

NN31545.0589

NOTA 589

15 januari 1971

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

INVLOED VAN DE DICHTHEID VAN DE GROND EN VAN DE GRONDBEWERKINGSDIEPTE
OP DE PRODUKTIE VAN ENKELE BLOEMBOLGEWASSEN

ir G.G.M. van der Valk en dr ir F.A.M. de Haan

BE
STAKINGSCOM

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, 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.



180873

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN DE PROEFOPZET	2
3. ONTWATERING EN FYSISCH E BODEMEIGENSCHAPPEN	2
4. REACTIE VAN DE GEWASSEN	4
4.1. Algemeen	4
4.2. Tulpen	8
4.3. Hyacinthen	10
4.4. Narcissen	13
5. SAMENVATTENDE BESPREKING VAN DE PROEFRESULTATEN	16
6. DICHTHEIDSWAARNEMINGEN AAN PRAKTIJKPERCELEN	19
7. LITERATUUR	26

1. INLEIDING

In nota 498 van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding werden de resultaten beschreven van een onderzoek naar de gevolgen van bodemverdichting in een duinzandgrond voor de produktie van bloembolgewassen. Dit onderzoek werd in het groeiseizoen 1967/1968 uitgevoerd op een proefveld te Lisse, nadat de grond ter plaatse met behulp van een rupstrekker tot verschillende graden was verdicht.

Uit de daarbij verzamelde bodemfysische en hydrologische waarnemingen bleek dat de grondwaterstandsfluctuaties sterker werden bij toenemende verdichting, als gevolg van de afname van het waterbergend vermogen van de grond.

De opbrengst van alle proefgewassen nam bij toenemende verdichting af, waarbij echter niet duidelijk kon worden onderscheiden in welke mate een gebrekkige bodemaeratie dan wel de mechanische bodemweerstand voor de groei en ontwikkeling van het wortelstelsel verantwoordelijk gesteld moest worden voor deze relatie. Scheiding van deze factoren zou eerst mogelijk zijn nadat de ontwatering van het proefveld was verbeterd. In augustus 1968 werd het proefveld daarom op 80 cm diepte gedraineerd en voorzien van een putbemaling.

De in het eerste proefjaar waargenomen reacties van de gewassen hadden betrekking op een situatie waarin de variaties in bodemdichtheid zich direct onder de geplante bollen voordeden. Dit komt in de praktijk vrijwel niet voor omdat steeds vóór het planten een grondbe-
werking wordt toegepast waarbij de grond tot 20 à 40 cm diepte wordt losgemaakt. In het tweede proefjaar werd daarom, door de aanvankelijk verdichte grond tot verschillende dieptes los te maken, in het bijzonder aandacht besteed aan de invloed van de diepte van voorkomen van verdichte lagen op de ontwikkeling van bloembolgewassen.

2. BESCHRIJVING VAN DE PROEFOPZET

Het oorspronkelijke proefveld bestond uit acht stroken duinzandgrond van 15 bij 40 meter, die in september 1967 met een Caterpillar D4 zodanig waren bereiden dat het poriënvolume van de grond in telkens twee stroken was gebracht op ongeveer 47 %, 43 %, 41,5 % en 40,5 %.

In september 1969 werden vervolgens dwars op de lengterichting van deze stroken zes banen ter breedte van 6,50 meter op verschillende dieptes losgemaakt met een spitmachine, en wel twee banen tot 10, twee tot 20 en twee tot 30 cm diepte. In totaal waren dus op het proefveld combinaties van vier dichtheden en drie bewerkingsdiepten in viervoud beschikbaar. Een overzicht van het zo verkregen proefveld wordt gegeven in fig. 1.

De veldjes werden beplant met narcissen, tulpen en hyacinthen, zorgvuldig rekening houdend met eisen ten aanzien van de vruchtwisseling. Voor ieder veldje werd van de totale lengte (10 meter) steeds zes meter bedlengte gebruikt voor opbrengstwaarnemingen.

Op 7 oktober werden de narcissen c.v. Golden Harvest geplant, in totaal 240 stuks à gemiddeld 76 gram per bol op iedere 6 meter bedlengte.

De tulpen c.v. Apeldoorn, ziftmaat 10/11, gemiddeld bolgewicht 19,2 gram, werden op 22 oktober uitgeplant in vier rijen met een regelafstand van 25 cm. De 6 meter bedlengte voor opbrengstwaarnemingen werd beplant met in totaal 384 bollen.

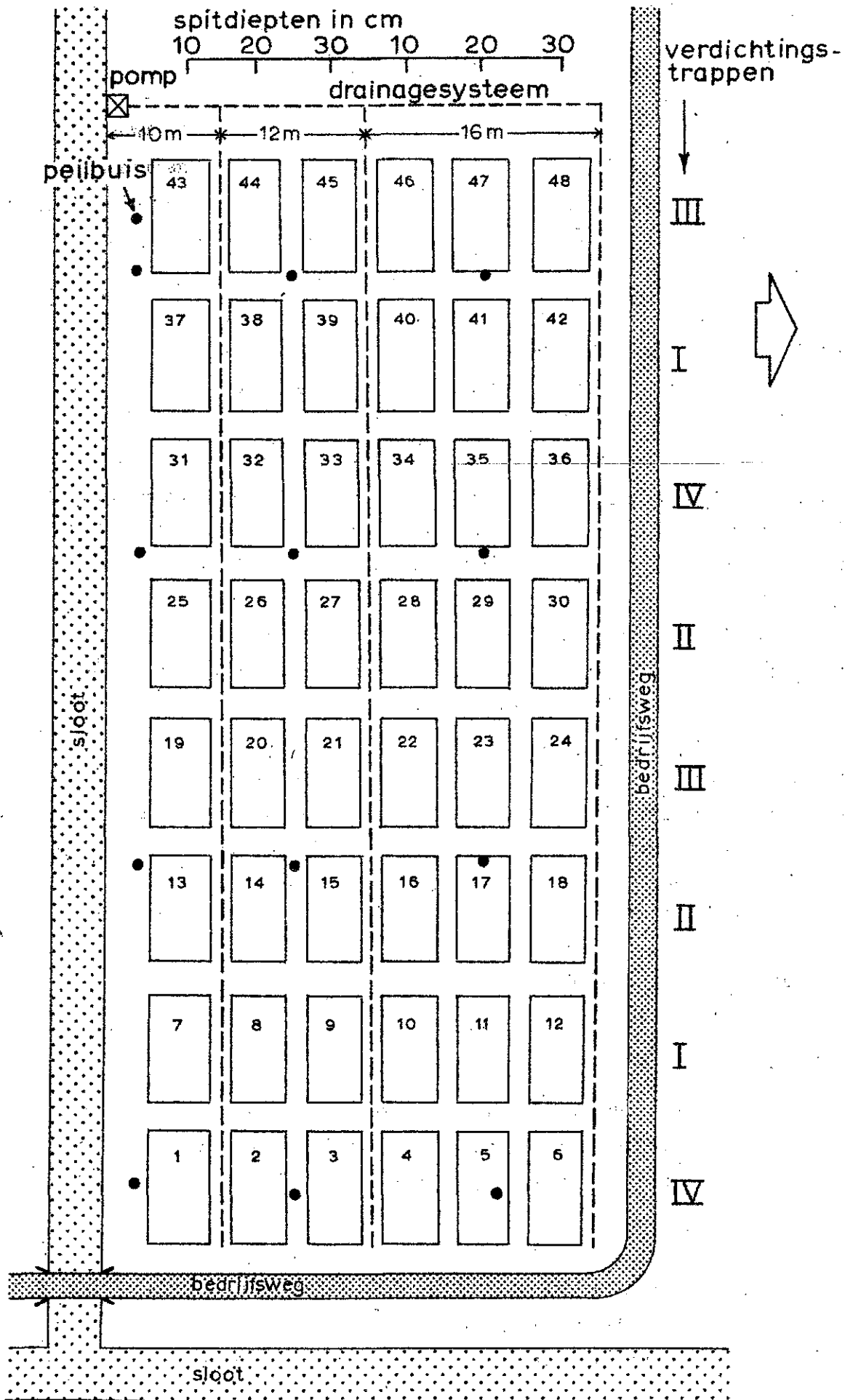
De hyacinthen c.v. Pink Pearl werden op 23 oktober geplant. Op de bedlengte van 6 meter werden 312 bollen ziftmaat 10/11 met een gemiddeld gewicht van 23,6 gram per stuk geplant.

De velden werden in de gebruikelijke doseringen tijdens de winter met riet afgedekt en bemest.

3. ONTWATERING EN FYSISCH E BODEMEIGENSCHAPPEN

Tijdens de herfst en de winter, en ook gedurende het voorjaar tot 26 maart, werd het peil in de bemalingsput beneden de draandiepte (80 cm onder maaiveld) gehouden. De grondwaterstand werd op 12 plaatsen regelmatig gemeten en op één plaats continu geregistreerd (zie ook

fig 1



Overzicht van het verdichtingsproefveld te Lisse voor het proefjaar 1968/1969

fig. 1). De hoogst gemeten grondwaterstand bedroeg 48 cm. In het proefveld werd, als gevolg van infiltratie vanuit de sloten, een systematisch verschil in grondwaterdiepte van maximaal 20 cm waargenomen (tabel 1^C). Het is niet aannemelijk dat deze verschillen, gezien de diepte waarop zij voorkomen, de groei van de gewassen hebben beïnvloed.

Nadat de pomp werd uitgeschakeld op 26 maart, toen het riet was verwijderd, het land stuifvrij gemaakt en het gewas opkwam, werd in het gehele perceel de grondwaterstand vrijwel gelijk aan de slootwaterstand tot aan het tijdstip van de oogst.

Op 11 en 12 maart werd met behulp van Kopecky-ringen het poriënvolume van de grond, het vochtgehalte en het luchtgehalte gemeten op zeven niveaus, tussen 0 en 70 cm beneden maaiveld. De getallen die hieromtrent in tabel 1 zijn vermeld zijn gemiddelden van 24 ringen over 4 veldjes.

De waarden van het poriënvolume van de 10 cm-objecten komen zeer goed overeen met die van de metingen in 1968 (nota 498 I.C.W.). Uit de cijfers komen zowel de verdichtingsdiepte als de grondbewerkingsdiepte zeer duidelijk naar voren. Het effect van de verdichting is merkbaar tot op een diepte van 60 cm. Het resultaat van de grondbewerking is weerspiegeld in de stijging van het poriënvolume tot 47 à 48 % in de overeenkomstige lagen, zoals is weergegeven in fig. 2.

Als gevolg van de diepere ontwatering waren de luchtgehalten in de grond, in vergelijking tot 1968 aanzienlijk toegenomen. Nu waren de luchtgehalten in alle objecten tot 45 cm diepte hoger dan 7 % en derhalve niet belemmerend voor de dieptegroei.

4. REACTIE VAN DE GEWASSEN

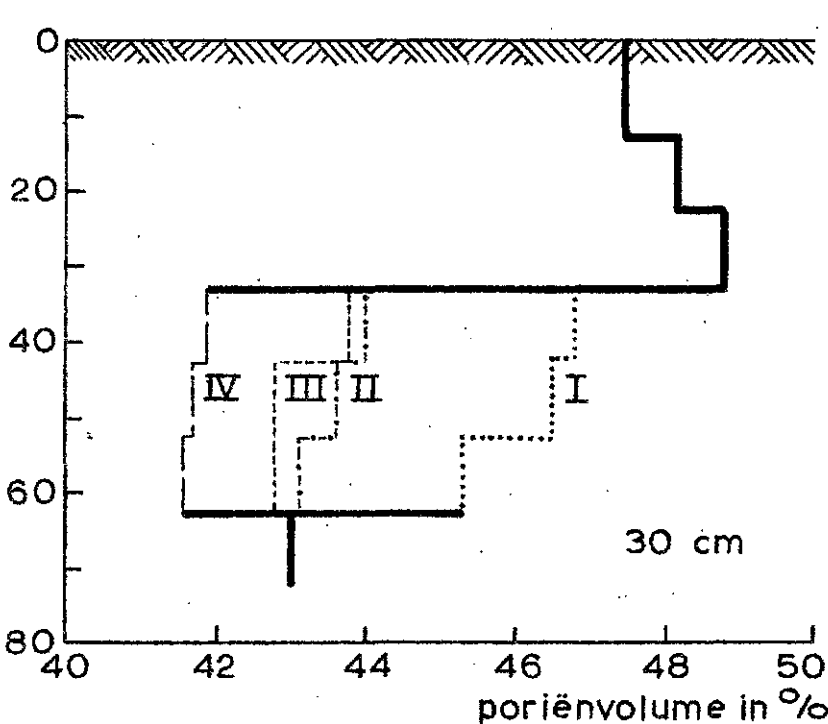
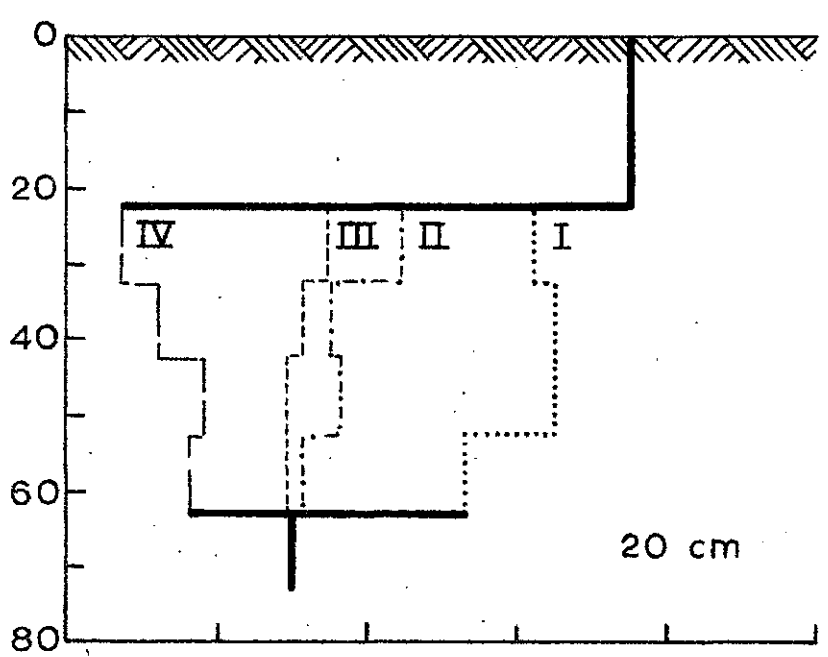
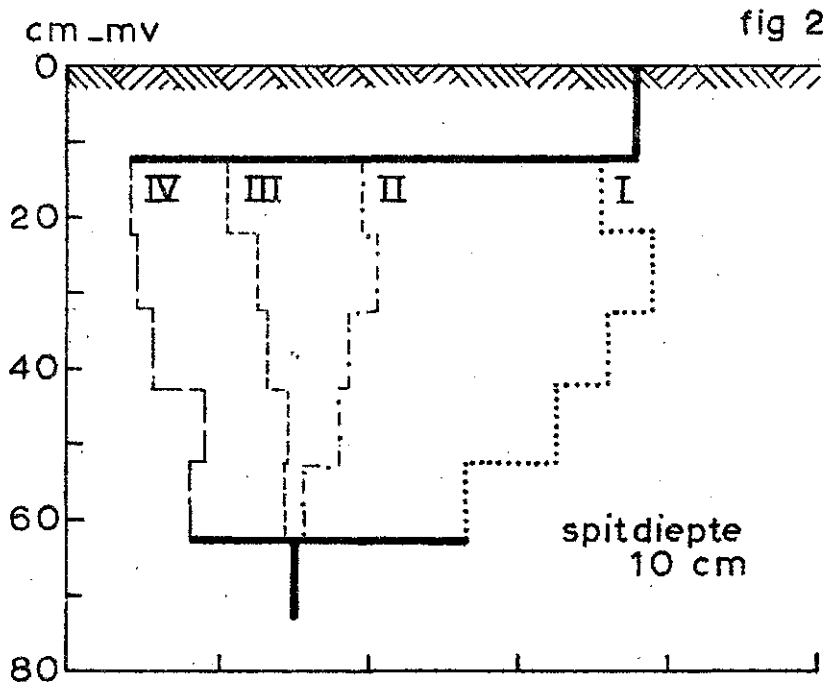
4.1. A l g e m e e n

De waarnemingen die aan de gewassen werden verricht betroffen de eventuele verschillen in de bovengrondse ontwikkeling, zoals opkomst bloei, bladgewicht en afsterving, en verschillen in wortelgroei en bolopbrengst.

In het algemeen konden bij geen van de gewassen verschillen in opkomst, bloei- en afstervingstijdstip worden waargenomen die verband hielden met de bodembehandelingen. In de omvang van het gewas, uitgedrukt als het versgewicht van de bladeren, waren daarentegen wel derge-

Tabel I. Poriënvolume, vochtgehalte en luchtgehalte voor de verschillende behandelingsobjecten als functie van de diepte

Verdichtingsobject	I			II			III			IV		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
A. Poriënvolumina in de grond in cm ³ per 100 cm ³ grond												
Monsterdiepte in cm-m.v.	5-10	47.3	47.8	49.1	47.7	48.0	46.9	47.9	47.2	47.2	47.9	47.4
	15-20	47.1	47.9	49.3	43.9	49.1	47.6	42.1	47.2	48.4	40.8	47.4
	25-30	47.8	46.2	49.1	44.1	44.4	49.2	42.5	43.4	48.6	40.9	48.5
	35-40	47.2	46.5	46.8	43.7	43.5	43.8	42.6	43.1	44.0	41.1	41.9
	45-50	-	46.5	-	-	43.6	-	-	42.8	-	-	41.8
	55-60	-	45.3	-	-	43.1	-	-	42.8	-	-	41.6
	65-70	-	42.5	-	-	43.2	-	-	43.2	-	-	42.9
B. Vochtgehalte in volume procenten (11 en 12 maart)												
Monsterdiepte in cm-m.v.	5-10	18.1	16.0	15.6	18.4	16.1	16.5	20.3	16.8	16.3	21.9	17.2
	15-20	18.6	17.7	15.8	20.5	16.8	17.6	21.8	18.1	16.3	25.8	19.7
	25-30	19.9	20.7	17.1	22.7	21.9	17.8	22.6	21.2	17.4	27.7	24.8
	35-40	26.4	26.1	23.0	28.2	27.3	26.1	26.7	25.7	22.6	34.2	33.1
	45-50	-	37.0	-	-	31.1	-	-	30.7	-	-	35.1
	55-60	-	38.4	-	-	36.2	-	-	35.5	-	-	32.6
	65-70	-	35.1	-	-	35.6	-	-	34.7	-	-	34.7
C. Luchtgehalte in volume procenten (11 en 12 maart)												
Monsterdiepte in cm-m.v.	5-10	27.2	31.8	33.5	25.3	31.9	30.4	21.6	30.4	30.9	19.0	30.2
	15-20	28.5	30.2	33.5	23.4	32.3	30.0	20.3	29.1	32.1	15.0	26.1
	25-30	27.9	25.5	32.0	21.4	22.5	31.4	19.9	22.2	31.2	13.2	15.9
	35-40	20.8	20.4	23.8	15.5	18.2	17.7	15.9	17.4	21.4	6.9	8.1
	45-50	-	8.5	-	-	12.5	-	-	12.1	-	-	6.7
	55-60	-	6.9	-	-	6.9	-	-	7.3	-	-	9.0
	65.70	-	7.4	-	-	7.6	-	-	8.5	-	-	8.2
Terreinhoogte 19/3 in cm-N.A.P.	8.4	8.2	6.7	12.5	12.3	9.8	14.6	12.4	9.8	16.8	14.9	12.1
Grondwaterdiepte bij bemonstering 12/3 in cm-m.v.	70 cm	70 cm	72 cm	63 cm	63 cm	66 cm	62 cm	62 cm	64 cm	67 cm	56 cm	58 cm
	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm	61 cm



Verloop van het poriënvolume als functie van de diepte voor vier verschillende verdichtingstrappen (I t/m IV), na een grondbewerking tot 10, 20 en 30 cm diepte

lijke verschillen zichtbaar. Zij zullen bij de afzonderlijke behandeling van de verschillende gewassen worden toegelicht.

De opbrengsten zijn weergegeven als het bolgewicht per oppervlakte-eenheid (zie tabel 2).

Tabel 2. Opbrengsten van verschillende bolgewassen in kg/m^2 , als functie van de bodembehandeling. De weergegeven getallen zijn gemiddelden van 4 herhalingen

Verdichtings- trap	Bewerkings- diepte	Tulpen	Hyacinthen	Narcissen
I	10	3,57	3,16	5,68
	20	3,36	3,29	5,36
	30	3,43	3,27	5,44
II	10	2,96	2,90	5,27
	20	3,39	3,23	5,23
	30	3,44	3,39	5,48
III	10	2,97	2,95	5,13
	20	3,27	3,31	5,18
	30	3,40	3,38	5,47
IV	10	2,91	2,63	4,87
	20	3,25	3,08	5,27
	30	3,44	3,20	5,81
Geplante hoeveelheid		1,27	1,28	3,06

Weliswaar is de kwaliteit, en daarbij in het bijzonder de grootteverdeling der bollen binnen het totale opbrengstgewicht, om economische redenen van bijzonder groot belang, doch uit vroeger onderzoek is gebleken dat deze grootteverdeling op eenvoudige wijze direct afhankelijk is van het bolgewicht per geoogste plant. Dit bolgewicht wordt mede bepaald door een aantal factoren die niet in dit onderzoek betrokken waren, zoals plantmaat, plantverband en dergelijke. Aangezien hierdoor een berekening van het economische effect van verdichting en grondbewerking gemakkelijk tot verkeerde conclusies zou kunnen leiden wordt zij achterwege gelaten.

4.2. T u l p e n

Na de bloei, die rond 1 mei plaats vond, werden in het gewas verschillen in bladontwikkeling zichtbaar die een waarschijnlijk gevolg waren van de toegepaste bodembehandelingen. Naarmate de bodemdichtheid toenam bleef het gewas lager en de bodembedekking geringer. Dit effect was minder naarmate de bewerkingsdiepte groter was. Om deze visuele beoordelingen te toetsen werden op 13 mei van ieder veld 10 planten gerooid waaraan het bladgewicht werd bepaald; via een meting van het bladgewicht per eenheid van oppervlakte werd tevens de 'Leaf Area Ratio', (L.A.R.), bepaald^x. In tabel 3 zijn deze gegevens vermeld, als gemiddelden van 4 bepalingen.

Tabel 3. Bladgewicht op 19 mei in gram/plant, en Leaf Area Ratio van tulpen c.v. Apeldoorn, als functie van de bodembehandeling

Bewerkingsdiepte Verdichtingstrap	10 cm		20 cm		30 cm	
	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.
I	40,7	2,09	43,2	2,22	39,9	2,04
II	33,4	1,73	38,3	1,96	38,8	1,99
III	31,4	1,62	38,9	2,00	39,9	2,04
IV	29,9	1,53	39,2	2,01	40,0	2,05

Vrijwel tegelijkertijd met deze bemonstering werd in alle objecten de bewortelingsintensiteit gemeten op verschillende dieptes tot 50 cm. Deze gegevens zijn vermeld in tabel 4a. Dit tijdstip werd gekozen omdat in 1968 was gebleken dat het wortelstelsel omstreeks eind april zijn maximale omvang had en tot half juni vrijwel niet veranderde.

^xDit is de verhouding van de oppervlakte blad ten opzichte van de oppervlakte van de standplaats

Tabel 4. Bewortelingsintensiteit, in gram versgewicht per dm³ grond

Verdichtingsstrap beworkingsdiepte	I			II			III			IV		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
A. Tulpen c.v. Apeldoorn												
Monsterdiepte in cm-m.v.												
5-15	6.33	7.21	6.78	8.41	7.24	6.19	9.77	8.13	7.10	7.26	7.31	5.63
15-20	5.35	5.59	4.50	7.10	8.98	6.32	1.53	6.44	5.36	1.85	5.99	5.57
20-25	2.28	4.57	3.22	1.51	1.58	3.78	0.11	2.53	4.03	0.26	0.79	2.90
25-30	1.58	2.74	2.54	0.50	0.05	3.19	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	2.28
30-35	0.80	1.43	1.44	0.00	0.00	1.49	-	-	0.82	-	-	0.41
35-40	0.26	0.61	0.81	-	-	0.24	-	-	0.06	-	-	0.00
40-45	0.06	0.30	0.48	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	-
45-50	0.00	sp	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
per m ² in gr.	11.48	14.82	13.18	12.96	12.54	13.70	10.59	12.66	13.35	8.31	10.70	11.20
B. Hyacinthen c.v. Pink Pearl												
Monsterdiepte in cm-m.v.												
5-15	6.98	7.11	6.18	7.96	6.34	6.85	8.72	5.29	5.55	10.14	5.77	6.99
15-20	5.89	8.48	7.08	2.21	4.95	4.69	3.31	7.24	5.46	0.73	6.48	6.14
20-25	1.93	2.72	3.84	0.02	1.02	3.30	0.06	1.49	2.52	0.00	0.98	4.92
25-30	0.41	0.28	2.56	0.00	0.00	1.11	0.00	0.02	1.23	-	0.00	1.60
30-35	0.10	0.07	1.01	-	-	0.30	-	0.00	0.06	-	-	0.12
35-40	0.00	0.00	0.20	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
per m ² in gr.	11.15	12.88	13.53	9.08	9.32	11.55	10.40	9.67	10.19	10.50	9.50	13.38
C. Narcissen c.v. Golden Harvest												
Monsterdiepte in cm-m.v.												
5-15	9.22	8.94	10.62	11.85	10.23	8.16	9.40	8.23	9.54	6.99	9.17	9.50
15-20	7.30	5.84	6.56	2.79	7.31	4.59	8.71	6.80	7.84	0.48	3.36	6.20
20-25	3.61	2.45	4.35	0.34	1.26	2.36	0.03	0.38	4.09	0.00	0.12	2.87
25-30	1.88	0.69	3.21	0.00	0.43	1.31	0.00	0.00	0.91	-	0.00	0.68
30-35	0.76	0.20	1.96	-	0.00	0.11	-	-	0.03	-	-	0.29
35-40	0.17	0.08	0.15	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
40-45	0.04	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
per m ² in gr.	16.25	13.57	18.73	13.41	14.73	12.34	13.77	11.82	15.98	7.23	10.91	14.52

Ondanks verschillen in plantgewicht en cultivar stemmen in de vergelijkbare objecten de gegevens over de wortelhoeveelheden per oppervlakte-eenheid en over de wortelverdeling in de bodemprofielen voor 1968 en 1969 zeer goed overeen. In de wortelgewichten per m² grondoppervlak is evenals in 1968 de tendens aanwezig dat bij toenemende verdichting ook het wortelgewicht per plant afneemt. Daar tulpewortels onvertakt zijn, geen wortelharen bezitten en vrijwel gelijke diameter over de volle lengte hebben kan het wortelgewicht ook direct als maat voor de totale wortellengte worden gebruikt. Voor de meeste cultivars ligt het gewicht per meter wortellengte tussen de 0,28 en 0,36 gram. Voor de hier gebruikte cultivar Apeldoorn werd 0,34 gram gevonden.

Het opbrengstniveau op de onverdichte en diep losgemaakte objecten was zeer goed. In het tot 10 cm diepte losgemaakte object was de opbrengstdepressie bij toenemende dichtheid van de grond iets kleiner dan in 1968. Dit zou het gevolg kunnen zijn van de verbeterde ontwatering gedurende de winterperiode, waardoor de schade door wateroverlast in de sterkst verdichte objecten is verminderd.

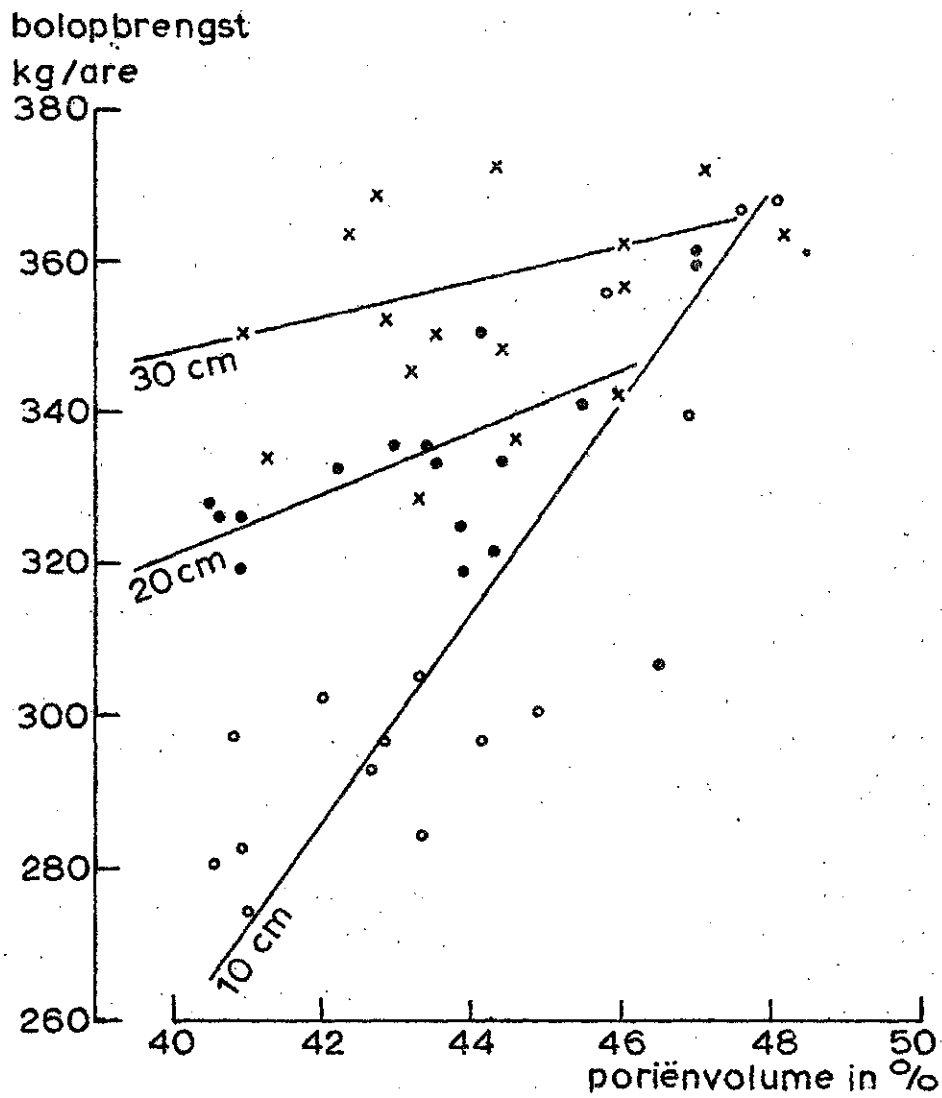
In fig. 3 zijn voor de verschillende bewerkingsdieptes de relaties tussen de bolopbrengst in kg/are en de waarde van het poriënvolume gemiddeld over de laag van 20 cm onder de bewerkingsdiepte weergegeven. Gezien de reactie van de beworteling op het poriënvolume en de vrij abrupte overgang van bewortelbaarheid naar onbewortelbaarheid bij een bepaalde waarde voor de dichtheid van de grond, lijkt het niet erg waarschijnlijk dat dit verband als rechtlijnig mag worden verondersteld. Het is echter wel duidelijk dat het opbrengstverschil tussen verdichte en onverdichte toestand kleiner wordt naarmate de bewerkingsdiepte toeneemt; bij de grondbewerking van 30 cm diepte zijn deze verschillen onder de proefomstandigheden van ontwatering, bemesting, etc., vrijwel verdwenen. De belangrijkste conclusie uit fig. 3 is dat op deze gronden een aangebrachte verdichting door een eenmalige grondbewerking kan worden opgeheven zonder dat verder een nadelige nawerking voor de produktie optreedt.

4.3. H y a c i n t h e n

Ook bij de hyacinten werd pas na de bloei een duidelijke vermindering van de gewasontwikkeling op de meest verdichte en ondiepst bewerk-

TULPEN

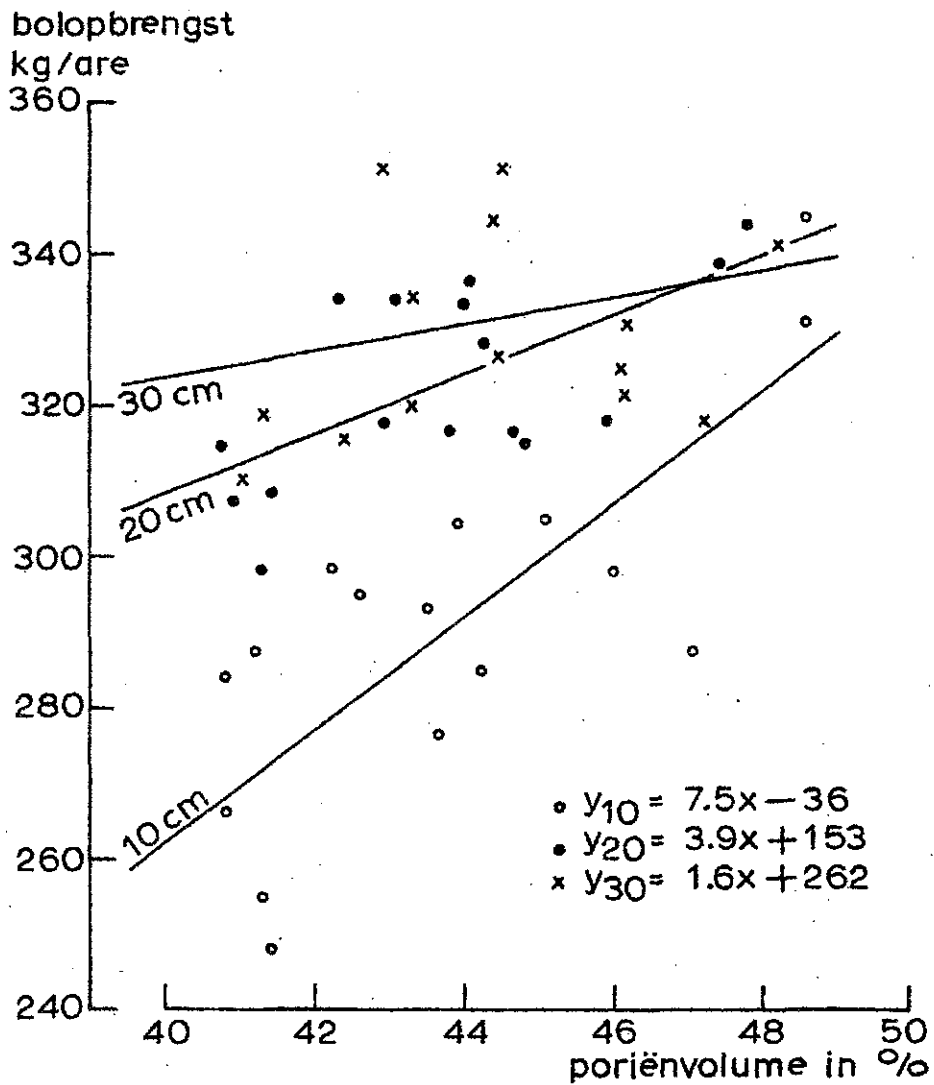
fig 3



Opbrengst van tulpen, c. v. Apeldoorn, in kg/are, als functie van het poriënvolume in de 20 cm-laag onder de bewerkingsdiepte, voor drie verschillende bewerkingsdiepten

HYACINTHEN

fig 4



Opbrengst van hyacinten, c. v. Pink Pearl, in kg/are, als functie van het poriënvolume in de 20 cm-laag onder de bewerkingsdiepte, voor drie verschillende bewerkingsdiepten

te objecten geconstateerd. Ook hier werd per veld van 10 planten het bladgewicht en de L.A.R. bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5, als gemiddelden van 4 herhalingen.

Tabel 5. Bladgewicht op 19 mei in gram/plant, en 'Leaf Area Ratio' van hyacinthen c.v. Pink Pearl, als functie van de bodembehandeling

Bewerkingsdiepte Verdichtingstrap	10 cm		20 cm		30 cm	
	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.
I	61,8	3,25	63,3	3,33	67,2	3,53
II	57,4	3,02	60,5	3,19	67,3	3,54
III	53,8	2,83	58,3	3,07	64,2	3,38
IV	53,3	2,81	60,2	3,17	65,4	3,44

Het verschijnsel dat ook in losse grond een grondbewerking gunstig inwerkt op het bladoppervlak doet vermoeden dat behalve de beworteling nog een andere factor gecorreleerd is met de grondbewerking.

Ook de bewortelingsintensiteit werd in alle objecten tot 50 cm diepte gemeten. De resultaten zijn vermeld in tabel 4b. Hieruit blijkt dat de dieptegroei van de wortels wel duidelijk werd beïnvloed; uit de totale wortelhoeveelheden kon echter geen nadelige invloed van grotere bodemdichtheid worden afgeleid.

De bolopbrengst, voor verschillende bewerkingsdieptes weergegeven in fig. 4, reageerde vrijwel gelijk op de dichtheidstoestand van de grond als in 1968. Evenals bij de tulpen werd een snelle afname van de invloed van de bodemdichtheid bij toenemende bewerkingsdiepte gevonden. Een grondbewerking tot 30 cm diepte bleek ook hier het nadelige effect van de verdichting in het profiel geheel te elimineren.

4.4. N a r c i s s e n

Vooraf na de bloei bleek dat de hele partij besmet was met enkele virusziekten, waaronder 'zilver' en 'bruin'. Het gewas was matig ontwikkeld en stierf vroeg af. Alleen in het tot 10 cm diepte losgemaakte

object was een duidelijke invloed van de mate van verdichting op het bladgewicht merkbaar (zie tabel 6).

Tabel 6. Bladgewicht op 19 mei in gram/plant, en 'Leaf Area Ratio' van Narcissen c.v. Golden Harvest, als functie van de bodembewerking

Bewerkingsdiepte Verdichtingstrap	10 cm		20 cm		30 cm	
	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.	bl.gew.	L.A.R.
I	109	4,36	106	4,24	118	4,72
II	102	4,08	99	3,96	104	4,16
III	89	3,56	98	3,92	109	4,36
IV	87	3,48	109	4,36	112	4,48

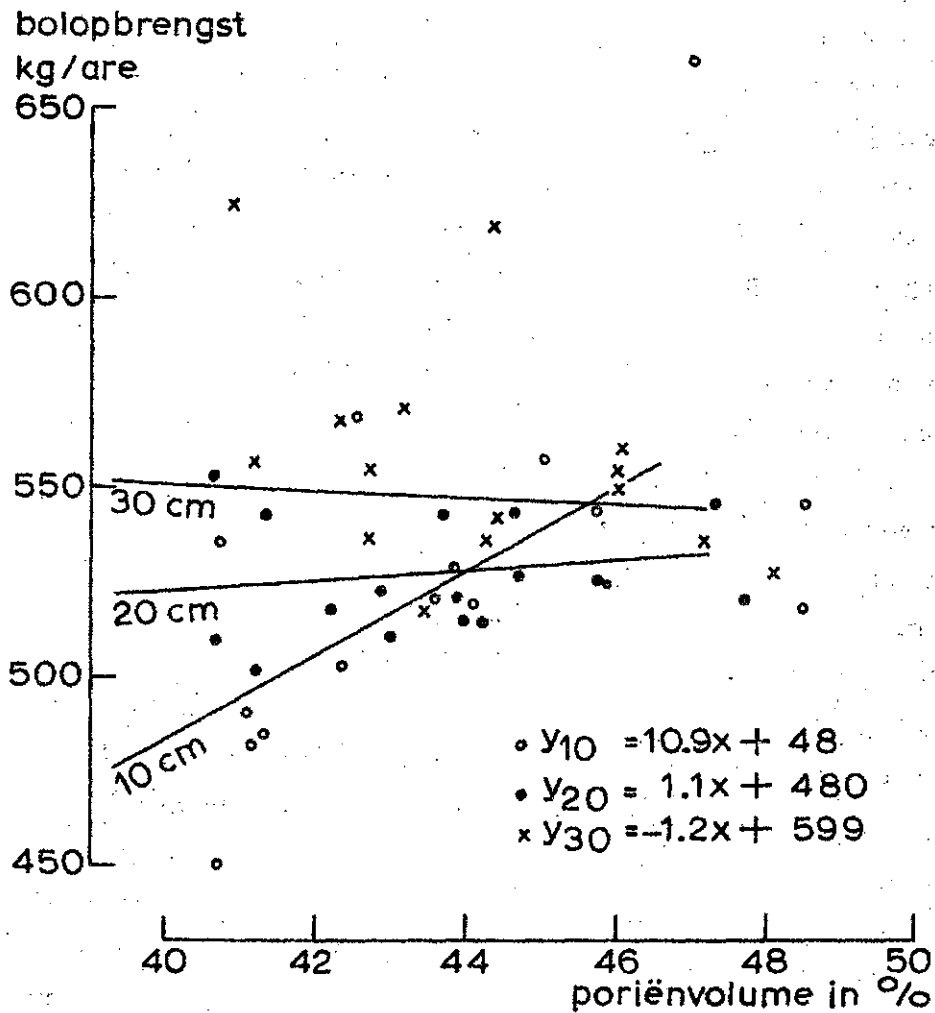
In de beide sterkst verdichte objecten, III en IV, waren de bladgewichten per plant duidelijk lager naarmate de uitgevoerde grondbewerking oppervlakkiger was geweest.

De in tabel 4c vermelde wortelhoeveelheden en wortelverdelingen komen in grote lijnen aardig overeen met de overeenkomstige gegevens van 1968. Dezelfde tendens van een afnemende wortelhoeveelheid per plant en per m² bodemoppervlak bij een toenemende beperking van de dieptegroei door verdichting kon ook nu weer worden vastgesteld.

De opbrengst was laag, wat in belangrijke mate aan de mindere bladontwikkeling en het eerdere afsterven van het gewas door de virusaantasting geweten moet worden. Het eveneens kleinere effect van de verdichting op de opbrengst (zie fig. 5) heeft waarschijnlijk dezelfde oorzaak. Het bleek in deze proef dat een bewerking tot 20 cm diepte reeds voldoende was om elke invloed van de dichtheid van het bodemprofiel op de opbrengst uit te sluiten. Echter bij gebruik van gezond plantmateriaal was de bewerkingdiepte, noodzakelijk voor het bereiken van dit effect, waarschijnlijk groter geweest.

NARCISSEN

fig 5



Opbrengst van narcissen, c. v. Golden Harvest, in kg/are, als functie van het poriënvolume in de 20 cm -laag onder de bewerkingsdiepte, voor drie verschillende bewerkingsdiepten

5. SAMENVATTENDE BESPREKING VAN DE PROEFRESULTATEN

Uit het onderzoek is gebleken dat de verdichting van de grond en de daarna toegepaste bewerking om deze weer gedeeltelijk op te heffen een duidelijke invloed hebben gehad over de verdeling van de plantewortels als functie van de diepte. De belemmering van de beworteling kon dank zij de verbeterde ontwatering van het proefveld geheel worden toegeschreven aan de mechanische weerstand van de grond, samenhangend met de waarde van het poriënvolume. Met de verzamelde gegevens over dichtheid en beworteling is getracht de relatie tussen beide te benaderen. Hiertoe is in fig. 6 de relatieve bewortelingsintensiteit per profiellaag uitgezet tegen de waarde van het poriënvolume. De relatieve bewortelingsintensiteit werd gevonden door de hoeveelheid wortels bij poriënvolumina groter dan 47 % te stellen op 100 en bij lagere waarden voor het poriënvolume uit te drukken als percentage van dit getal. Ondanks de bijzonder grote spreiding komt in deze figuur toch duidelijk naar voren dat de bewortelbaarheid geminimaliseerd wordt bij poriënvolumina lager dan ongeveer 44 %. Deze waarde is aanzienlijk hoger dan die vermeld door HIDDING en VAN DEN BERG, doch sluit goed aan bij wat DE HAAN en BEUVING voor tulpen vonden in potproeven.

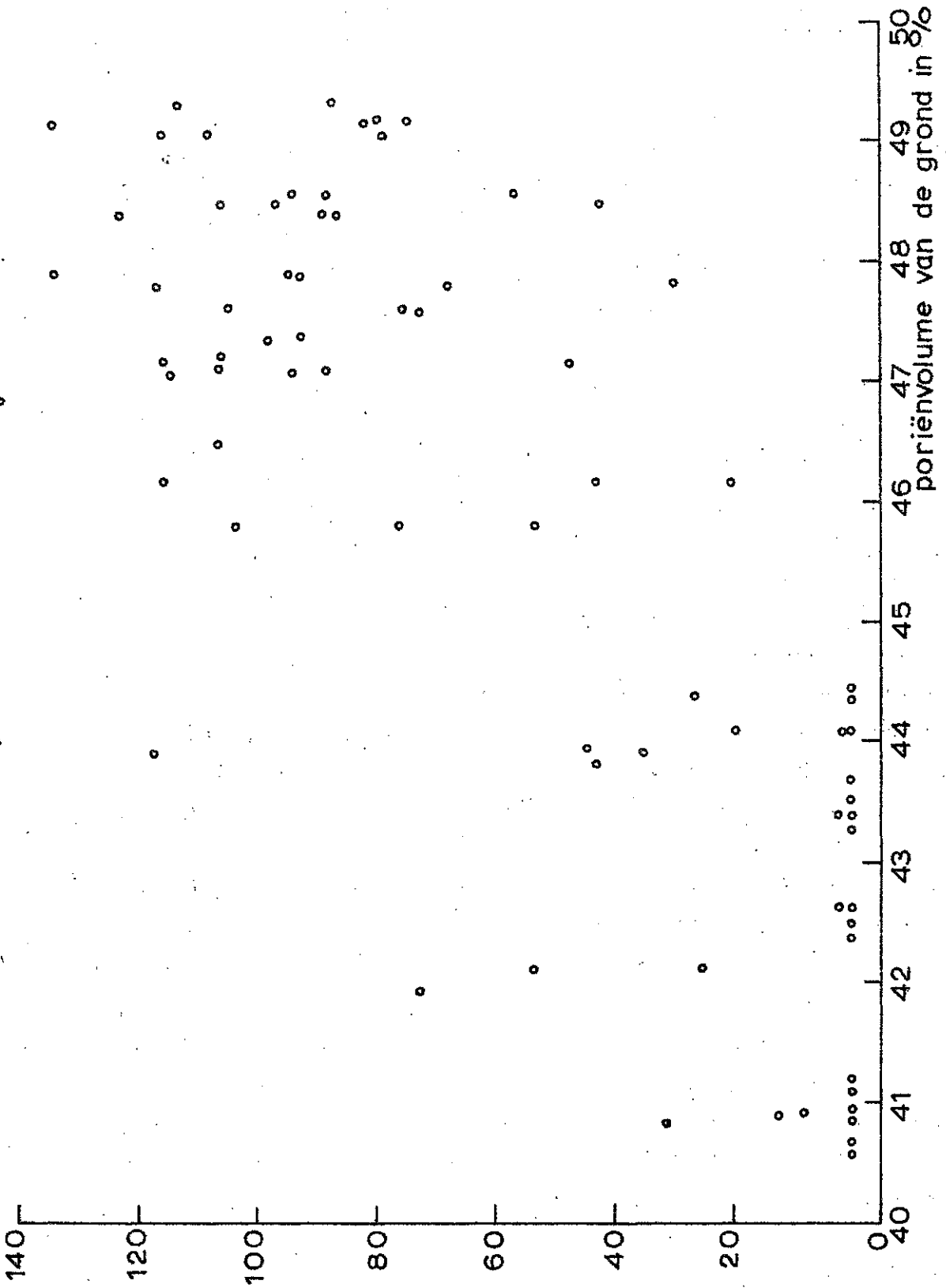
Voor de plant betekent de beperking van de bewortelingsdiepte dat de afstand tussen het freatisch vlak en de wortelzone toeneemt, met grotere kans op hogere vochtspanningen in de wortelzone. Anderzijds lijkt de capillaire aanvoer door de gewijzigde poriënverdeling gunstiger te worden. De tot nu toe verkregen proefresultaten geven nog niet de mogelijkheid deze effecten geheel kwantitatief te beoordelen.

Een aantal gegevens uit de proefjaren 1968 en 1969 wijzen in de richting van een positieve correlatie tussen bewortelingsdiepte en wortelgewicht enerzijds, en bladoppervlak anderzijds. Het is vermoedelijk dit verschil in bladoppervlak dat rechtstreeks als oorzaak kan worden gezien voor de verschillen in bolopbrengst. Dit komt tot uiting in fig. 7, waarin voor de drie verschillende gewassen de aanwas in grammen per m² werd uitgezet tegen het bladgewicht per m² grondoppervlak. Deze relatie kon worden vastgesteld omdat het plantverband vrij ruim was, hetgeen ook reeds bleek uit de betrekkelijk lage waarden voor de L.A.R.

Het is niet duidelijk waarom de verminderde bewortelingsmogelijkheden de bladstrekking na de bloei beperkten. Mogelijk moet hierbij ge-

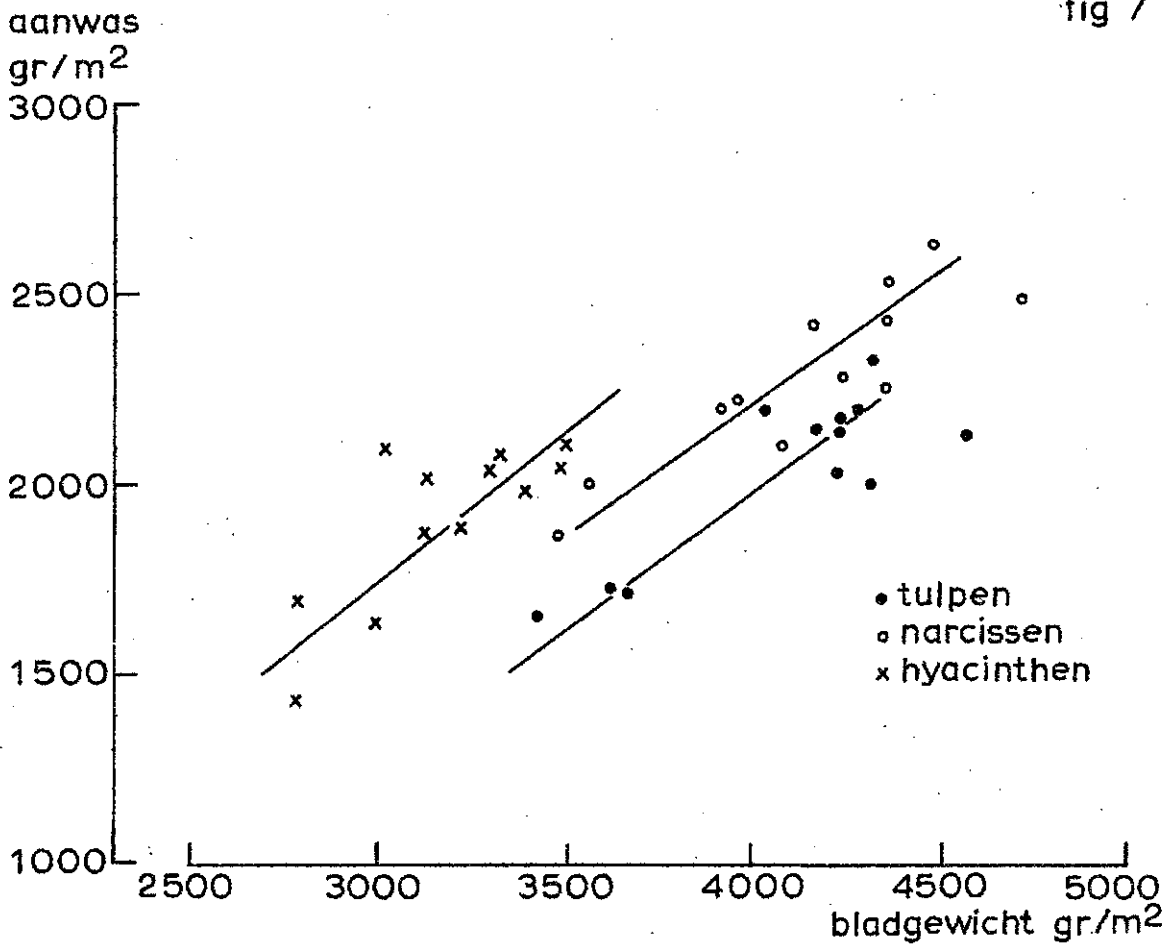
rel. bewortelings intensiteit

p.v. > 47 = 100



Beworteling van tulpen, hyacinten en narcissen, uitgedrukt als relatieve bewortelingsintensiteit, als functie van het poriënvolume van de grond

fig 7



Verband tussen het bladgewicht en de bolopbrengst in g/m² voor tulpen, hyacinten en narcissen

dacht worden aan een intern evenwicht tussen de omvang van de bovengrondse delen en die van het wortelstelsel.

6. DICHTHEIDSWAARNEMINGEN AAN PRAKTIJKPERCELEN

Om een indruk te krijgen van de actuele verdichtingstoestand op een aantal bedrijven werden in 1968 en in 1970 verkenningen uitgevoerd in de zuidelijke bloembollenstreek (Lisse e.o.) en ook in de omgeving van Breezand. Dit laatste gebied komt in zoverre met de zuidelijke bloembollenstreek overeen dat de zanden vrijwel dezelfde korrelgrootteverdeling hebben (Kalisvaart, 1935). Verschillend zijn echter de ontwateringstoestand, de dikte van het zanddek en het bedrijfstype. Wat dit laatste betreft zijn vooral de gemiddeld grotere bedrijfsafmetingen in Breezand e.o., en de hogere graad van mechanisatie van het veldwerk kenmerkend.

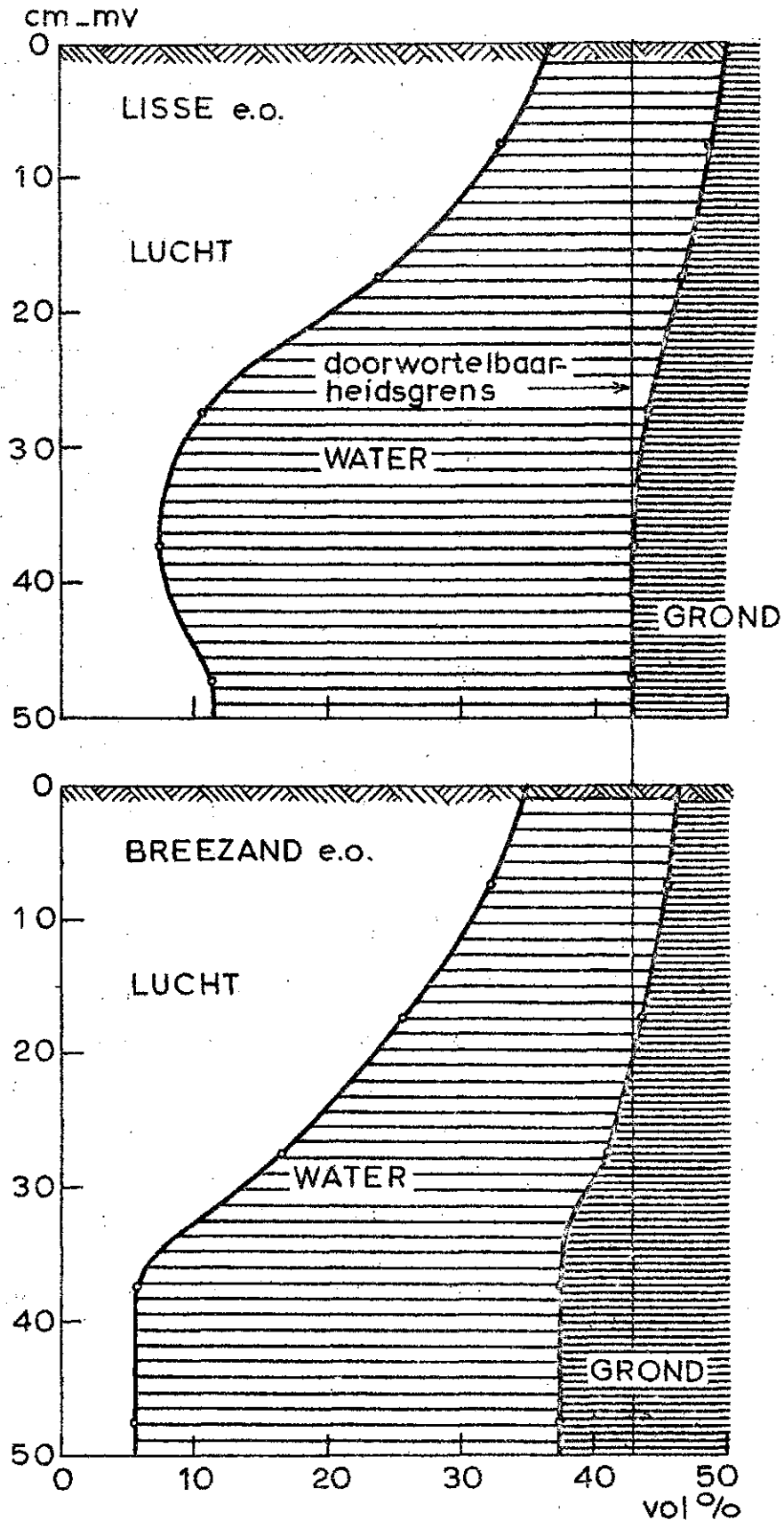
In 1968 werden gedurende de maand augustus een aantal plekken laagsgewijze bemonsterd op de waarde van het poriënvolume en de lucht- en vochtverdeling in de grond. Per perceel werden drie bemonsteringskuilen gegraven waarin per laag telkens zes Kopecky ringen werden gestoken. In Lisse e.o. werden 12 percelen bemonsterd, in Breezand e.o. 6. De resultaten zijn wat het poriënvolume betreft weergegeven in tabel 7, wat het luchtgehalte betreft in tabel 8. De gemiddelden van deze waarnemingen zijn grafisch weergegeven in fig. 8. Uit deze figuur blijkt dat de gronden in de omgeving van Breezand beneden een diepte van ongeveer 25 - 30 cm duidelijk dichter zijn dan in de omgeving van Lisse. Dit is een gevolg van het feit dat men in de noordelijke bloembollenstreek bij het ploegen overwegend niet dieper gaat dan maximaal 35 cm; in Lisse e.o. is het kabelploegen, waarbij de grond wordt losgemaakt over een diepte van 50 à 60 cm nog vrij algemeen gebruikelijk. Volgens de in het onderzoek verzamelde gegevens zijn deze gronden bij waarden voor het poriënvolume van 44 % of minder slecht of niet door-dringbaar voor wortels van bloembolgewassen. De praktijk-ervaring dat deze dichtheden niet meer schadelijk zijn voor de produktie wanneer ze op wat grotere diepte voorkomen stemt goed overeen met de proefveldresultaten van 1968/69. De diepe grondbewerking, als toegepast in de zuidelijke bloembollenstreek lijkt dus alleen verantwoord als vruchtwisselingsmaatregel, en niet om de grond tot op grotere diepte weer los te maken.

Tabel 7. Waarden van het poriënvolume als functie van de diepte voor een aantal praktijkpercelen in Lisse e.o. en Breezand e.o.

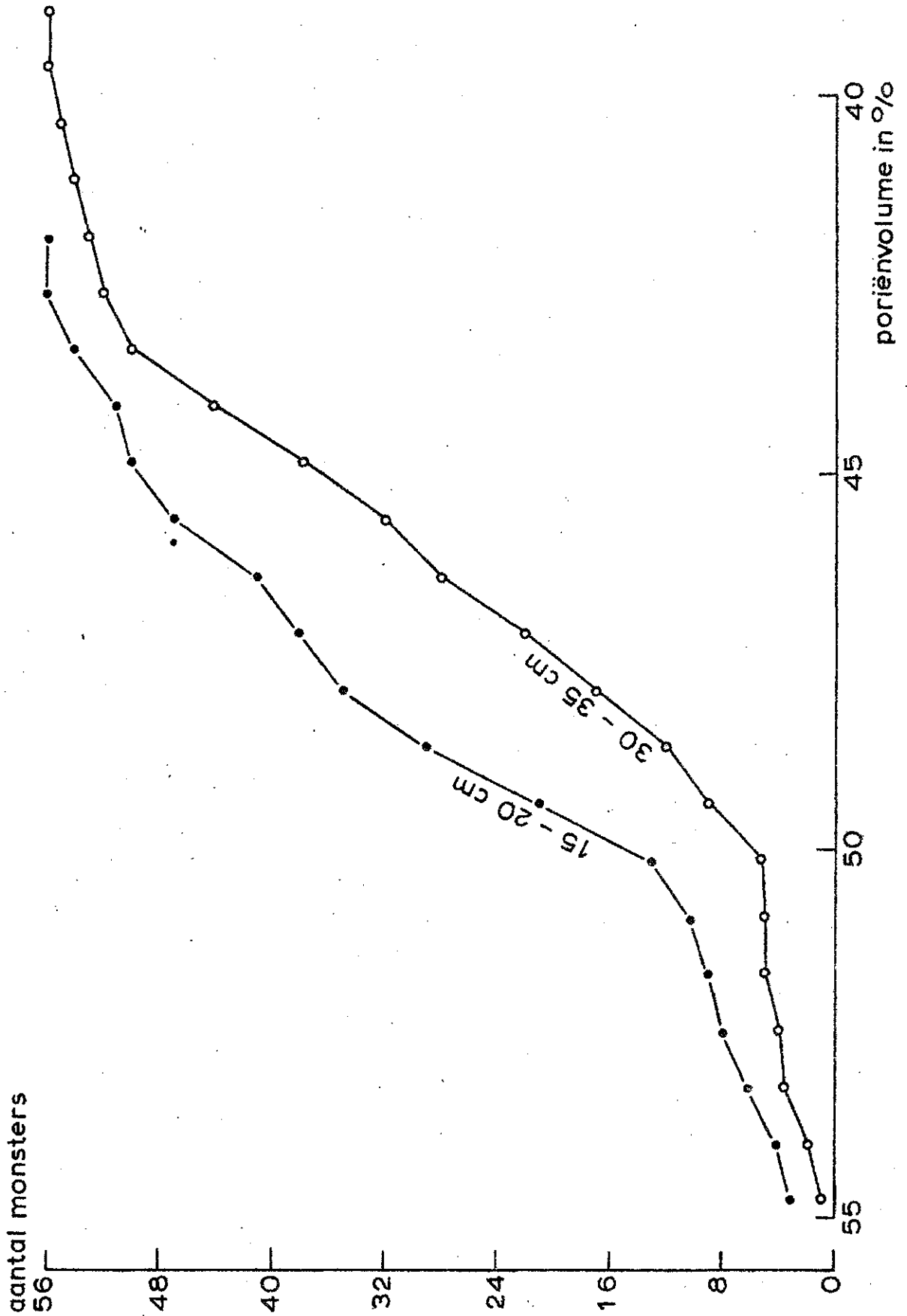
Perceel	Bemonsteringsdiepte, cm					
	5-10	15-20	25-30	35-40	45-50	
Lisse e.o.	1	52,0	50,8	44,9	43,8	44,6
	2	47,5	46,9	47,7	46,8	46,6
	3	49,5	46,0	41,5	42,8	43,4
	4	48,3	43,3	43,6	44,7	44,8
	5	46,7	41,5	41,2	45,0	41,4
	6	48,4	47,0	46,4	44,6	44,6
	7	46,9	46,6	45,4	41,2	42,7
	8	48,6	46,3	41,7	41,4	39,8
	9	51,5	47,4	41,9	43,8	46,8
	10	44,6	46,5	47,5	45,0	44,4
	11	49,9	49,2	45,1	45,5	44,4
	12	48,4	46,3	44,2	42,4	43,1
Gemiddeld	48,5	46,5	44,2	43,9	43,8	
Breezand e.o.	1	44,7	44,8	43,6	37,1	39,7
	2	46,9	42,7	43,7	39,8	38,2
	3	45,9	45,7	41,2	39,7	37,4
	4	48,4	47,1	43,7	42,9	36,4
	5	43,0	41,7	42,0	40,2	38,5
	6	46,4	39,4	39,4	39,8	36,1
	Gemiddeld	45,9	43,6	41,3	37,9	37,7

Tabel 8. Waarden van het luchtgehalte, in vol. %, als functie van de diepte voor een aantal praktijkpercelen in Lisse e.o. en Breezand e.o.

Perceel	Bemonsteringsdiepte					Grondwaterstand
	5-10	15-20	25-30	35-40	45-50	
Lisse e.o. 1	39,0	33,4	12,6	3,4	10,9	56
2	29,7	24,2	18,5	5,1	8,3	49
3	33,7	20,3	6,1	15,3	14,7	50
4	36,5	16,0	6,6	8,3	13,1	47
5	31,5	12,6	9,7	14,7	10,5	47
6	29,6	20,1	8,0	5,7	11,9	46
7	30,7	24,2	11,3	7,2	10,0	53
8	37,0	29,3	6,7	4,7	7,1	56
9	33,7	23,5	1,9	10,4	14,6	50
10	32,1	28,4	26,5	1,9	12,6	58
11	32,5	28,3	7,8	10,7	14,0	54
12	33,8	27,8	13,9	5,9	16,2	55
Gemiddeld	33,3	24,0	10,8	7,8	11,9	52
Breezand e.o. 1	31,9	29,6	18,9	1,8	8,0	68
2	35,4	26,4	15,0	3,1	9,0	63
3	30,0	25,7	7,7	9,4	8,5	59
4	34,7	31,9	24,1	11,1	2,5	63
5	29,6	23,9	22,3	11,4	7,9	69
6	33,9	16,6	19,1	12,1	1,5	64
Gemiddeld	32,6	25,6	16,9	6,1	6,2	64



Het gemiddelde verloop van de grond-water-luchtverhouding als functie van de diepte voor een aantal bloembollenpercelen in de omgeving van Lisse (bovenste figuur) en in de omgeving van Breezand (onderste figuur)



Cumulative frequentieverdelingen van dichtheden in de lagen 15-20 en 30-35 cm van bloembollen-
gronden in de omgeving van Lisse volgens een steekproef op 56 percelen

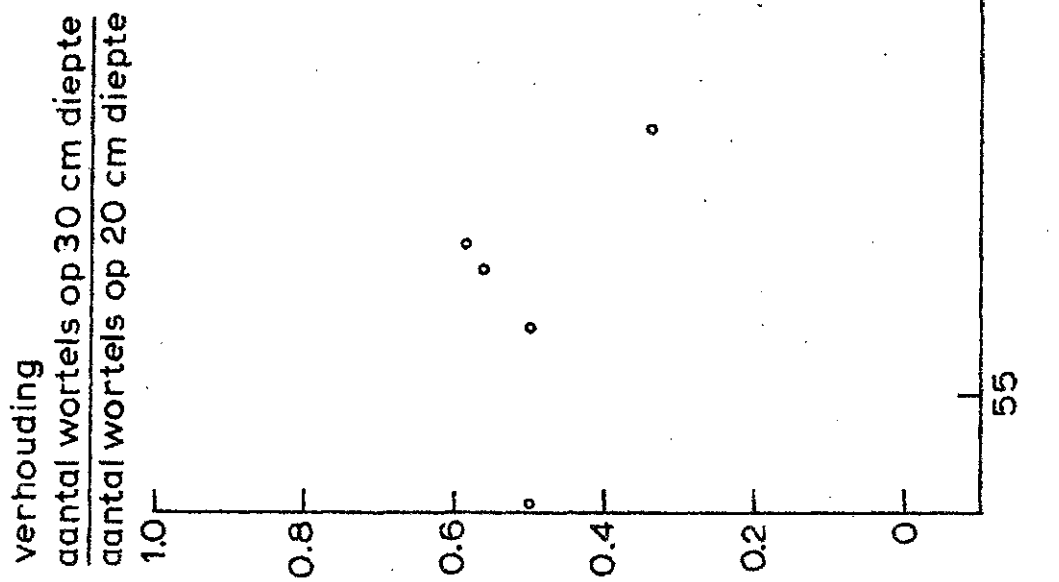


fig 10

De relatieve bewortelingsintensiteit op 30 cm diepte van tulpen c. v. Apeldoorn als functie van verschillen in dichtheid van de grond op een aantal bloembollenpercelen

In het kader van een polyfactorieel opbrengstonderzoek werd in mei 1970 op 56 verschillende plaatsen op twee dieptes de dichtheid van de grond en de bewortelingsintensiteit gemeten; de gekozen dieptes waren 15-20 cm en 30-35 cm onder maaiveld. Alle onderzochte percelen bestonden uit kalkhoudende duinzandgrond, vrijwel zonder slib en met een laag organische stofgehalte.

In fig. 9 zijn voor beide dieptes de resultaten weergegeven in de vorm van een cumulatieve frequentieverdeling van de gevonden poriënvolumina. Slechts in ongeveer 10 van de 56 gevallen werd op een diepte van 30-35 cm een waarde van het poriënvolume lager dan 44 % gevonden. Tijdens dit onderzoek werd ook de relatieve bewortelingsdichtheid gemeten; dit is de verhouding tussen het aantal wortels aangetroffen op 30 cm diepte en op 20 cm diepte. In fig. 10 is deze relatieve worteldichtheid uitgezet tegen de waarde van het poriënvolume in de laag van 30-35 cm diepte voor de bijbehorende bemonsteringsplek. Hieruit blijkt hetzelfde als bij de verdichtingsproeven werd gevonden namelijk dat de wortelgroei sterk gaat stagneren bij een waarde van het poriënvolume van 44 % of minder (vergelijk ook fig. 6).

In de bovengrond worden anderzijds ook zeer lage dichtheden aangetroffen. Van de poriënverdeling en de capillaire eigenschappen van zandgronden met een droogvolumegegewicht van 1,44 of lager (overeenkomend met een poriënvolume van 46 % of hoger) is weinig bekend; dit komt doordat de structuurtoestand van de grond in deze losse situaties zo labiel is dat de monsters bij toepassing van de gebruikelijke methoden voor pF-bepalingen onmiddellijk in elkaar zakken. Aangezien echter dergelijke dichtheden tot in 80 % van de gevallen of meer voorkomen (zie fig. 9) lijkt het gewenst hieraan meer aandacht te besteden. Het zou namelijk heel goed mogelijk zijn dat het lage vochthoudend vermogen en de vermoedelijk slechte capillaire geleiding van dit soort gronden in losse toestand verbeterd zou kunnen worden door een zekere mate van verdichting. In afhankelijkheid van de ontwateringsdiepte zou dan naar een voor de gewasgroei optimale dichtheid kunnen worden gestreefd, terwijl anderzijds de optimale ontwateringsdiepte afhankelijk gesteld zou moeten worden van de dichtheid van de grond

7. LITERATUUR

- HAAN, F.A.M. DE en G.G.M. VAN DER VALK, 1969. Verband tussen bodemverdichting en waterbeheersing speciaal met betrekking tot bloembollenteelt (with English summary). Tuinbouw Mededel. 32, 7/8, 262-268.
- _____ en J. BEUVING, 1970. Jaarverslag I.C.W. 1969, p 55. Mededel. 121 I.C.W.
- HIDDING, A.P. en C. VAN DEN BERG, 1960. The relation between pore volume and the formation of root systems in soils with sandy layers. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. 1, 369-374.
- VALK, G.G.M. VAN DER en F.A.M. DE HAAN, 1969. Gevolgen van bodemverdichting voor de produktie van bloembolgewassen. Nota 498. I.C.W.
- _____ 1970. Jaarverslag I.C.W. 1969, p 43. Mededel. 121 I.C.W.