

NOTA 762

september 1973

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

NN31545.0762

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

LANGDURIG EFFECT VAN DIEPE GRONDBEWERKING

ing. L. Havinga en C.J.B. van Greuningen\*

\*praktikant HBCS, Arnhem

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

ISBN 156597-01



## I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. OPZET ONDERZOEK	2
2.1. Resultaten van onderzoek	2
2.1.1. Het losmakend effect	2
2.1.2. De bewortelbaarheid	9
3. SAMENVATTING EN KONKLUSIES	11
LITERATUUR	12

## 1. INLEIDING

Diepe grondbewerking beoogt een juiste profielopbouw en een verbetering van de grond.

Uit onderzoek van WIND en HIDDING (1963) is gebleken dat een diepe bewerking noodzakelijk is op gronden met storende lagen in de bovengrond en op gronden waar in een vroeg groeistadium vochttekorten optreden. Als gevolg van het te verwachten gunstig effect werden in de jaren 1963 tot 1968 een aantal proefvelden aangelegd, waarop een diepe grondbewerking werd toegepast.

De diepe bewerking werd overwegend met de mengrotor uitgevoerd. Het resultaat van de bewerking is een menging van alle lagen tot de bewerkingsdiepte. Verder wordt de grond losgemaakt, waardoor de wortelingsdiepte ten opzichte van de toestand voor de diepe grondbewerking toeneemt.

De ontsloten vochtvoorraad is daardoor groter geworden. De wortelingsintensiteit op een losse grond is groter dan op een dichte grond, waardoor het losmakend effect van de (diepe) grondbewerking een grotere benuttingsgraad van de potentiële vochtvoorraad tot gevolg heeft.

Uit een onderzoek van BOELS en HAVINGA (1973) blijkt dat het losmakende effect slechts onder bepaalde voorwaarden geldt. Wanneer een van nature poreuze zavel losgemaakt wordt, ontstaat er na enige tijd een dichtheid, die groter is dan de oorspronkelijke. Dit verschijnsel werd op een proefveld waargenomen. Er bestond echter geen zekerheid of dit een toevallig verschijnsel was of dat het een algemeen geldende juistheid is. Indien het laatste waar is, moet betwijfeld worden of het noodzakelijk is, dat er jaarlijks in ruilverkavelingsverband na het ploegen en afschuiven evenals op de rijbanen van dumpers gewoeld wordt. Het gaat hier jaarlijks namelijk om oppervlakten

van 1000-1500 ha.

Een onderzoek op een aantal diepbewerkte grondverbeteringsproefvelden is uitgevoerd om in de eerste plaats na te gaan of het door Boels en Havinga gesignaleerd verschijnsel algemeen geldend was en of het doel, waarvoor de bewerking werd uitgevoerd (grotere bewortelingsdiepten), bereikt is.

## 2. OPZET ONDERZOEK

Op een tiental objecten werd een dichtheidsonderzoek per laag van 10 cm uitgevoerd. De objecten zijn te verdelen in vier plaatgronden (klei op zand) in de provincie Zeeland ('s Heer Arenskerke, Callandpolder, Biervliet en Tholen) met een variatie in het kleidek van 25-40 cm en een lutumpercentage van 25%, twee zandgronden (podsolen), één in de provincie Limburg (Meyel) en één in de provincie Gelderland (Renkum), beide met een humeus dek van minimaal 40 cm, twee duinzandgronden in de provincie Noord-Holland (Schoorl) en een zavelgrond in de provincie Groningen (Hornhuizen) met een aflopend profiel.

De bemonstering vond plaats op een diepte van 20-60 cm -m.v. Per laag van 10 cm werden 6 ringmonsters (100 cc) gestoken, waaraan de gem. dichtheid werd bepaald. Omdat de bouwvoor jaarlijks bewerkt wordt, is deze laag buiten het onderzoek gehouden. De bemonsteringsdiepte was 60 cm.

Naast de bemonstering werd van drie objecten, zowel bewerkt als onbewerkt, een penetrometerbepaling uitgevoerd. Met een penetrometer worden indringingsweerstand gemeten en de waarden worden per diepte (cm -m.v.) op speciale kaarten weergegeven. De bewortelbaarheid van een grond hangt samen met de indringingsweerstand. Asperges wortelen niet in zandgronden, waarvan de indringingsweerstand, gemeten met een conus van  $1 \text{ cm}^2$ , groter is dan  $30 \text{ kg/cm}^2$ .

### 2.1. R e s u l t a t e n v a n o n d e r z o e k

#### 2.1.1. Het losmakend effect

Om het losmakend effect van de diepe grondbewerking te beoorde-

Tabel I. Uitgangstoestand

Laag (cm)	20-30				30-40				40-50				50-60			
	gem. Wd <sup>3</sup> gr/cm	H %	s.g. <sup>3</sup> gr/cm	Vp %	gem. Wd <sup>3</sup> gr/cm	H %	s.g. <sup>3</sup> gr/cm	Vp %	gem. Wd <sup>3</sup> gr/cm	H %	s.g. <sup>3</sup> gr/cm	Vp %	gem. Wd <sup>3</sup> gr/cm	H %	s.g. <sup>3</sup> gr/cm	Vp %
1. Duinzand (Schoorl)	1,59	0,2	2,64	39,8	1,59	0	2,66	40,3	1,57	0	2,66	41,0	1,55	0	2,66	41,8
2. Zandgrond (Meyel)	1,46	4,2	2,58	42,4	1,46	4,2	2,58	42,4	1,49	1,8	2,63	42,3	1,54	1,8	2,63	42,2
3. Zandgrond Renkum	1,37	4,0	2,58	46,9	1,30	4,0	2,58	49,7	1,52	1,3	2,59	41,4	1,55	1,2	2,59	40,2
4. Zavelgrond (Hornhuizen)	1,58	3,0	2,62	39,7	1,59	2,7	2,63	42,9	1,48	2,0	2,62	40,0	1,46	1,8	2,64	42,3
5. Plaatgrond (Calandpolder)	1,62	2,4	2,61	38,0	1,55	2,4	2,61	40,6	1,55	0,5	2,65	41,6	1,55	-	-	-
6. Plaatgrond ('s Heer Arendsk.)	1,54	-	-	-	1,50	-	-	-	1,43	-	-	-	1,46	-	-	-
7. Plaatgrond (Biervliet)	1,55	-	-	-	1,64	-	-	-	1,55	-	-	-	1,48	-	-	-
8. Plaatgrond (Tholen)	1,52	-	-	-	1,46	-	-	-	1,43	-	-	-	1,41	-	-	-

Tabel II. Bewerkte toestand

Laag (cm)	20-30				30-40				40-50				50-60			
	gem. Wd gr/cm <sup>3</sup>	H %	s.g.3 gr/cm <sup>3</sup>	Vp %	gem. Wd gr/cm <sup>3</sup>	H %	s.g.3 gr/cm <sup>3</sup>	Vp %	gem. Wd gr/cm <sup>3</sup>	H %	s.g.3 gr/cm <sup>3</sup>	Vp %	gem. Wd gr/cm <sup>3</sup>	H %	s.g.3 gr/cm <sup>3</sup>	Vp %
1. Duinzand 1 (Schoorl)	1,56	0,4	2,64	41,0	1,51	0,2	2,66	43,3	1,47	0	2,66	44,8	1,44	0	2,66	45,9
2. Duinzand 2 (Schoorl)	1,54	0,3	2,64	46,7	1,50	0,2	2,66	43,7	1,45	0,1	2,66	45,5	1,48	0	2,66	44,4
3. Zandgrond (Meyel)	1,40	3,1	2,60	46,2	1,47	3,1	2,60	43,5	1,51	1,9	2,62	42,4	1,39	1,8	2,62	46,9
4. Zandgrond (Renkum)	1,51	2,3	2,61	42,2	1,48	2,3	2,61	43,3	1,48	1,5	2,63	45,7	1,43	1,4	2,63	45,6
5. Zavelgrond (Hornhuizen)	1,59	2,9	2,60	38,8	1,55	2,6	2,61	40,6	1,49	2,4	2,61	42,9	1,53	2,5	2,61	41,4
6. Plaatgrond (Calandpolder)	1,48	1,7	2,62	43,6	1,54	1,7	2,62	41,3	1,47	1,8	2,62	43,9	1,47	1,6	2,62	43,9
7. Plaatgrond ( 's Heer Arendsk.)	1,59	-	-	-	1,59	-	-	-	1,50	-	-	-	1,46	-	-	-
8. Plaatgrond (Biervliet)	1,58	-	-	-	1,54	-	-	-	1,54	-	-	-	1,55	-	-	-
9. Plaatgrond (Biervliet)	1,57	-	-	-	1,55	-	-	-	1,59	-	-	-	1,55	-	-	-
10. Plaatgrond (Tholen)	1,35	-	-	-	1,52	-	-	-	1,44	-	-	-	1,39	-	-	-

Tabel III. Op basis van mengverhouding bepaalde begindichtheid  $\rho_o$

Laag (cm)	20-30	30-40	40-50	50-60
Omschrijving				
1. Duinzand (Schoorl)	1,59	1,59	1,57	1,55
2. Zandgrond (Meyel)	1,48	1,43	1,47	1,49
3. Zandgrond (Renkum)	1,40	1,37	1,41	1,42
4. Zavelgrond (Hornhuizen)	1,58	1,59	1,48	1,46
5. Plaatgrond (Calandpolder)	1,59	1,55	1,57	1,55
6. Plaatgrond ('s Heer Arendsk.)	1,50	1,48	1,48	1,49
7. Plaatgrond (Biervliet)	1,55	1,59	1,57	1,54
8. Plaatgrond (Tholen)	1,48	1,45	1,46	1,45

Tabel IV. Oorspronkelijke en aktuele dichtheid en dichtheidsverandering in de laag 20-60 cm -m.v.

Laag	20-30			30-40			40-50			50-60		
	$\rho_a$	$\rho_o$	$\Delta\rho$	$\rho_a$	$\rho_o$	$\Delta\rho$	$\rho_a$	$\rho_o$	$\Delta\rho$	$\rho_a$	$\rho_o$	$\Delta\rho$
			$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-2}$
1. Duinzand 1 (Schoorl)	1,56	1,59	+ 3	1,51	1,59	+ 8	1,47	1,57	+10	1,44	1,55	+11
2. Duinzand 2 (Schoorl)	1,54	1,59	+ 5	1,50	1,59	+ 9	1,45	1,57	+12	1,48	1,55	+ 7
3. Zandgrond (Meyel)	1,40	1,48	+ 8	1,47	1,48	+ 1	1,51	1,47	- 4	1,39	1,49	+10
4. Zandgrond (Renkum)	1,51	1,40	-11	1,48	1,37	-11	1,48	1,41	- 7	1,43	1,42	- 1
5. Zavelgrond (Hornhuizen)	1,59	1,58	- 1	1,55	1,59	+ 4	1,49	1,48	- 1	1,53	1,46	- 7
6. Plaatgrond (Calandp.)	1,48	1,59	+11	1,54	1,55	+ 1	1,47	1,57	+10	1,47	1,55	+ 8
7. Plaatgrond ('s Heer A.)	1,59	1,50	- 9	1,59	1,48	-11	1,50	1,48	- 2	1,46	1,49	+ 3
8. Plaatgrond (Biervliet)	1,58	1,55	- 3	1,54	1,59	+ 5	1,54	1,57	+ 3	1,55	1,54	- 1
9. Plaatgrond (Biervliet)	1,57	1,55	- 2	1,55	1,59	+ 4	1,59	1,57	- 2	1,55	1,54	- 1
10. Plaatgrond (Biervliet)	1,35	1,48	+13	1,52	1,45	- 7	1,44	1,46	+ 2	1,39	1,45	+ 6

len kan volstaan worden met een vergelijking tussen de aktuele en de oorspronkelijke dichtheid van de grond.

Bij deze vergelijking doet zich bij de mengende (werkende) werktuigen de moeilijkheid voor, dat de grond die nu op een bepaalde diepte wordt aangetroffen, niet dezelfde grond is als die er voor de bewerking werd gevonden.

Voor de oorspronkelijke dichtheid moet dan ook die dichtheid genomen worden, die verkregen zou zijn wanneer de grond wel gemengd, maar niet lossler of dichter geworden zou zijn.

Door PERDOK e.a. (1969) is nagegaan waar de in een bepaalde laag aangetroffen komponenten van het mengsel vandaan zijn gekomen en hoeveel procent ze uitmaken van het mengsel. De opgegeven mengverhoudingen gelden voor een mengrotor, die  $\pm 80$  cm diep had gewerkt. Op de onderzochte objecten was, op één na, met de mengrotor gewerkt tot een gemiddelde diepte van  $\pm 60$  cm. De vergelijkbare oorspronkelijke dichtheid werd berekend, gebaseerd op de door Perdok gevonden mengverhouding.

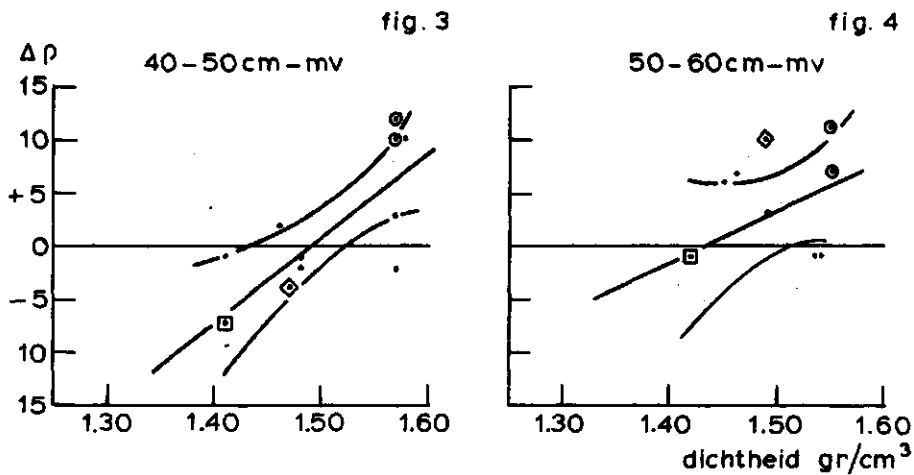
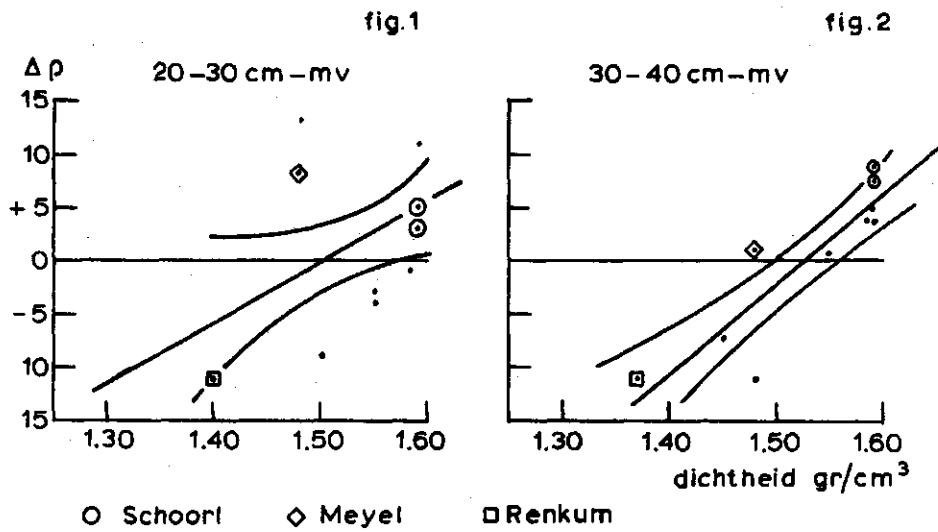
In tabel I en II zijn de dichtheid, humusgehalte en poriënvolumen weergegeven voor de onbewerkte en bewerkte grond. In tabel III is de vergelijkbare oorspronkelijke dichtheid, berekend op basis van de mengverhoudingen volgens Perdok, weergegeven.

Uit voorgaande tabellen werd de dichtheidsverandering bepaald volgens de vergelijking  $\rho_a = \rho_o - \Delta\rho$ , waarin  $\rho_a$  = aktuele dichtheid ofwel de dichtheid die gevonden werd op de bewerkte percelen na een aantal jaren,  $\rho_o$  = de vergelijkbare oorspronkelijke dichtheid en  $\Delta\rho$  = de dichtheidsverandering.

De gegevens uit tabel IV geven de grootte van het losmakend effekt, 5 tot 10 jaar na een diepe grondbewerking weer.

Door Boels en Havinga werd een lineair verband gevonden tussen de verandering in dichtheid en de dichtheid voor het woelen. Met behulp van een regressie-analyse is nagegaan of dit verband ook gold voor de met de mengrotor bewerkte objecten. De begindichtheid en de dichtheidsverandering werd in een grafiek tegen elkaar uitgezet. De figuren 1, 2, 3 en 4 geven dit verband voor respectievelijk de lagen 20-30, 30-40, 40-50 en 50-60 cm -m.v.





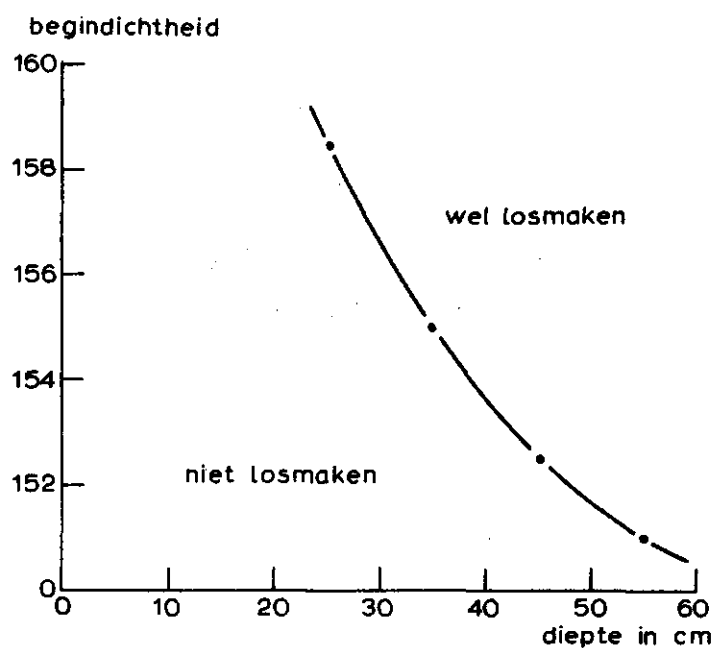
Voor de berekende verbanden is tevens de korrelatiecoëfficiënt ( $r$ ) bepaald. Uit het kwadraat van deze coëfficiënt wordt dat deel (%) van de dichtheidsverandering gevonden, dat verklaard wordt door de begindichtheid.

Laag	$r$	$r^2$	% dichtheidsverandering door begindichtheid verklaard
20-30	0,35	0,12	12
30-40	0,89	0,79	79
40-50	0,76	0,58	58
50-60	0,40	0,16	16

De aktuele dichtheid in de lagen 20-30 en 50-60 wordt slechts voor een gering percentage bepaald door de begindichtheid. De oorzaak moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de aard van de verdichting na de diepe bewerking. De verdichting in de laag 20-30 cm -m.v. wordt voor een belangrijk deel bepaald door de grondbewerking. Gedeeltelijk wordt deze laag elk jaar los gemaakt, terwijl een druklaag gevormd wordt door het trekkerwiel onder de ploegdiepte. De verdichting in de andere lagen wordt waarschijnlijk overwegend beïnvloed door de wisseling in de vochtspanningen. Over dit mechanisme is nog onvoldoende bekend om verdichtingen in deze lagen na de diepe grondbewerking afdoende te verklaren.

Voor iedere laag werd een betrouwbaarheidsinterval van 90% berekend. Alleen de laag 20-30 cm -m.v. is 90% betrouwbaarheid niet aangehouden. Door de grotere spreiding werd hier een betrouwbaarheid van 70% genomen, opdat de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval de lijn  $\Delta\rho = 0$  snijdt.

Bij het snijpunt tussen de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval en de lijn  $\Delta\rho = 0$  hoort een bepaalde dichtheid. De kans op een nadelig effect is 5% wanneer een grond van die dichtheid wordt losgemaakt. De kans op een gunstig effect is 95%. Van elke laag kan nu aangegeven worden bij welke minimale dichtheid er kans op een gunstig effect van het losmaken is.



In fig. 5 is deze minimale dichtheid tegen de diepte uitgezet. Fig. 5 kan functioneren als een beslissingsinstrument. Een verdichte grond moet tot die diepte losgemaakt worden waar nog een gunstig effect verwacht kan worden.

In grafieken 1 t/m 4 zijn de zandgronden gemerkt. Uit de ligging van deze gemerkte punten valt af te leiden dat zandgronden zich niet anders gedragen dan de met zand gemengde kleigronden (lutumgehalte + 12%). Voorts blijkt het effect op de humusarme zandgrond te Schoorl in de lagen 30-60 cm iets beter te zijn dan het gemiddeld effect bij die begindichtheid. Dit moet waarschijnlijk hieraan toegeschreven worden, dat er na de bewerking nooit meer een werktuig en voertuig over gereden heeft. De humus speelt kennelijk geen al te belangrijke rol in de stabiliteit van de grond bij die lage humusgehalten (tot 3%).

#### 2. 1.2. De bewortelbaarheid

Voor de beoordeling van de bewortelbaarheid kan niet worden volstaan met de dichtheid. Hiervoor is het beter het poriënvolume te meten. Volgens HIDDING en VAN DEN BERG (1961) is voor zandgronden het poriënvolume een goede maat voor de bewortelbaarheid. Voor die objecten, waarvan de humusgehalten bekend waren, is het poriënvolume berekend. Daartoe werd eerst het s.g. van de vaste grondbestanddelen berekend met de formule van Boekel:

$$s.g. = \frac{100}{\frac{H}{1,47} + \frac{100-H}{2,66}}$$

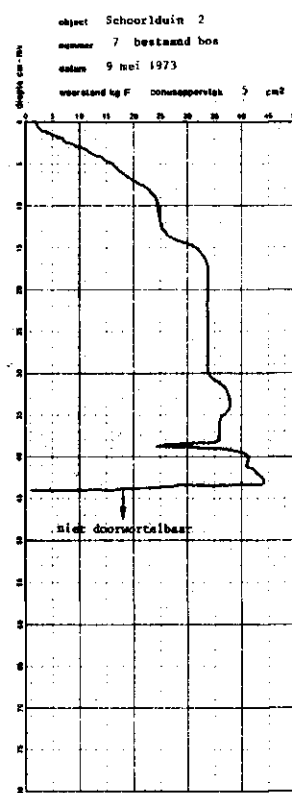
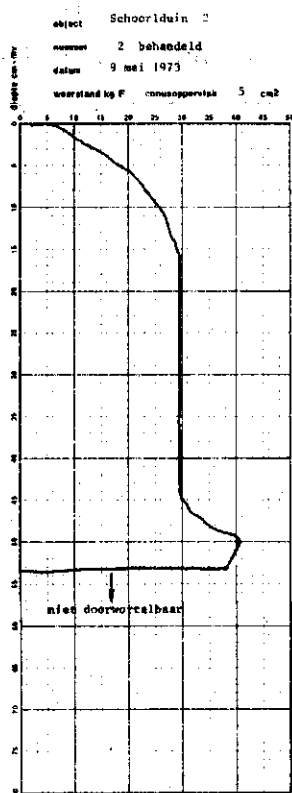
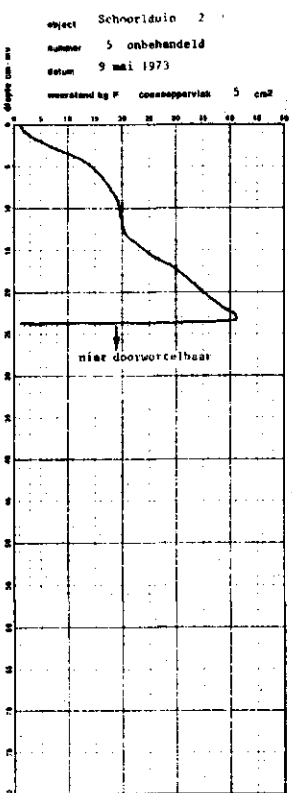
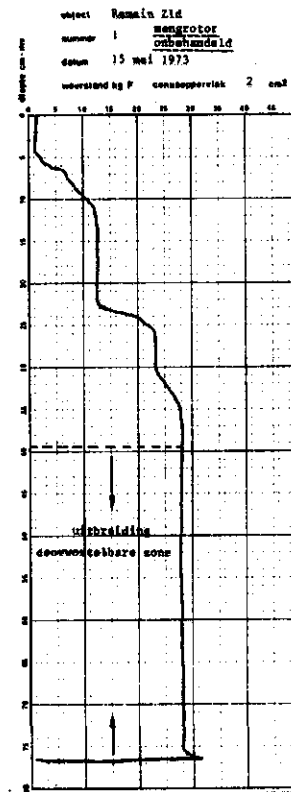
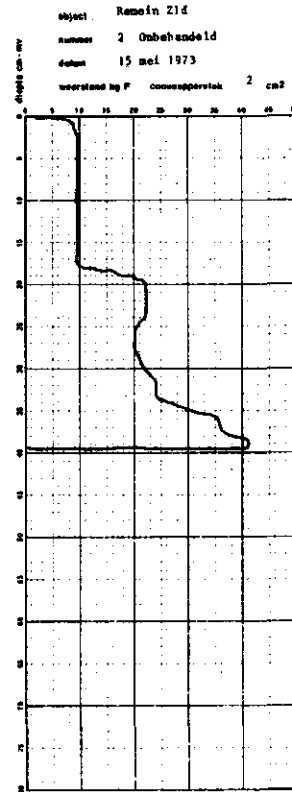
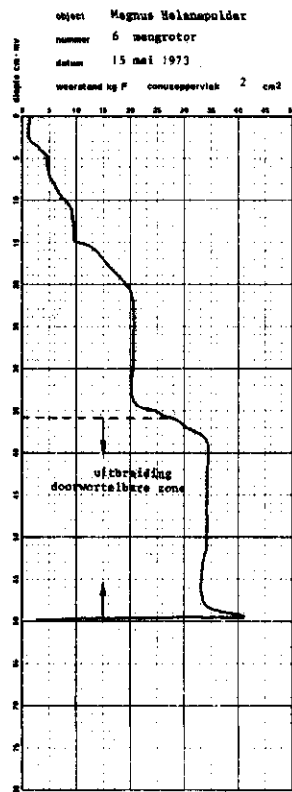
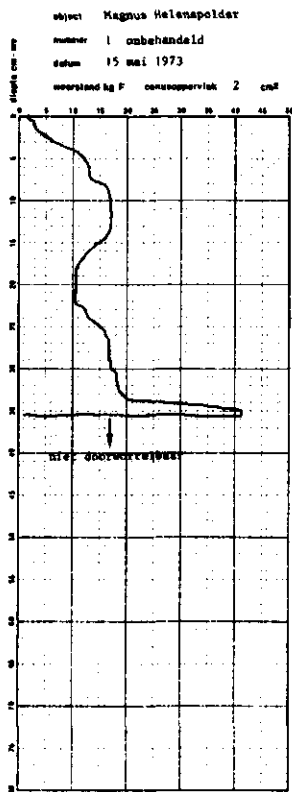
waarin H = humusgehalte (perc.)

Vervolgens werd het poriënvolume berekend met de formule:

$$V_p = \left(1 - \frac{Wd}{s.g.}\right) 100\%$$

waarin Wd de (droge) dichtheid van de grond in gr/cm<sup>3</sup> is.

In tabel II staan de huidige poriënvolumen van een aantal gronden vermeld. Het poriënvolume is in alle lagen van deze gronden gro-



ter dan 40% (uitgezonderd de laag 20-30 cm van de zavelgrond te Hornhuizen).

Dit betekent dat de beworteling tot de bewerkingsdiepte mogelijk is (HIDDING en VAN DEN BERG, 1961). Uit de penetrometerwaarnemingen op de overige gronden blijkt, dat de indringingsweerstand boven de bewerkingsdiepte zodanig zijn ( $<30 \text{ kg/cm}^2$  bij een conus van  $1 \text{ cm}^2$ ,  $<20 \text{ kg/cm}^2$  bij een conus van  $2 \text{ cm}^2$  en  $<15 \text{ kg/cm}^2$  bij een conus van  $5 \text{ cm}^2$ ), dat een diepe beworteling mogelijk is (fig. 6). Duidelijk wordt met de penetrograafwaarden aangetoond tot welke diepte de profielen behandeld werden.

De vergroting van de doorwortelbare zone nam voor deze gronden toe met respectievelijk 25 en 35 cm op de objecten in Zeeland (plaatgronden) en met 25 cm op het object in de duinen bij Schoorl.

Uit bewortelingsonderzoek is gebleken, dat 8 à 10 jaar na de uitvoering van de diepe grondbewerking de bewortelingsmogelijkheid tot de maximale bewerkingsdiepte aanwezig blijft.

De penetrograafwaarden moeten overigens niet als vaststaand beschouwd worden. Het zijn momentwaarnemingen en de indringingsweerstand ( $\text{kg/cm}^2$ ) zijn ongetwijfeld afhankelijk van het aanwezige vocht in het profiel.

### 3. SAMENVATTING EN KONKLUSIES

Een diepe grondbewerking wordt uitgevoerd op sterk gelaagde profielen waar de opbrengstdepressies ontstaan tengevolge van te geringe bewortelingsdiepten (vochttekorten). Het doel van de bewerking is de bewortelingsdiepte te vergroten, waardoor de voor het gewas beschikbare hoeveelheid vocht toeneemt. Tevens wordt het profiel bij de grondbewerking losgemaakt. Op een woelproefveld was waargenomen, dat in bepaalde gevallen woelen tot een grotere dichtheid leidde dan voor het woelen gemeten was.

Op een tiental oude proefvelden, waar een grondverbetering was uitgevoerd, werden de huidige dichtheden gemeten en werden indringingsweerstand gemeten. Het effect van respectievelijk de losmakende werking en de grondverbetering op de bewortelbaarheid konden hier-

mee vastgesteld worden. Van de losmakende werking kan gezegd worden, dat deze met een zekerheid van 95% effect heeft wanneer de dichtheid groter is dan 1,57 in de laag 20-30, 1,55 in de laag 30-40, 1,53 in de laag 40-50 en 1,51 in de laag 50-60 cm -m.v. Deze dichtheden gelden voor gronden met een lutumgehalte  $\leq$  12% en een humusgehalte  $\leq$  3% (dus zowel voor zavel als voor zandgronden).

Gebaseerd op de gemeten poriënvolumen en de indringingsweerstand kan geconcludeerd worden dat het doel van de grondverbetering (grotere bewortelingsdiepten) op alle objecten gerealiseerd is. Bij een beslissing over een diepe grondbewerking moet derhalve steeds duidelijk zijn met welk doel de bewerking wordt uitgevoerd. Is het doel het losmaken van de grond, dan moet de dichtheid van de grond gelijk of groter zijn dan de opgegeven waarden. Pas dan is een effect van de bewerking te verwachten op deze gronden. Staat echter een verdieping van de beworteling voorop, dan kan in alle gevallen met succes een diepe grondbewerking worden uitgevoerd.

#### LITERATUUR

- BOELS, D. en L. HAVINGA. 1973. Effect van woelen op een verdichte zavelgrond (nog niet gepubliceerd).
- HIDDING, A.P. en C. VAN DEN BERG. 1961. The relation between pore volume and the formation of root systems in soils with sandy layers. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci., Madison 1,38: 369-373.
- PERDOK, U.D. e.a. 1969. Grondige verandering van de bodem. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij 80.6.
- 1969. De grondlegging van de mengrotor en de menggootwoeler op het veenkoloniaal profiel. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemij 80.1.
- WIND, G.P. en A.P. HIDDING. 1963. Verbetering van plaatgronden. Rapport inzake landbouwkundige verbetering van plaatgronden. Prov. Onderz. Centrum v.d. Landb. in Zeeland.