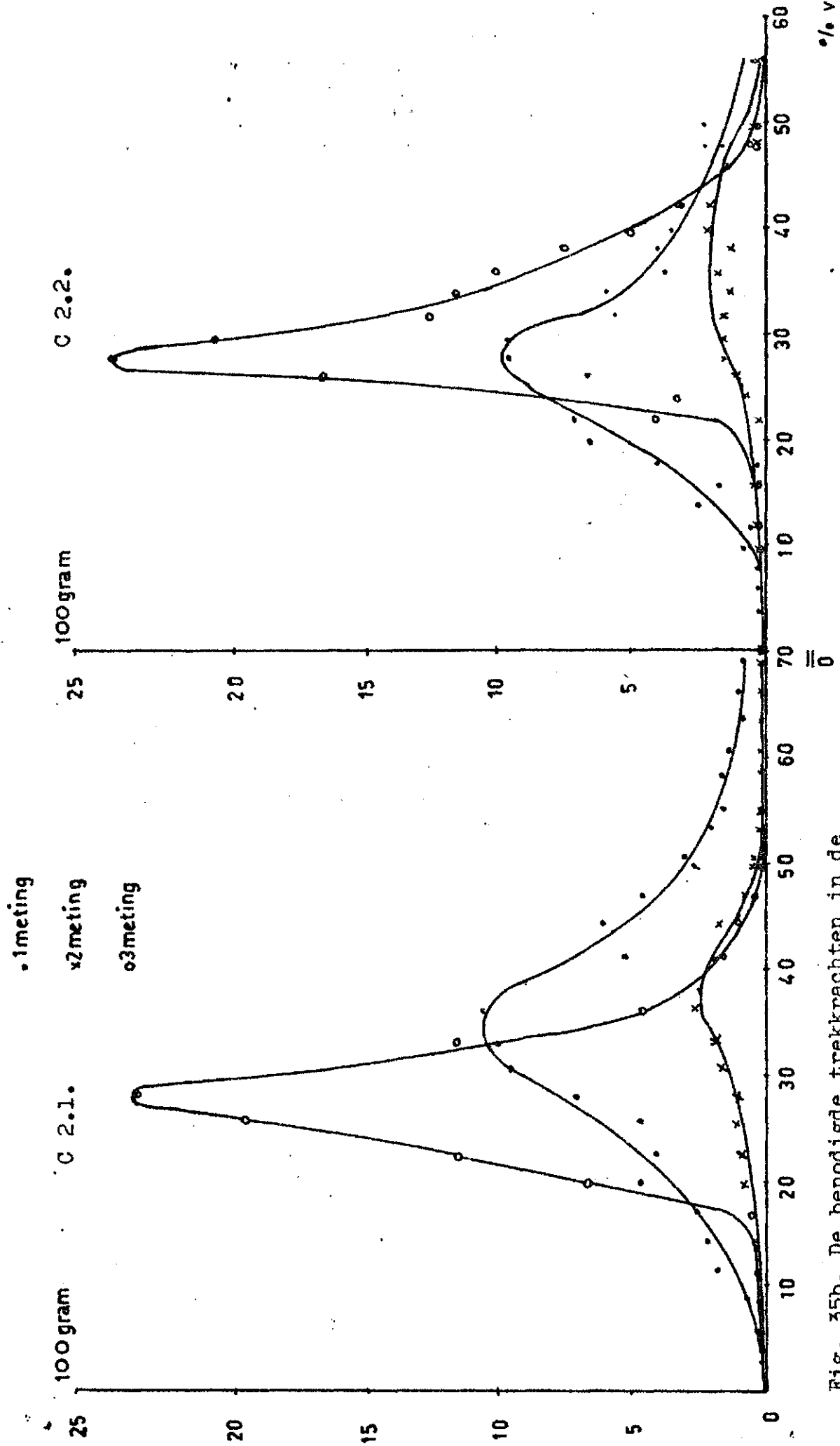
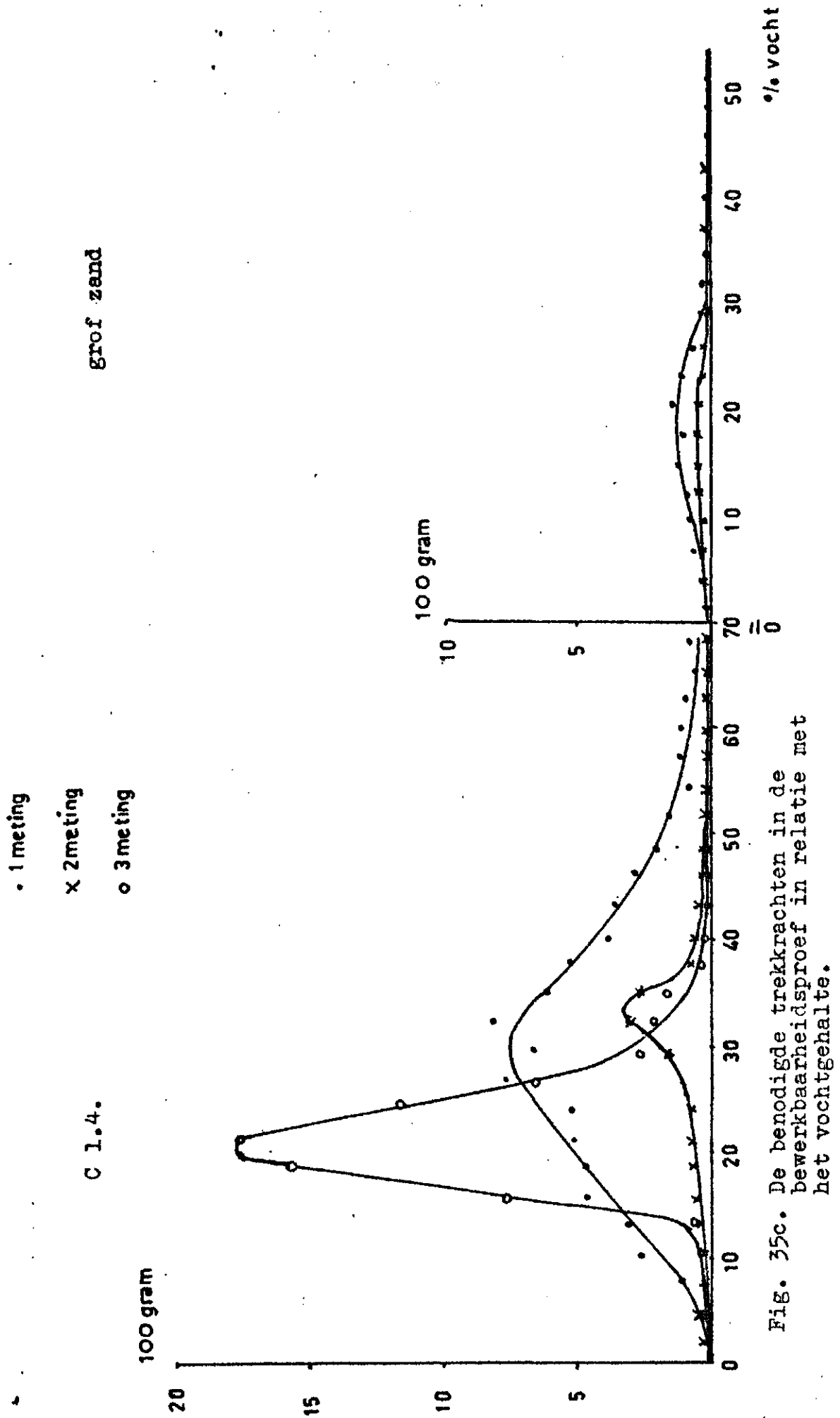
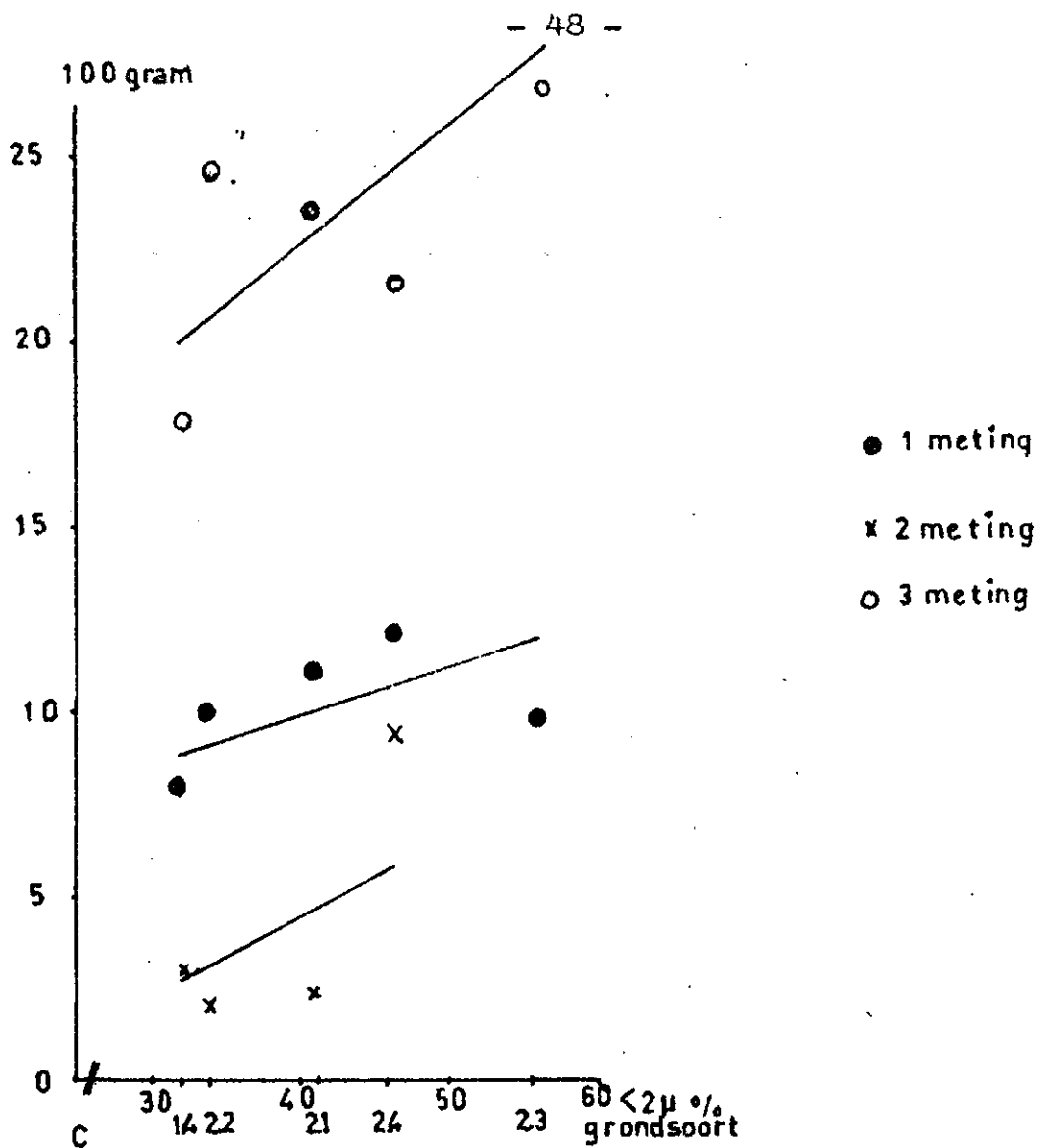
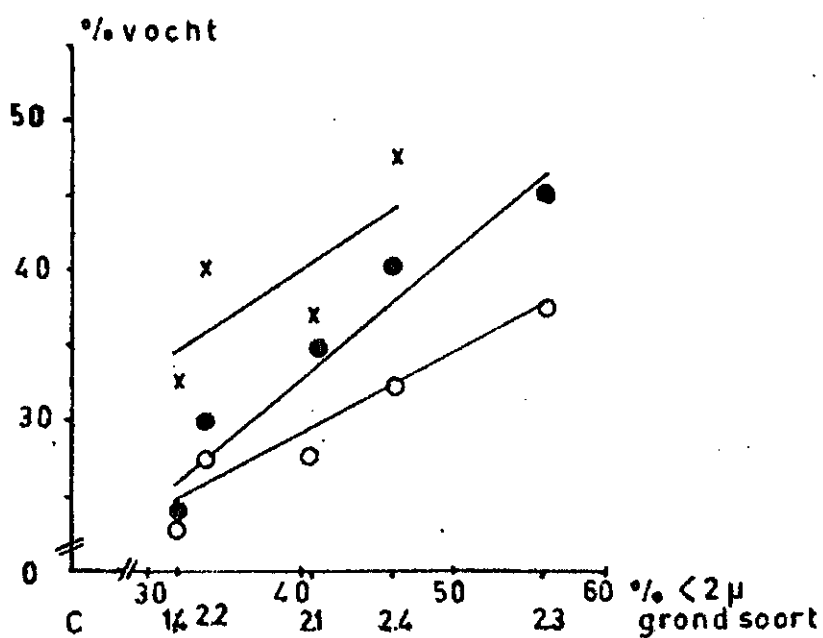


Fig. 35b. De benodigde trekkrachten in de bewerkbaarheidsproef in relatie met het vochtgehalte.





Figuur 36. De maximale krachten, optredend bij de bewerkbaarheidsproef, in relatie met het percentage lutum.



Figuur 37. Het vochtgehalte, waarbij de maximale krachten optreden bij de bewerkbaarheidsproef, in relatie met het lutum gehalte.

4.2.3.5. Stabiliteit

Door het uitoefenen van krachten op de bodem kan men zijn structuur vernietigen. De grond heeft een weerstand tegen mechanische krachten zoals b.v. die door het vallen van regendruppels op de aggregaten worden uitgeoefend. Een bepaling van de weerstand hiertegen, of de stabiliteit, levert een karakteristiek van de grond, die mede gebruikt kan worden om de versleppingsgevoeligheid te bepalen.

Dit is gedaan door gebruik te maken van de douche-methode. Aggregaten met een diameter van 6-10 mm werden gedurende 1 nacht op een pF-bak gelegd om te worden bevochtigd. Vervolgens werd van elk grondtype 100 aggregaten op een zeef (diameter gaten 6 mm) gelegd. De zeef werd onder de douche geplaatst (fig. 34). De douche leverde op 1.50 m midden onder de uitstroomopening ruim 50 mm/min, in een bak van 770 cm².

Gemeten werd het aantal aggregaten dat nog op de zeef aanwezig was met het verloop van de tijd. Resultaten zijn weergegeven in fig. 38. Hieruit blijkt een toenemende mate van stabiliteit van C 1.4 tot C 2.3.

Iedere stabiliteitscurve op zich heeft een aantal kenmerken: In de eerste seconden neemt het aantal aggregaten zeer snel af. Waarschijnlijk heeft men hier te maken gehad met meerdere typen grond. De meer stabiele aggregaten zorgen dan voor het langzamer en vrijwel rechtlijnig afnemen van het aantal aggregaten met de tijd. Luchtexplosie bij bevochtigen, wisselend debiet van de douche en wijde fractiegrenzen vormden een foutenbron, evenals verschillen in grond binnen het gebruikte monster. De grondtypen met een laag humusgehalte (C 2.2 en C 2.4) geven een afwijkend beeld te zien. In fig. 39 komt de invloed van het % lutum op de stabiliteit duidelijk naar voren. Na 200 minuten, overeenkomend met de neerslag van ruim 4 jaar is bij C 2.3 slechts 1/4 deel van de aggregaten uiteengevallen; bij C 1.4 90%. Er is dus wel een groot verschil in stabiliteit, maar in absolute zin zijn al deze gronden als stabiel te beschouwen.

4.2.3.6. Samendrukbaarheid van de grond afhankelijk van het vochtgehalte (Proctorproef)

De mogelijkheid om een grond te verdichten is sterk afhankelijk van het vochtgehalte. Het "optimale" vochtgehalte voor verdichting, is het vochtgehalte waarbij de maximale verdichting optreedt, wat van belang is te weten om verdichting in het veld door berijden te voorkomen (PROCTOR, 1933; HUIZINGA, 1969). Verdichting treedt alleen op bij lagere vochtgehaltes, boven het "optimale" vochtgehalte vindt al snel uitsluitend stroming en uittreden van water plaats.

De proef is gedaan met behulp van de standaard Proctorvorm. Ter oriëntatie zijn aan boven- en onderkant van het monster afschuif- en penetrometer-waarnemingen gedaan. Deze waarnemingen zijn eveneens sterk van het vochtgehalte en de dichtheid afhankelijk.

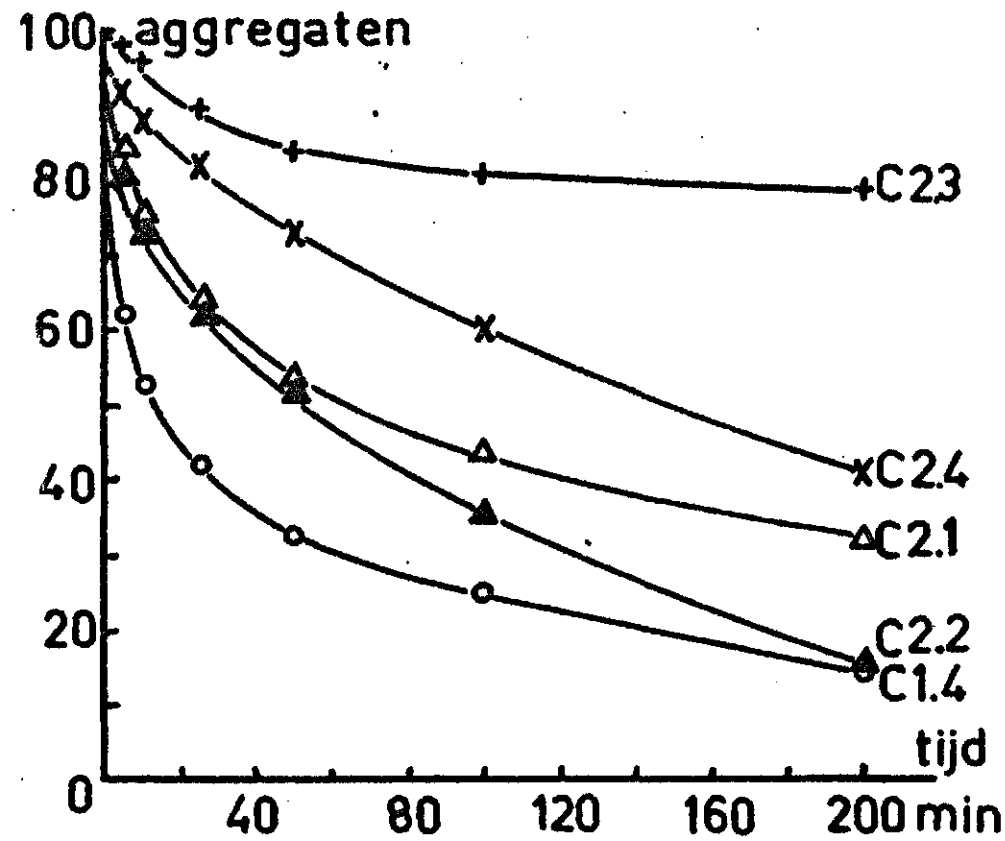


Fig. 38. Het aantal aggregaten op de zeef na verloop van tijd bij de verschillende grondtypes.

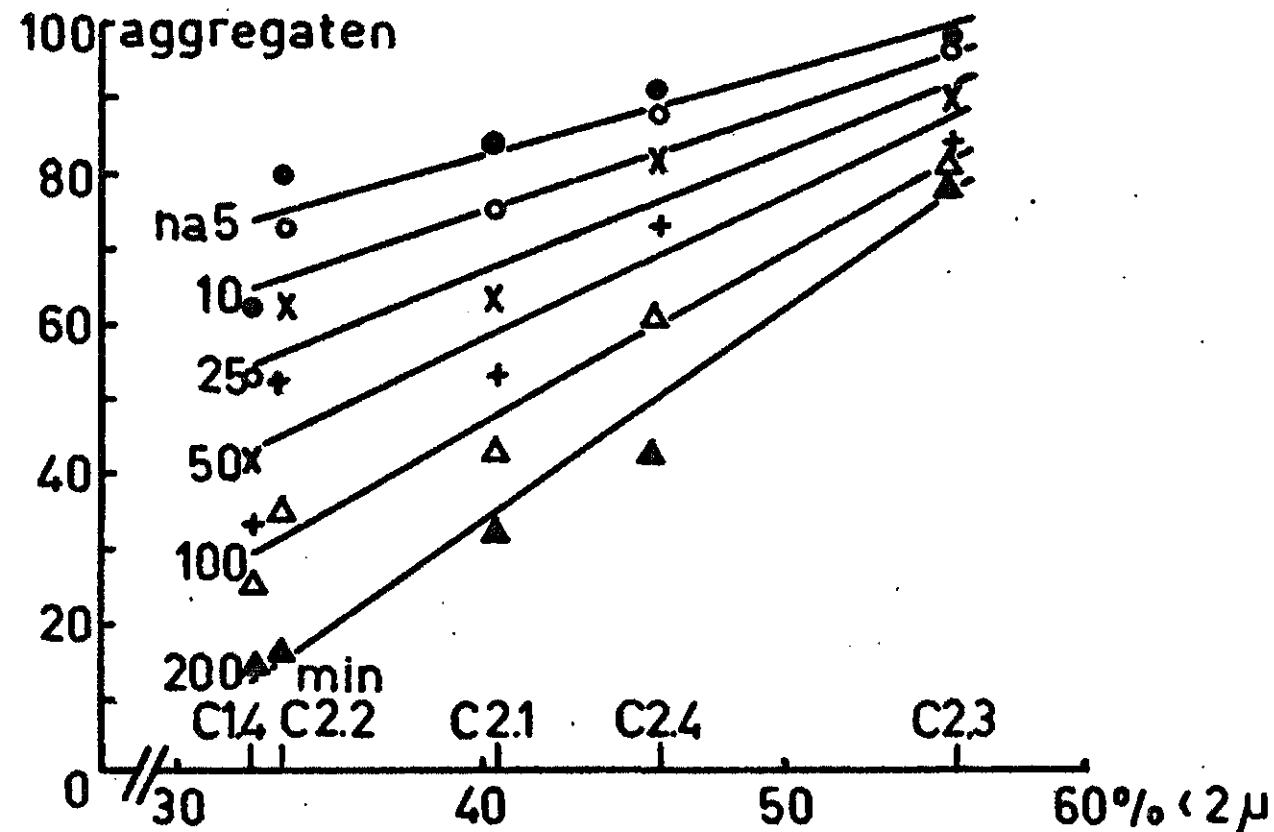


Fig. 39. De invloed van de zwaarte van de grond op de stabiliteit, uitgedrukt in het aantal aggregaten op de zeef op verschillende tijdstippen.

De gebruikte instrumenten zijn als volgt te beschrijven.

- Standaard Proctorvorm $h = 16,8$ cm; $\emptyset$ inwendig = $10,16$ cm; met Standaardhamer 2.5 kg en $\emptyset$ $5,08$ cm valhoogte $30,5$ cm met een verdichtingsenergie van $1,66$ kgfcm/cm³. (HUIZINGA, 1969).
- Soil Test Torvane met bereik van $0-1.0$ kg/cm² ($\emptyset$ $2,5$ cm) resp. $0-2.5$ kg/cm² ($\emptyset$ $1,9$ cm) waarbij er naar gestreefd is om breuk na $5-10$ sec. op te laten treden, terwijl de normaaldruk gering gehouden is.
- Soil Test Penetrometer.

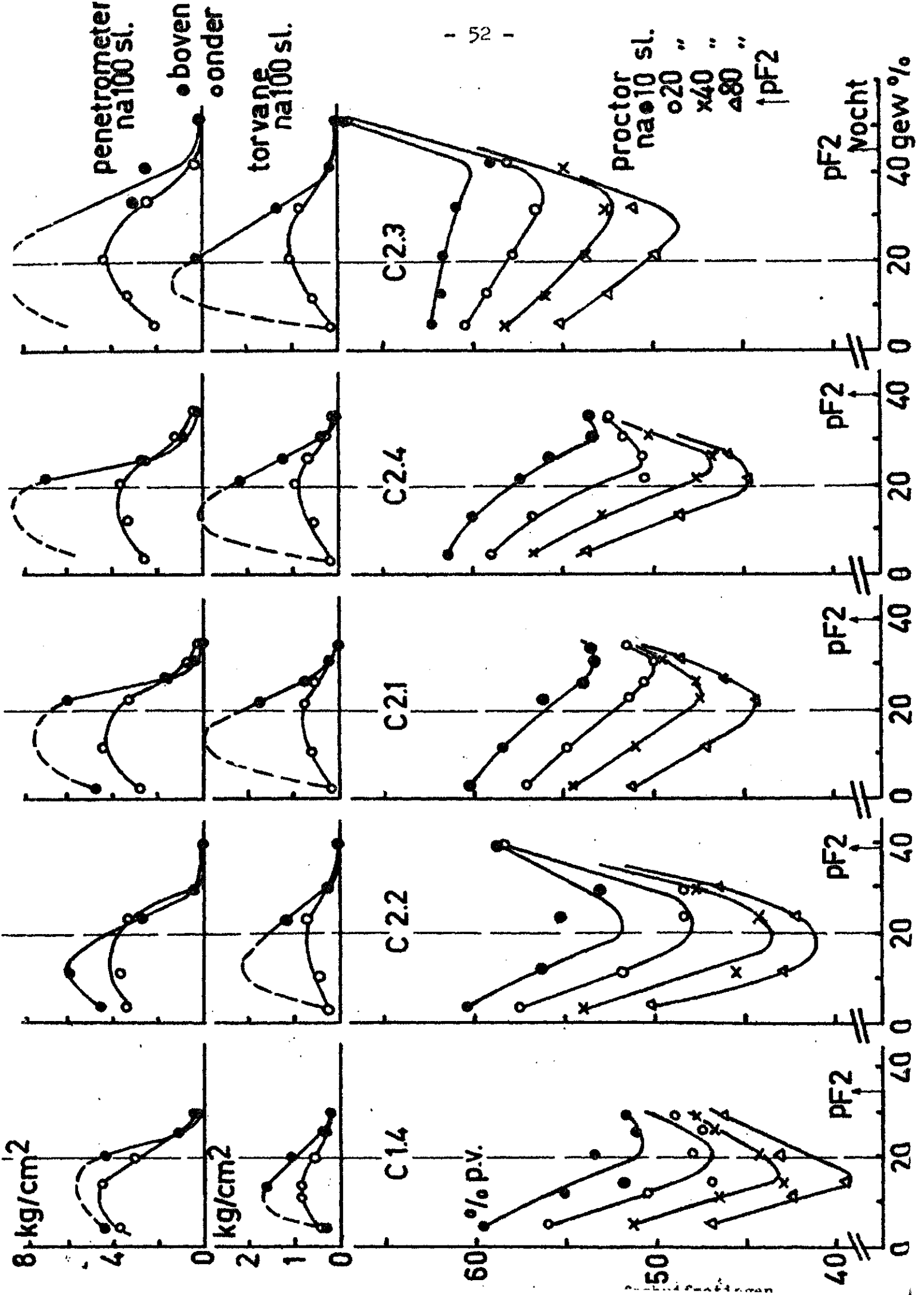
De proef is uitgevoerd met aggregaten van $6-10$ mm van de bij het grondbewerkingsproefveld voorkomende grondtypen. Deze aggregaten zijn met behulp van een bloemenspuit op de gewenste vochtgehaltes gebracht. Na twee dagen werd de Proctorvorm met aggregaten gevuld, waarbij 2×10 keer op tafel werd getikt en vervolgens het gewicht van de inhoud van de geheel gevulde vorm bepaald.

De zakking van het monster wordt bepaald na een bepaald aantal slagen, totdat vrijwel geen verdichting meer optreedt: fig. 26. Vervolgens werden zowel aan de boven- als onderkant van het monster drie penetrometer- en drie afschuifmetingen verricht. Vochtmonsters in duplo konden het beste voor de verdichting worden genomen in verband met uittreden van water bij de hogere vochtgehaltes.

In fig. 40 zijn de resultaten samengevat. Hieruit blijkt dat in de reeks van C 1.4 $\longrightarrow$ C 2.3 de

- Maximale verdichting afnam;
- " " optrad bij een toenemend vochtgehalte;
- " " bij een gering aantal slagen bij een hoger vochtgehalte lag;
- Invloed van het vochtgehalte geringer werd;
- Waarden van penetrometer- en afschuifmetingen aan de onderkant aanzienlijk lager lagen dan aan de bovenkant;
- Maximale waarden bij een lager vochtgehalte dan de maximale verdichting lagen en naar hogere vochtgehalte verschoven;
- Verschillen voornamelijk optraden aan de bovenkant doordat de aggregaten aan de onderkant zeer lang intact bleven.

Hoewel het poriënvolume toeneemt en dus de dichtheid afneemt in de reeks na een bepaald aantal slagen gaven penetrometer- en afschuifmetingen hogere waarden te zien. De bij hogere vochtgehaltes gemeten waarden werden verlaagd door het uittreden van water uit het monster. In fig. 25 is het poriënvolume bij 20 keer tikken, zonder verdere verdichting, aangegeven. Bij de luchtdroge aggregaten was dat poriënvolume bij alle grondtypen vrijwel hetzelfde: ± 66 à 67% . Bij verhoging van het vochtgehalte nam dit toe met een maximum tussen 20 en 30% vocht. Bij hogere vochtgehaltes werd het poriënvolume lager dan bij de luchtdroge monsters, waarschijnlijk door het uiteenvallen van de aggregaten.



5. DISCUSSIE

Vooraf door het weer werden grote moeilijkheden ondervonden. Reeds bij het nemen van de ringmonsters, voor de bewerkingen, werden de bemonsteringen bemoeilijkt door nattigheid. Bovendien is, door de grote regenval, de bewerking met inzaai ongeveer 1 maand later dan de bedoeling was, begonnen. Dit was er mede de oorzaak van dat er nog te nat bewerkt is.

De kering en onderwerking van het onkruid was mede daardoor waarschijnlijk onvoldoende. Het valt daarom aan te raden onder drogere omstandigheden te werken. Daardoor zal tevens minder slip optreden bij het ploegen.

Bij de metingen kwam er steeds een luchtbel in de brandstofleiding, waarschijnlijk via de handpomp.

Een andere handicap was de impulsteller, die bij het frezen te weinig aantal omwentelingen van de aftakas telde. Een noodzaak was daarom om de slip uit de tijd te berekenen.

Ondanks een vrij lage trap van mechanisatie werd er hinder van het beddensysteem bij de bewerking ondervonden: De frees moest overlappen, bij het ploegen moest er nadien de zijkant bijgewerkt en vooraf een beginvoor gemaakt worden.

Het schijveneggen met een lichte schijveneg is een bewerking die meerdere malen nodig bleek te zijn, om een voldoende fijn zaaibed te verkrijgen. Desondanks was de G.A.D. hoog en door verdichting tijdens deze bewerkingen de ophoging bij het zaaien gemeten laag. Door de verlate inzaai (CELOS Kwartaalverslagen no. 15, 1970) was de oogst aanzienlijk verlaat. Nu moest daardoor de oogst in de kleine regentijd van december en januari gebeuren met alle narigheid van dien. De mais begon al vrij snel te legeren. Er waren zoveel stengels omgevallen, o.a. doordat de wortels geen houvast meer vonden in de natte grond, dat het leek alsof er een wervelwind over het veld was getrokken. Daarentegen was er in de soja weinig te zien van legeren. Dit gewas had echter zijn eigen problemen. De oogst moest vele malen uitgesteld worden en door personeelsgebrek kon niet ineens alles tegelijk op een van de weinige zonnige dagen binnengehaald worden. Het resultaat was dat soja in de peulen begon te kiemen vooral in de peulen die aan de onderzijde van de stengel zaten. Door deze problemen kon de soja slechts gedeeltelijk goed droog geoogst worden. Een groot gedeelte moest op het veld achterblijven.

Deze resultaten geven de landbouwer wel te denken, indien hij soja en mais wil gaan telen. Mechanische oogst van mais is vrijwel onmogelijk door het sterke legeren van het gewas. Misschien zou een kortere maisplant een oplossing zijn. Een kortere groeidiur, zodat er meer tijd is voor het oogsten, zal een aanzienlijke verbetering zijn. Het legeren kan mede veroorzaakt zijn door een te zware bemesting, tot uiting komend in het lange groen blijven van de mais.

Bij de soja is na een dergelijke regentijd de kwaliteit sterk achteruitgegaan en voor de landbouwer niet meer rendabel, gezien het geld dat reeds in het gewas geïnvesteerd is, in de vorm van kunstmest, beregening en wiedloon.

Het wieden was, tijdens de periode dat het gewas de bodem nog niet voldoende bedekt had, een steeds terugkerende bedrijvigheid. De schijngrassen op blok IV t/m VI hadden zich $\pm$ een week na het wieden al weer volledig hersteld. De bespuiting op de niet bewerkte bedden leverde uiteindelijk een pover resultaat op, gezien de uren die voor het wieden nodig waren.

Het vermoeden bestaat dat het beter is in gronden zoals C 1.4 geen frees te gebruiken, daar de schijngrassen die vooral op de lichtere plekken voorkomen daardoor juist vermeerderd zouden kunnen worden in plaats van bestreden. Op deze plaatsen was de kleur van het gewas opvallend lichter vergeleken bij het gewas op de rest van het veld. Concurrentie om kunstmest schijnt hier wel een rol gespeeld te hebben, daar ook de lengte hier korter was. Het kan echter ook zijn, dat te natte omstandigheden, die de groei van schijngrassen bevorderen, hierin een rol hebben gespeeld. Na de oogst van de gewassen bleek er op het met mais be- teelde gedeelte vrijwel geen onkruid voor te komen; op het soja gedeelte was er een aanzienlijke onkruid ontwikkeling.

Uit de bodemfysische bepalingen werd duidelijk dat het proefveld erg heterogeen van samenstelling is. Er kon een invloed van het grondtype op de opbrengst worden waargenomen. De invloeden van de bewerking op het gewas zullen daardoor minder goed waar te nemen zijn.

De bepaling van de Alterbergse waarden is een vrij subjectieve zaak. De beoordeling van het punt waarop de kleefgrens bereikt wordt kan per persoon verschillen; een zeker gevoel en ervaring is noodzakelijk. Het toestel van Casagrande heeft, voor wat betreft de vloeigrens, hierin al veel verbetering gebracht.

Evenzooer geldt het gevaar voor een zekere mate van subjectiviteit voor de metingen bij de bewerkbaarheidsproef, daar het aflezen op de balans van de krachten een schatting is tussen hoogste en laagste waarden. Door iedere bewerking steeds door dezelfde persoon uit te laten voeren, is getracht om invloed van verschil in beoordeling door verschillende personen zoveel mogelijk uit te schakelen.

De stabiliteitsmetingen hebben slechts tot op zekere hoogte aan de verwachtingen voldaan. Bij de ringbemonsteringen kwamen voor de verschillende grondtypes zeer lage luchtgehaltes tot uiting. Volgens BOEKEL (1963a) kan het luchtgehalte bij pF₂ voor max. opbrengsten op zeer zware klei laag zijn (fig. 28).

6. CONCLUSIES

Bewerkingen

De bewerkingen zijn 1 maand te laat, onder vrij natte omstandigheden uitgevoerd, waardoor veel slip optrad bij het ploegen.

Bij frezen trad relatief weinig slip op en werd naast een geringe totale werktijd, een dik en vrij homogeen grof en vochtig zaaibed gevonden.

Bij ploegen werd, naast de reeds genoemde slip, t.g.v. de secundaire bewerkingen een relatief lange werktijd, hoog brandstofverbruik en bereden oppervlakte, een dun en minder homogeen, grof en relatief droog zaaibed gevonden.

Bij het niet bewerkte gedeelte is alleen tijd nodig voor het maken van zaaivoortjes en voor de bespuitingen.

De ophoging bij de hoofdbewerking was relatief het grootst bij het frezen, de ruwheid echter veel geringer dan bij het ploegen. Na het zaaien was de oorspronkelijke ophoging vrijwel verdwenen, maar de ruwheid ± 30 hoger dan voor de bewerkingen. Daardoor werd een vrij grof zaaibed verkregen met G.A.D. van 32 mm.

Hoewel de dekking van de risterploeg te wensen overliet, is de onkruidbezetting op dit object toch het geringst geweest.

Gewassen

De opkomst was het slechtste op de gefreesde objecten en op de geploegde objecten het beste. Mais en soja vertoonden een zekere mate van overeenkomst in reactie.

De groei van de mais leek slechts in geringe mate en de bloei vrijwel niet door de bewerking te worden beïnvloed.

De wiettijd was het geringste bij de geploegde en het langste bij de niet bewerkte objecten. De hoeveelheid onkruid heeft invloed op de lengtegroei en opbrengst van de mais gehad.

Door de late inzaai, oogst tijdens regen, was de mais sterk gelegen en kiemde veel soja zaden in de peulen, zodat de oogst grotendeels verloren is gegaan. De mais is daarom oogstzekerder te beschouwen.

Grondtypen

Het proefveld heeft een heterogene samenstelling van 5 grondtypen, die onregelmatig in het proefveld voorkomen en als reeks kunnen worden beschouwd. In deze reeks is het volgende verloop:

De zwaarte van de kleigrond varieerde van

	32,4 - 56,0% < 2 μ ;
Het vochtgehalte bij pF ₂	35,0 - 44,7 gewichts %;
Luchtgehalte bij pF ₂	8,8 - 4,7 vol. %;
Porievolumen	51,9 - 55,3%;
Soortelijk gewicht	2,62 - 2,57 ;

De vochtgehalten bij consistentiegrenzen namen toe;
Gevoeligheid voor samendrukking nam toe;
Gevoeligheid voor verslemping nam af;

De max. kracht voor bewerking nam toe;
Het vochtgehalte, waarbij de max. kracht werd gevonden
nam toe.

De mate van maximale samendrukking nam af en werd bij een
hoger vochtgehalte gevonden, maar lag bij alle grondtypen
beneden pF₂. Alle grondtypen op het proefveld bleken zeer
stabiel te zijn. Gevaar voor stromen en versmeren bij be-
werking is groter dan het gevaar voor verdichting.

De bewerkte en niet bewerkte laag in de grond vertoonden
verschillen in poriënvolume.

Er bleek een verloop in lengte, opbrengst en wiedtijd op
te treden van Noord naar Zuid.

Slotconclusies

Het proefveld is minder gunstig gekozen, in verband met
verschillen in grond. Blokeffekten waren veelal betrouwbaar,
bewerkingseffekten vrijwel nooit. Er was een blokeffekt,
dat tot uiting kwam in verschillend poriënvolume, gew. %
vocht bij pF₂ etc., opkomst en wiedtijd, echter niet in de
tijd nodig om tot 50% bloei te komen bij mais.

Het beddensysteem staat een gemechaniseerde teelt in
de weg; het onderzoek naar de mogelijkheden voor buizen-
drainage verdient daarom grote aandacht.

Ter vermindering van slip verdienen werktuigen, die door
de aftakas van de trekker worden aangedreven de voorkeur.

Mais bleek bij deze proef aanzienlijk oogstzekerder
te zijn dan soja. Daar alle bewerkingen een goed
gewas opleverden, lijkt het niet bewerken bij een goede
chemische onkruidbestrijding gunstige perspectieven te
bieden, mits de resultaten zich op de lange duur niet
wijzigen, wat juist een belangrijk punt in dit onderzoek
is.

Zowel van mais als van soja werden goede opbrengsten
verkregen.

7. LITERATUUR

BOEKEL, P., 1963a. Soil structure and plant growth.
Neth. J. agric. Sci., 11; 120-127.

BOEKEL, P., 1963b. The effect of organic matter on the
structure of clay soils. Neth. J. agric. Sci. 11;
250-263.

BOEKEL, P., 1963c. De invloed van de zwaarte van de grond.
Landbouwk. Tijdschr. 75; 507-518.

BOEKEL, P. en K.P. PEERLKAMP, 1956. Soil consistency as a
factor determining the soil structure of clay soils.
Neth. J. Agric. Sci., 4; 122-125.

BRUGGENWERT, M.G.M. e.a., 1966. Handleiding kandidaats-
practicum algemene bodemkunde. L.H. Wageningen.

- DOUWES, H.T., 1970. Berekening van vochttekorten en de frequentie van optreden voor een aantal bodemprofielen. CELOS Rapport 40.
- FEUERLEIN, W., 1964a. Geräte zur bodenbearbeitung., Helft 2, Stuttgart.
- FEUERLEIN, W., 1964b. Pflügen oder was sonst? Landtechnik. 19; 708-711.
- HÄKANSSON, I., 1966. Model experiments in the field for studying soil tillage. Proc. Conf. Characterization Problems in Soil Tillage; 111-116.
- HUIZINGA, T.K., 1969. Grondmechanica. Agon Elsevier Amsterdam/Brussel.
- JACOBI, B., 1969a. Vergelijkende proef met een scharen- en schijvenploeg alsmede een schijveneg, met het doel meetapparatuur te testen. CELOS Rapport 18/2; 5-21.
- JACOBI, B., 1969b. Het testen van de CELOS waterrem en het bepalen van het aftakasvermogen en het brandstofverbruik van de landbouwtrekker MF-165 Mark 3. CELOS Rapport 18/1; 5-22.
- KOENINGS, F.F.R., 1963. The puddling of clay soils. Neth. J. of agric. Sci., 11; 145-156.
- KOUWENHOVEN, J.K., 1967. Voorjaarswerkzaamheden en trekker-sporen. Landbouwmeechanisatie 18; 1185-1193.
- KUIPERS, H., 1957. A reliefmeter for soil cultivation studies. Neth. J. of agric. Sci., 5: 255-262.
- KUIPERS, H., 1961. Water content at pF₂ as a characteristic in soil cultivation research in the Netherlands. Neth. J. of agric. Sci., 9; 27-35.
- KUIPERS, H., 1966. Bemerkungen zur zusammenhang zwischen bodendichte und luft- und wasserverzorging. Vortrag BRNO.
- N.N., 1969. CELOS Kwartaalverslag 11; 30-31, 12; 30-31.
- N.N., 1970. Report of the year 1969 for the Centre for Agricultural Research in Surinam. CELOS Bull. 9; 40-41.
- N.N., 1970. CELOS Kwartaalverslag 15; 29-32, 16; 38-42.
- POESSE, G.J. en C. VAN OUWERKERK, 1961. Ristervorm en ploegsnelheid. Publ. I.L.R., 103.
- PROCTOR, P.R., 1933. Fundamental principles of soil compaction Engn. News Record.
- SÖHNE, W., 1966. Characterization of tillage tools. Proc. Int. Conf. Characterization problems in soil tillage; 31-48.

ADDENDUM

In verschillende afbeeldingen is aangegeven dat naast de herhalingen voor de doelgerichte grondbewerkingsproef ook 2 bedden zijn besteed voor een oriëntatie van het schijvenploegen (SP) n.l. P₁ en P₂. Doordat slechts twee bedden daarvoor gebruikt konden worden, moest een duidelijk onderscheid gemaakt worden met de eigenlijke blokkenproef. Dezelfde redenering gold voor de schermbedden (S). Aangezien enkele metingen op de beschreven bedden zijn gedaan, worden deze in dit addendum weergegeven. Begrijpelijk mag hieraan slechts een betrekkelijke waarde toegekend worden.

Voor de methoden van de metingen wordt verwezen naar de blokkenproef.

Bed P₁ en P₂ zijn in dezelfde periode bewerkt als de andere bedden. Deze proefbedden, zoals ze genoemd worden zijn geschijvenploegd en daarna geschijvenegd. In tabel 23 worden de niet in de figuren verwerkte gegevens vergeleken met de gegevens van risterploegen.

De schermbedden zijn gebruikt als retourwegen bij de andere bewerkingen. Na deze functie vervuld te hebben, zijn zij gefreesd en volgens zaaischema ingezaaid.

Tabel 23. Vergelijking van enkele resultaten van schijvenploegen en risterploegen

waarneming	bewerking	SP	RP
Werkbreedte	cm	90	69
Werkdiepte	cm	17	20
Werksnelheid	m/sec	0,59	0,66
Werkgangen per bed		5	6
Bereden oppervlak	%	252	272
Hoeveelheid verwerkte grond	m ³ /sec	0,089	0,090
Brandstofverbruik	l/h	7,6	7,1
Benodigd vermogen	pk	41	38
Hoeveelheid losse grond in zaaibed	rel.	51	70
G.A.D. losse grond		30,1	31,3
Open plantplaatsen soja	%	11,9	19,4
mais	%	1,2	2,8
Bloei (50%) in dagen na zaai		54,5	55,5
Lengte mais	cm	253	263
Wiedtijd	vu/ha	577	419
Opbrengst soja	ton/ha	1.86	1.63
mais	ton/ha	3.75	3.80

De resultaten van beide ploegen lijken dus groten-deels overeen te komen.

De schermbedden, die zeer vaak bereiden zijn gaven bij mais dezelfde opbrengst als de rest van het veld; bij soja leek de opbrengst zelfs hoger te liggen.

Indien op de schermbedden in de toekomst dezelfde waarnemingen als op de rest van het veld gedaan worden, kan een goede indruk van de invloed van het berijden van de bedden worden verkregen.