

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 2-74

INVLOED VAN ZANDLAGEN IN ZAVELPROFIELEN OP  
WORTELONTWIKKELING EN GROEI VAN WINTERTARWE

with a summary:

Influence of sandy layers in loam profiles on root development and  
growth of winter wheat

door

J. J. SCHURMAN en L. KNOT

1974

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

---

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-74

IBBRAH 2-74 (1974)

## INHOUD

1. Inleiding	3
2. Proefopzet	4
3. Verzamelde gegevens	7
3.1. Serie U 80	7
3.2. Serie U 40	12
4. Bespreking van de resultaten	18
4.1. Dieptegroei van de wortels	18
4.2. Wortelgewichten	22
4.3. Spruit-wortelverhoudingen	23
5. Samenvatting	25
6. Summary	27

## 1. INLEIDING

In mariene afzettingen komen vaak profielen voor opgebouwd uit afwisselende laagjes klei of zavel en zand. In de bouwvoor is deze laagheid steeds door de grondbewerking verstoord, in de ondergrond zijn de laagjes echter vaak nog aanwezig en duidelijk zichtbaar. De dikte van zowel klei- als zandlaagjes kan variëren van enkele mm tot verscheidene cm. Deze variatie treedt zowel in horizontale als verticale richting op.

Het is duidelijk dat een eventuele invloed van zandlaagjes op groei en wortelontwikkeling van landbouwgewassen afhankelijk is van een complex van factoren in de grond, zoals dikte van de zandlaag, zijn ligging in het profiel, de pakking en grofheid van het zand, de lucht- en waterhuishouding en het gehalte aan humus of afslibbare delen. Ook het verschil in gehalte aan laatstgenoemde bestanddelen tussen de bovenliggende klei of zavel en het zand is belangrijk. Bedacht moet ook worden dat niet alle gewassen op dezelfde manier zullen reageren. Er zijn weinig exacte gegevens bekend over de invloed van de zandlagen op de groei van het bovengrondse gewas en de wortels. Wel is gebleken dat een zandlaag nadelig voor de wortelgroei kan zijn. Er zijn echter ook gevallen beschreven, waarin wortels door een dikke zandlaag heen groeiden. Om meer inzicht te krijgen werd een proef genomen, waarin de wortelontwikkeling van wintertarwe werd bestudeerd bij aanwezigheid van zandlagen van verschillende dikte in het profiel, waarbij zand van verschillende fijnheid werd gebruikt en bij twee verschillende grondwaterstanden.

## 2. PROEFOPZET

De proef werd genomen met kunstmatige profielen in betonnen buizen met een hoogte van 100 cm en een inwendige doorsnee van 30 cm. Deze profielen bestonden uit een bovenlaag van zavel, een laag zand en daaronder weer zavel. Ter wille van de onderlinge vergelijkbaarheid werd ervan uitgegaan dat de laag zavel boven de aangebrachte zandlaag steeds even dik moest zijn. In dit geval werd een dikte van 50 cm gekozen om zekerheid te hebben dat de wortels van de wintertarwe de zandlaag in ieder geval zouden bereiken. De zandlagen hadden een dikte van 4, 12 of 20 cm. De profielopbouw was dus:

0-20 cm bouwvoorzavel (25% afslibbaar)  
 20-40 cm ondergrondzavel (26% afslibbaar)  
 40-50 cm iets lichtere ondergrondzavel (23% afslibbaar)  
 54 cm )  
 50-62 cm } humusarm zand  
 70 cm )  
 54 )  
 62-100 cm ondergrondzavel (ca. 10% afslibbaar)  
 70 )

De volumegewichten van de grond werden zo gekozen dat op grond van resultaten van voorgaande proeven kon worden aangenomen, dat deze geen belemmering voor de wortelgroei zouden vormen. Er werd naar de volgende volumegewichten gestreefd: 0-20 cm: 1,30; 20-50 cm: 1,45; zand 1,50 en ondergrondzavel weer 1,45.

In verband met de invloed van de grofheid van het zand in het zandlaagje op de water- en luchthuishouding van de bovenste zavelaag en daardoor op de wortelgroei, zijn twee soorten zand gebruikt, nl. een matig grof met een U-waarde van 40 en een matig fijn met een U-waarde van 80. Verder werden, om de water- en luchthuishouding van de zandlaag te variëren in deze proef twee grondwaterstanden aangebracht, t. w. één van 90 cm en een lagere van meer dan 100 cm beneden het maaiveld. De grondwaterstand van 90 cm werd verkregen door de bui-

zen met de profielen in een bak met 10 cm water te zetten. Dit water werd tijdens de groei van het gewas geregeld tot dit peil aangevuld. Doordat verschillende profielen in één bak stonden, was het niet mogelijk te bepalen hoeveel water elk profiel afzonderlijk opnam. Bij de grondwaterstand lager dan 100 cm stond er normaal geen water in de bak. Er kon evenwel niet worden voorkomen dat bij regenbuien water op de bodem van de bak kwam te staan, dat daarna althans gedeeltelijk door de profielen werd opgezogen. Niettemin was de vochtvoorziening van de zandlaag bij de lage grondwaterstand duidelijk ongunstiger dan bij de hoge.

Het vullen van de buizen met grond vond plaats tussen 16 en 29 september. Fosfaat werd op 12 oktober gegeven in de vorm van dubbelsuperfosfaat. De hoeveelheid was berekend naar 300 kg  $P_2O_5$  per ha. Op 14 maart daaraanvolgende werd 140 kg stikstof per ha in de vorm van kalkammonsalpeter toegediend. Alle buizen ontvingen dus dezelfde hoeveelheden fosfaat en stikstof. De meststoffen werden op de grond gestrooid en daarna ongeveer  $1\frac{1}{2}$  cm ingewerkt. Bemesting met kali was op deze grond niet nodig.

Er waren vier grote betonnen bakken beschikbaar, die alle waren verdeeld in twee helften. In elke helft was plaats voor 9 buizen, in totaal dus voor 72. De verdeling van de objecten moest aan het aantal buizen worden aangepast. Van elk object werden drie bemonsteringen in het plan opgenomen, nl. kort voor het in de aar komen, na de bloei en bij het rijpe gewas. Alle bemonsteringen van de serie U 40 werden in duplo uitgevoerd, waarbij een buis bestemd werd voor een visuele beoordeling en voor het maken van een foto, waarna het wortelstelsel gewogen werd. De andere buis werd gebruikt voor het laagsgewijs bepalen van de wortelgewichten en van het vochtgehalte van de grond. Als gevolg van het beperkte aantal buizen kon van de serie U 80 alleen de eerste bemonstering in duplo worden genomen zoals in de serie U 40. De tweede en derde bemonstering werden in enkelvoud uitgevoerd. Bij de tweede bemonstering werd alleen een foto gemaakt en werd het totale wortelgewicht bepaald, bij de derde werden de wortelgewichten per laag bepaald.

Naast de begroeide buizen werd van elk object een onbegroeid profiel aangehouden voor het bepalen van vochtgehalten per laag.

Deze drie bemonsteringen werden telkens in dezelfde buizen uitgevoerd. De proefopstelling is weergegeven in figuur 1. De wintertarwe werd op 12 oktober gezaaid. De kiemplanten kwamen 28 oktober boven de grond. De opkomst was regelmatig. Op 14 maart daaraanvolgende werd het aantal planten per buis teruggebracht tot drie. De planten begonnen toen uit te stoelen. Op 6 april waren de planten, gestrekt, 10-15 cm hoog. De uitstoeling was toen reeds flink gevorderd. Op 1 juni werden de eerste aren zichtbaar, op 7 juni was dit met bijna alle het geval. Op 17 juni begon de tarwe te bloeien. Het gewas rijpte in de tweede helft van juli af.

Plattegrond van de proef

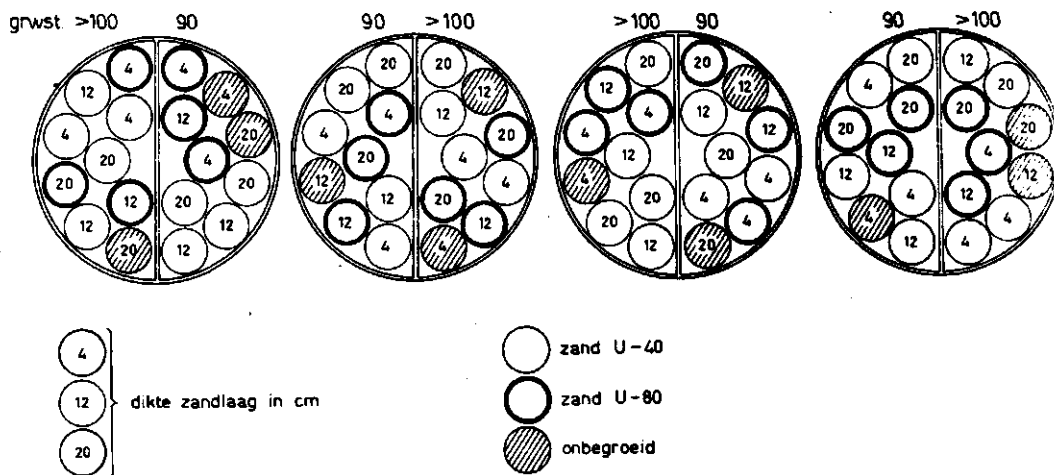


Fig. 1. Plattegrond van de proef

De bemonsteringen voor bewortelingsonderzoek zijn uitgevoerd van 23 tot 31 mei, van 29 juni tot 6 juli en van 1 tot 10 augustus. Bij de eerste twee bemonsteringen werd het bovengrondse gewas afgesneden en gefotografeerd. Bij alle werd het gewas gedroogd en gewogen. Kort voor de derde bemonstering werd vogelschade waargenomen. In verband hiermee werd het gewas van deze bemonstering niet gefotografeerd en zijn er geen korrelgewichten bepaald.

### 3. VERZAMELDE GEGEVENS

#### 3.1. Serie U 80

De gegevens van de eerste bemonstering, kort voor het in de aar komen, zijn weergegeven in de figuren 2-4. Hieruit blijkt, dat de planten bij een grondwaterstand van 90 cm -mv. iets beter waren dan bij die van meer dan 100 cm. De invloed van de dikte van de zandlaag kwam niet duidelijk naar voren bij grondwaterstand (grwst.) 90, bij die van meer dan 100 cm nam het wortelgewicht af, naarmate de zandlaag dikker was.

Opmerkelijk is, dat de wortels in alle gevallen waren doorgedrongen tot de bovenkant van de zandlaag en zich daar duidelijk een concentratie van horizontaal groeiende wortels had gevormd (fig. 2, 3). De wortelgewichten waren bij de lage grondwaterstand groter dan bij de hoge. Een duidelijke reactie op de dikte van de zandlaag werd niet gevonden (fig. 4b). Dat de mogelijkheid om het vocht in het profiel aan te vullen bij de hogere grondwaterstand veel gunstiger was dan bij de lagere blijkt uit fig. 4c. Bij de lagere grondwaterstand was het verschil in vochtvoorraad kleiner in de grond, naarmate de zandlaag dikker was. Vochtverlies vond vooral plaats in de bovengrond en alleen bij de zandlagen van 4 en 12 cm ook in de grond beneden de zandlaag, terwijl daar toch geen wortels aanwezig waren (fig. 2). Het verschil in vochtvoorraad bij de hogere grondwaterstand was onbetekenend. Het door de planten opgenomen water werd kennelijk zeer snel aangevuld uit het grondwater.

Bij de tweede bemonstering bleek, dat er geen duidelijke verschillen waren tussen de gewichten van de bovengrondse delen bij de twee grondwaterstanden (tabel I). In beide series was het gewicht het laagst bij de zandlaag van 20 cm.

De wortels waren bij alle profielen na de eerste bemonstering door de zandlaag heen gegroeid (fig. 5, 6). Er waren echter duidelijke verschillen, vooral bij de lagere grondwaterstand. Hier was de hoeveelheid wortels, die in de ondergrond was gedrongen, kleiner

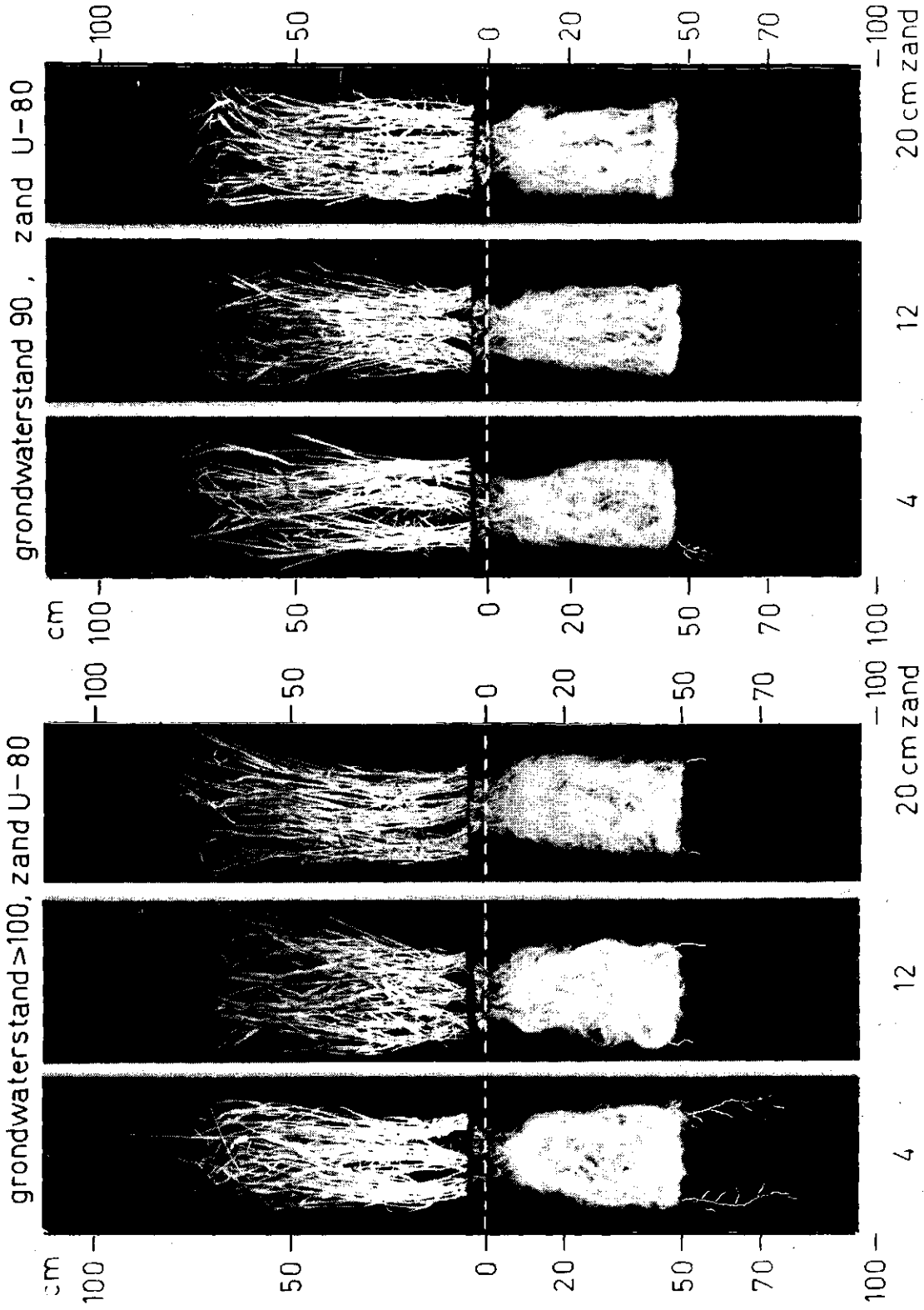


Fig. 2. Gewas- en wortelgroei bij de profielen met lagen van 4, 12 en 20 cm zand U 80 en een grondwaterstand van meer dan 100 cm bij de eerste bemonstering

Fig. 3. Als fig. 2, bij een grondwaterstand van 90 cm -mv.



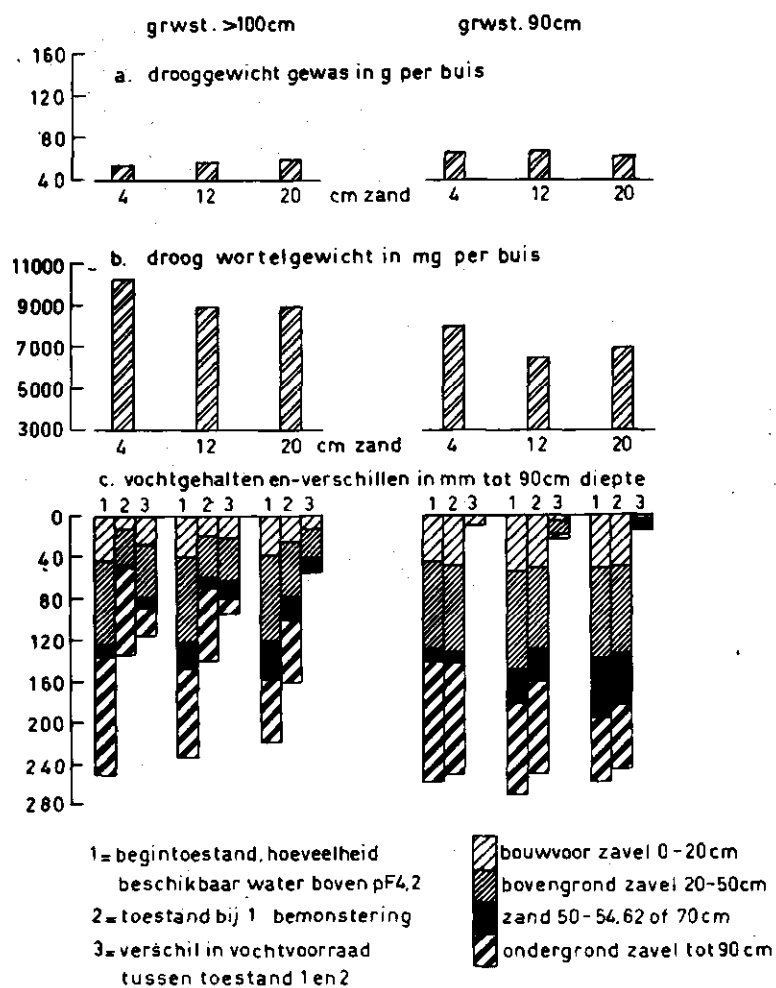


Fig. 4. Bemonsteringsgegevens van de eerste bemonstering van de serie U 80.

TABEL I. Drooggewichten bovengronds gewas in grammen per buis

		Grwst. 90			Grwst. > 100		
		4	12	20	4	12	20
U 40	1e bem.	62	66	68	50	49	49
	2e bem.	150	154	132	102	107	87
	3e bem. **	124	112	122	88	62	68
U 80	1e bem.	65	66	63	53	56	60
	2e bem. *	139	142	140	144	160	135
	3e bem. *, **	112	114	108	130	106	123

\* Enkelvoudige waarneming. Alle andere waarden gemiddelden van twee waarnemingen.

\*\* Vogelschade.

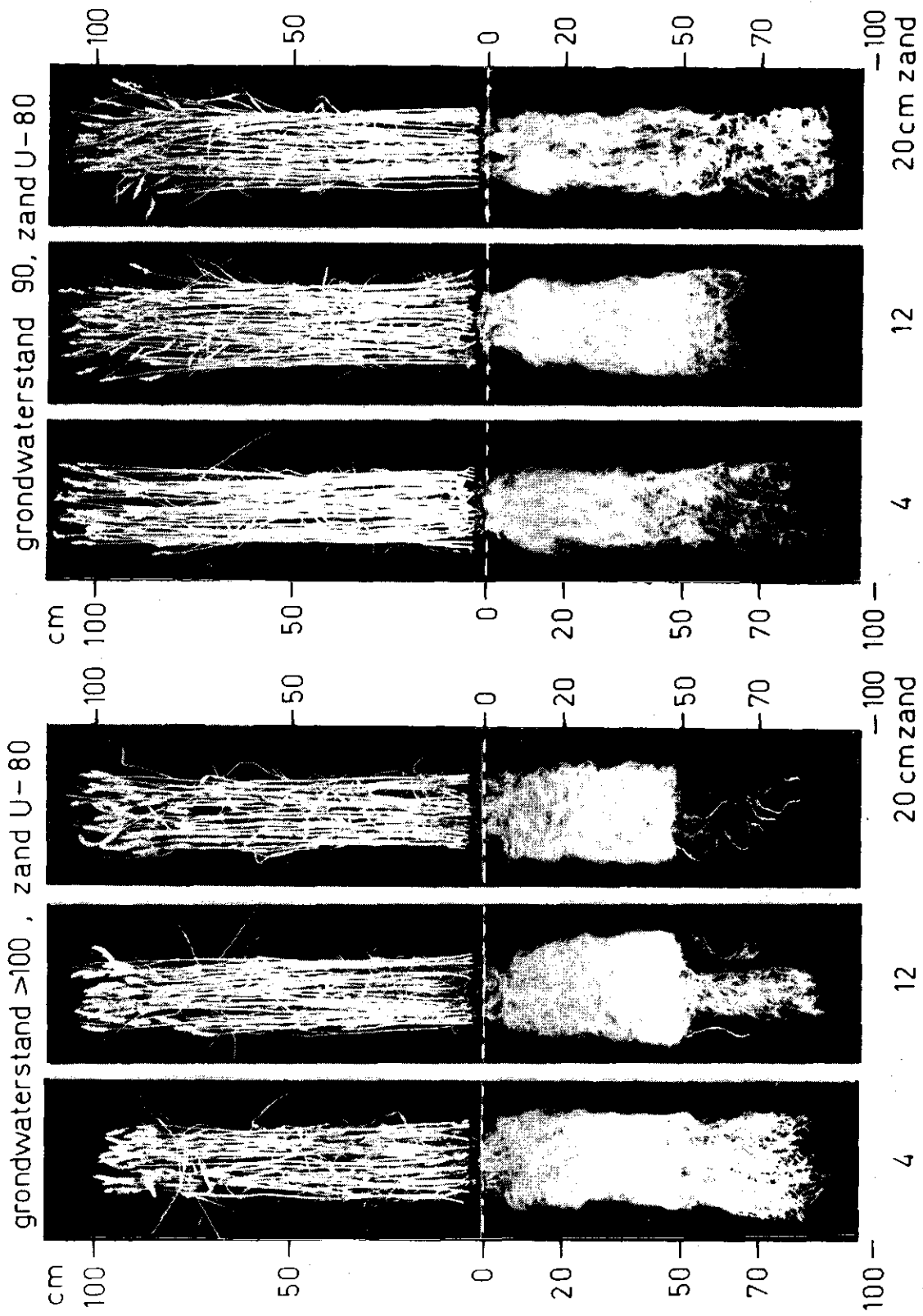


Fig. 5. Als fig. 2, maar van de tweede bemonstering

Fig. 6. Als fig. 3, maar van de tweede bemonstering

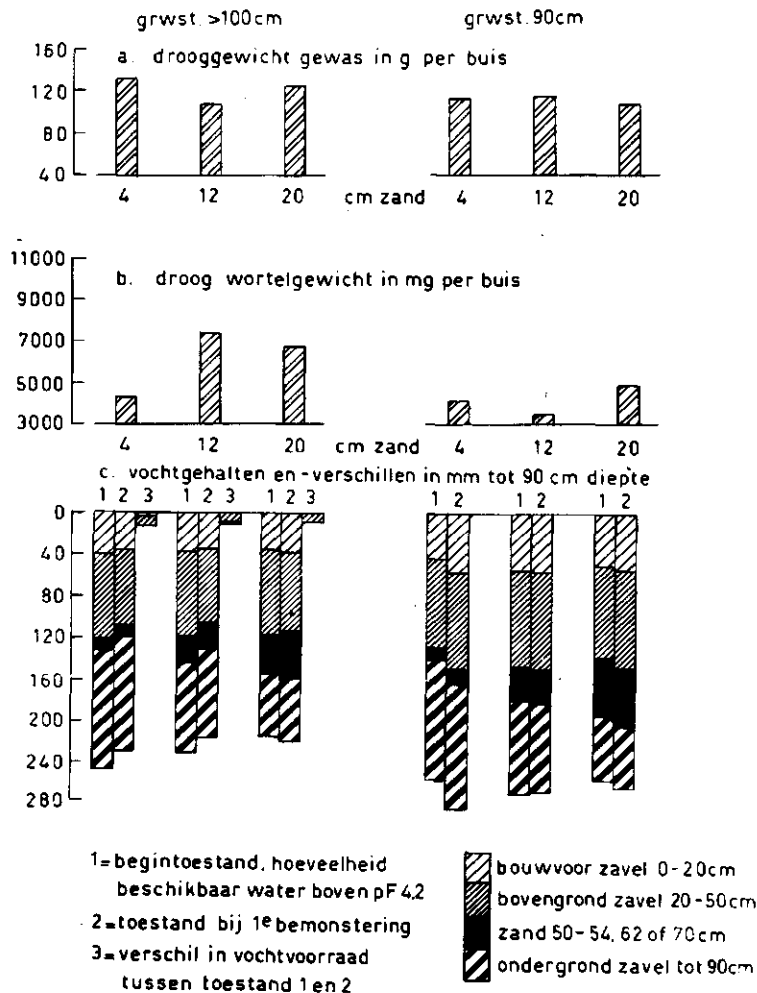


Fig. 7. Bemonsteringsgegevens van de derde bemonstering van de serie U 80.

naarmate de zandlaag dikker was. De maximale worteldiepte was in alle gevallen ongeveer gelijk. Bij de hogere grondwaterstand waren de verschillen tussen de hoeveelheden in de ondergrond doorgedrongen wortels minder duidelijk, terwijl ook de maximale worteldiepte niet regelmatig was. Wel was duidelijk, dat er gemiddeld meer wortels in de ondergrond waren doorgedrongen dan bij de lagere grondwaterstand.

De gegevens van de derde bemonstering zijn weergegeven in figuur 7 en tabel I. Hieruit blijkt, dat er tussen beide grondwaterstanden geen duidelijke verschillen in de spuitgewichten werden gevonden. Verder was er ook geen verband met de dikte van de zandlaag.

Het verschil in de vochtvoorraad in de grond vertoonde globaal een overeenkomstig beeld als bij de eerste bemonstering, maar de verschillen tussen de begintoestand met nog onbegroeide profielen en de begroeide profielen bij de derde bemonstering waren wel miniem klein geworden bij de lagere grondwaterstand, terwijl er bij de hogere helemaal geen vochtverlies kon worden vastgesteld.

### 3.2. Serie U 40

De gegevens van de eerste bemonstering zijn samengevat in de figuren 8, 9 en 10. Ook bij deze zandsoort waren de planten bij de hogere grondwaterstand beter gegroeid dan bij de lagere (fig. 10a) en was de invloed van de dikte van de zandlaag niet duidelijk. Verder waren de gewichten van de planten bij de lagere grondwaterstand kleiner dan de overeenkomstige in de serie U 80 (fig. 10a, 4a).

Ook in deze serie profielen drongen de wortels niet in het zand door, behoudens een enkele langs de buiswand gegroeide wortel. Bij de lagere grondwaterstand liep het wortelgewicht terug, naarmate de zandlaag dikker was, bij de hogere namen ze toe. Gemiddeld waren de wortelgewichten bij beide grondwaterstanden vrijwel gelijk (fig. 10b).

De verliezen in vochtvoorraad bij de lagere grondwaterstand waren vrij hoog, vooral uit de bovengrond. Tot een diepte van 50 cm was vrijwel alle vocht uit het profiel verdwenen. Evenals bij de serie U 80 waren de verliezen in vochtvoorraad bij de grondwaterstand van 90 cm -mv. gering. Ze namen echter toe naarmate de zandlaag dikker werd. Dit is een indicatie dat aanvulling vanuit het grondwater via de zandlaag moeilijk verliep.

Bij de tweede bemonstering werd gevonden, dat het gewas bij de hogere grondwaterstand beter was, dan bij de lagere. Bij geen van beide grondwaterstanden kwam een duidelijk verband met de dikte van de zandlaag naar voren (fig. 13a).

Alleen de wortels in het profiel met 4 cm zand bij de grondwaterstand van meer dan 100 cm waren na de eerste bemonstering door het zand in de ondergrond doorgedrongen. Bij alle andere profielen was de wortelgroei op de bovengrens van het zand afgeremd (fig. 11, 12). De

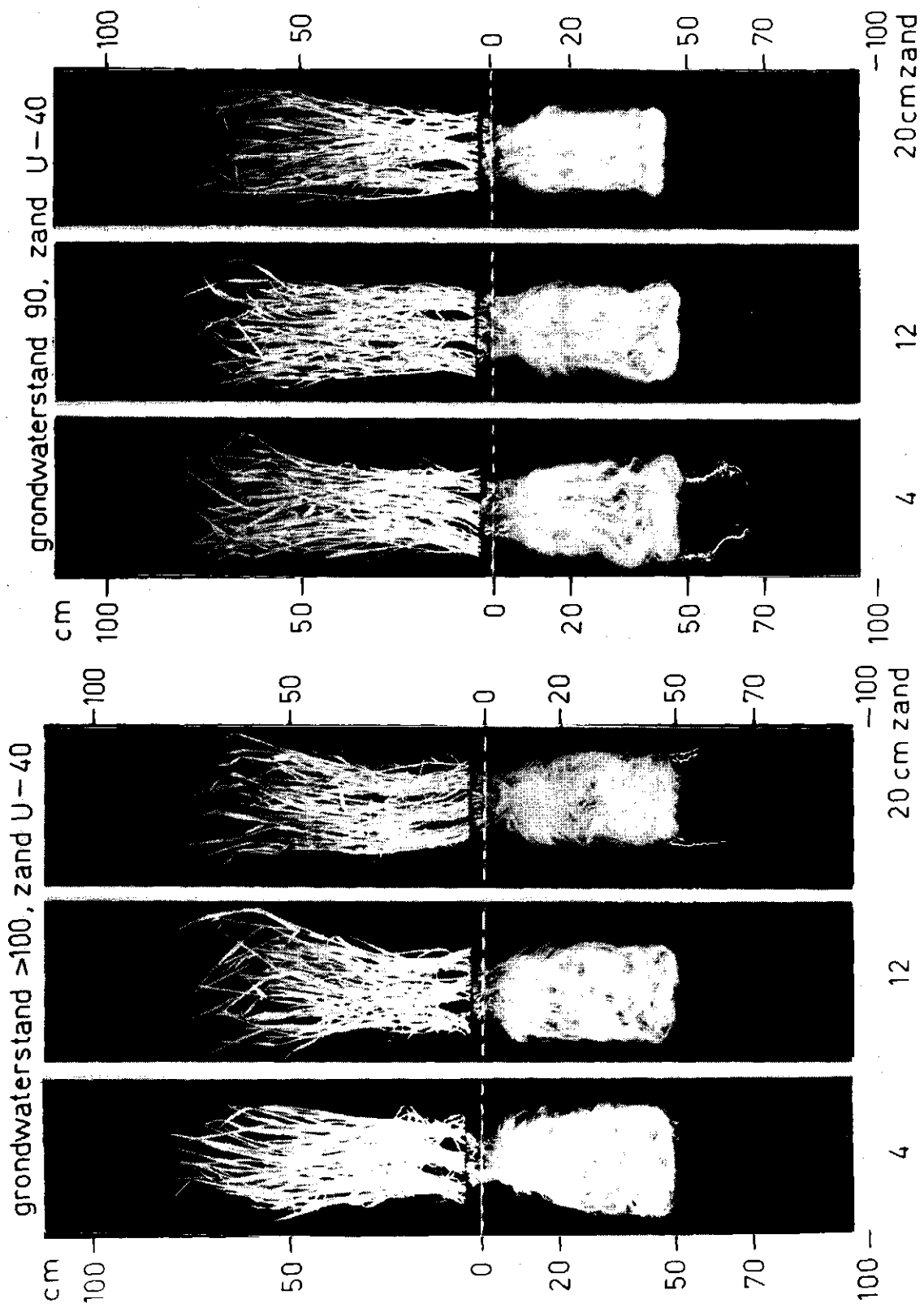


Fig. 8. Gewas- en wortelgroei bij de profielen met lagen van 4, 12 en 20 cm zand U 40 en een grondwaterstand van meer dan 100 cm bij de eerste bemonstering

Fig. 9. Als fig. 8 bij een grondwaterstand van 90 cm - mv.

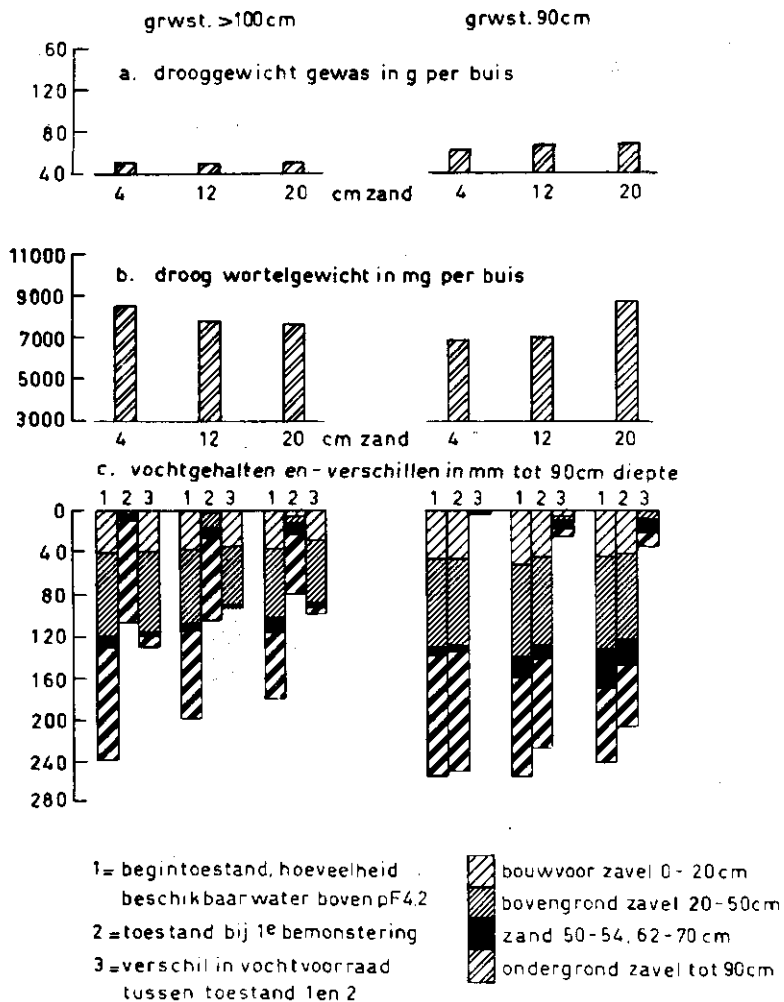


Fig. 10. Bemonsteringsgegevens van de eerste bemonstering van de serie U 40.

wortelgewichten waren bij de lagere grondwaterstand ongeveer gelijk aan die bij de hogere (fig. 13b).

De verliezen in vochtvoorraad bij de lagere grondwaterstand waren mogelijk nog iets groter dan tijdens de eerste bemonstering, die bij de hogere waren als geheel geringer.

Evenals bij de voorgaande bemonsteringen was het spuitgewicht bij de derde bemonstering het hoogst bij de hogere grondwaterstand (fig. 14a). In de serie U 40 is de grotere hoeveelheid water dus duidelijk gunstig geweest voor de groei van de planten. Ook nu werd echter geen verband met de dikte van de zandlaag gevonden.

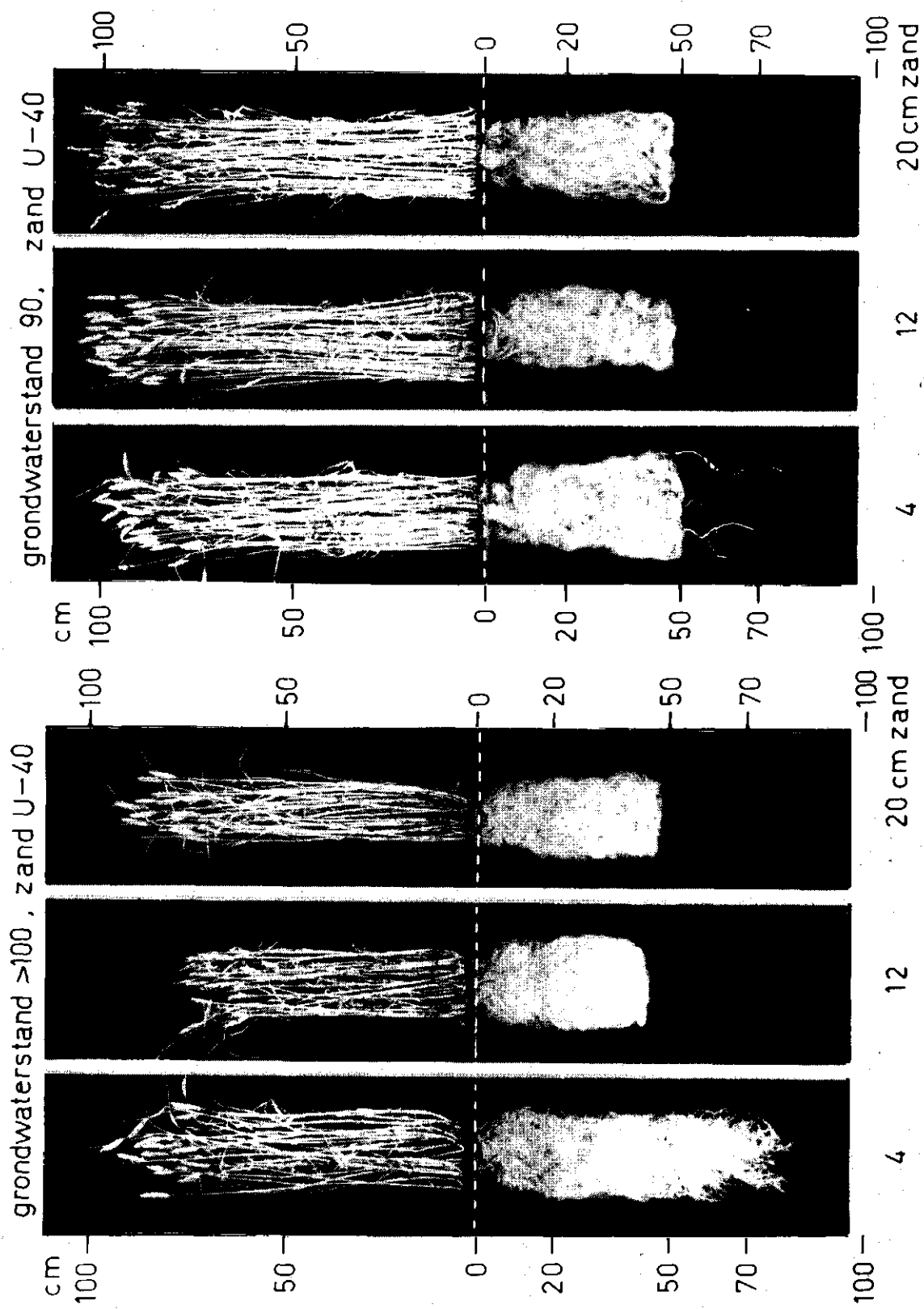


Fig. 11. Als fig. 8, maar bij de tweede bemonstering

Fig. 12. Als fig. 9, maar bij de tweede bemonstering

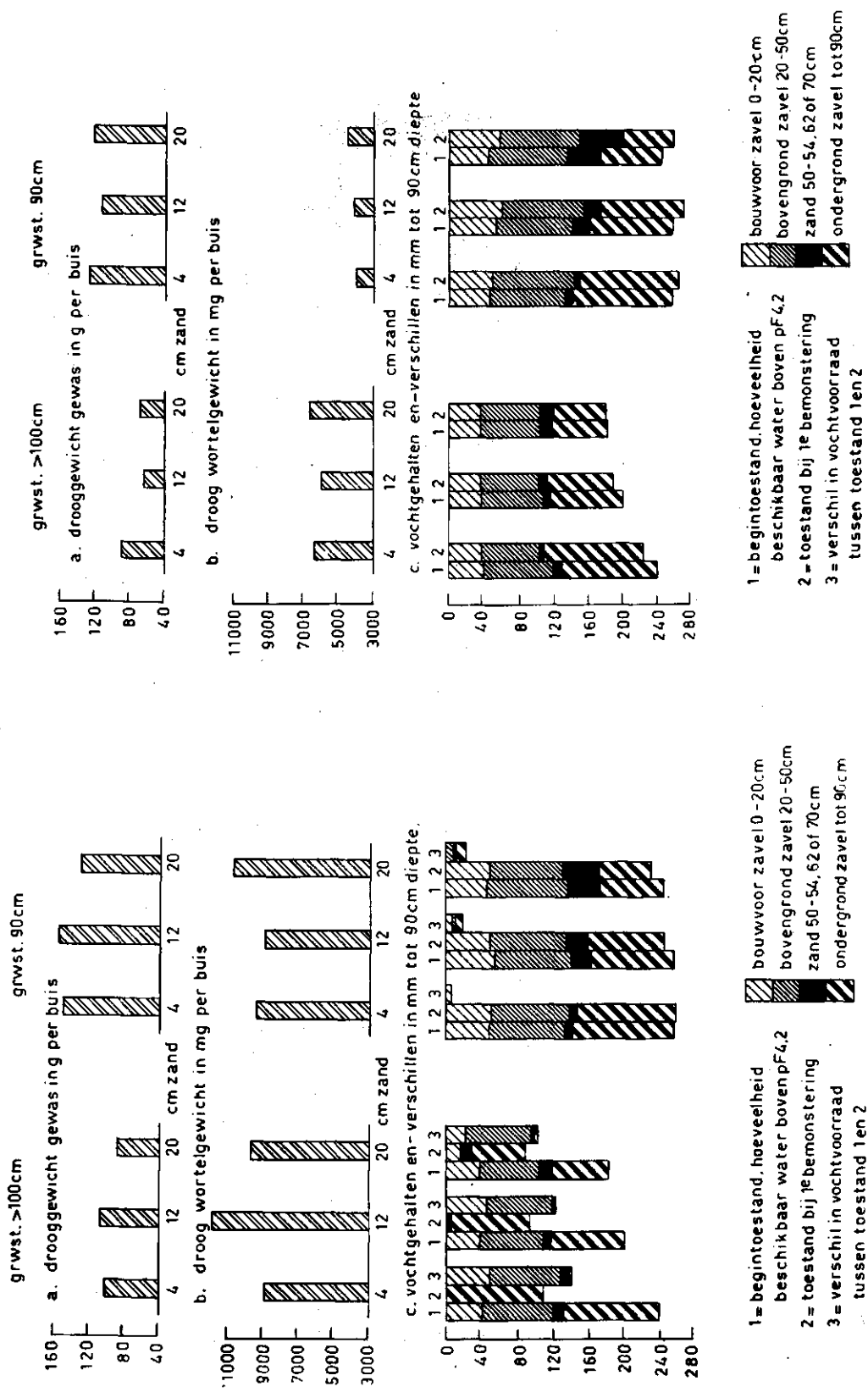


Fig. 13. Bemonsteringsgegevens van de tweede bemonstering van de serie U 40.

Fig. 14. Bemonsteringsgegevens van de derde bemonstering van de serie U 40.



Het wortelgewicht was bij de lagere grondwaterstand over de hele linie groter dan bij de hogere. Bij de derde bemonstering werden wel veel geringere hoeveelheden wortels gevonden dan bij de tweede (fig. 13, 14). Dit wijst erop, dat de afbraak van de wortels in het laatste tijdvak in volle gang was. In overeenstemming met de tweede bemonstering waren de wortels in het profiel met 4 cm zand bij de lagere grondwaterstand weer doorgegroeid in de ondergrond.

In geen van de profielen konden nog vochtverliezen van belang worden aangetoond. Voor de profielen met de lagere grondwaterstand kan hieruit worden afgeleid, dat de vochtopname door de planten vergeleken met de voorgaande periode, afgenomen was.

#### 4. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Uit de verkregen gegevens blijkt duidelijk dat de invloed van de zandlagen tijdens de groei verschillend was. Om deze reden kunnen we bij de bespreking van de resultaten het best uitgaan van de perioden die werden afgesloten door de uitgevoerde bemonsteringen. Hierbij zal vooral gelet worden op de eerste en tweede periode.

##### 4.1. Dieptegroei van de wortels

Het valt op dat de dieptegroei van de wortels tot het tijdstip van de eerste bemonstering massaal was geremd door de aanwezigheid van een zandlaag. Bij de tweede bemonstering waren de wortels in een aantal profielen door het zand tot in de ondergrond doorgroeid. Er zou kunnen worden verondersteld dat de wortels tijdens de eerste bemonstering de zandlaag juist hadden bereikt maar nog niet in staat waren geweest er doorheen te groeien. Hiertegen spreken echter vroegere ervaringen over de dieptegroei van de wortels van wintertarwe. Bovendien kon worden vastgesteld dat een aantal wortels horizontaal over de bovenkant van het zand was gegroeid. Het interessante punt is dan waarom de wortels in sommige profielen eerst niet maar later wel door het zand groeiden en waarom dit slechts in een deel van de profielen het geval was. Dit is alleen verklaarbaar, wanneer in de profielen waarin de wortels zijn doorgroeid een of meer factoren zijn veranderd, en in de andere niet of slechts in geringe mate. Bovendien is de verandering in gunstige richting gegaan, want de belemmering werd opgeheven. Er is geen aanleiding aan te nemen dat er veranderingen in de planten zijn opgetreden.

We hebben gezien dat de dikte van de zandlagen van weinig betekenis was voor de dieptegroei van de wortels. Wel van belang was de zandsoort, want de doorgroei vond vrijwel alleen plaats bij zand met een U-waarde van 80. Verder vond het doorgroeien bij beide grondwaterstan-

den plaats. Alleen waren de hoeveelheden wortels in de ondergrond gemiddeld bij de hogere grondwaterstand iets groter dan bij de lage.

Het is bekend, dat verschillende factoren in de grond de wortelgroei kunnen beïnvloeden. Sommige factoren zijn onveranderlijk, zoals profielopbouw en dichtheid. Er is weinig reden aan te nemen, dat de pH eerst ongunstig en daarna gunstig zou zijn geweest. Andere factoren, zoals het gehalte aan voedingsstoffen konden onder de gegeven omstandigheden alleen in ongunstige richting veranderen. Het is trouwens bekend dat wortels goed kunnen groeien in humusarm zand dat niet bemest is. Dan blijft alleen de water- en luchthuishouding over. Hierbij kan worden gedacht aan een belemmering van de wortelgroei door tijdelijk water- of luchtgebrek, die dan later opgeheven werd.

De vraag is nu of er voldoende gegevens zijn, die aanvaardbaar maken, dat de water- en luchthuishouding verantwoordelijk kan zijn geweest voor het afremmen van de wortelgroei tot aan de eerste bemonstering. Dat het vocht - speciaal in de ondergrond beneden de zandlaag U 40 - een belangrijke rol heeft gespeeld bij de groei van de planten, wordt gedemonstreerd door figuur 15.

Uit de regencijfers van figuur 16 blijkt, dat de regenval tot de eerste bemonstering gering is geweest. In overeenstemming daarmee werd waargenomen, dat de bovengrond tot en met de zandlaag bij alle profielen met een grondwaterstand van meer dan 100 cm sterk was uitgedroogd (fig. 4c, 10c). Bij de profielen uit de serie U 80 ging de uitdroging zelfs door tot in de ondergrond (tabel II). Het lijkt aannemelijk, dat deze vochtverliezen tijdelijk nog wel groter zijn geweest, omdat de tijdens de bemonstering verkregen gegevens zijn beïnvloed door regen (fig. 16). Op basis van deze gegevens lijkt het verantwoord aan te nemen, dat de uitdroging van de grond bij de diepere grondwaterstand oorzaak is geweest van het stoppen van de wortelgroei op de bovengrens van de zandlaag. Het ligt echter voor de hand, dat er voor de profielen bij de grondwaterstand van 90 cm -mv. een andere verklaring moet worden gezocht. De veronderstelling kan worden geuit, dat de wortelgroei hier geremd is door luchtgebrek, gezien de lage pF-waarden bij de eerste bemonstering (tabel II).

De volgende vraag is nu of het aannemelijk is, dat de water- en luchthuishouding van de grond kort na de eerste bemonstering bij alle

Regenval per dag in 1960

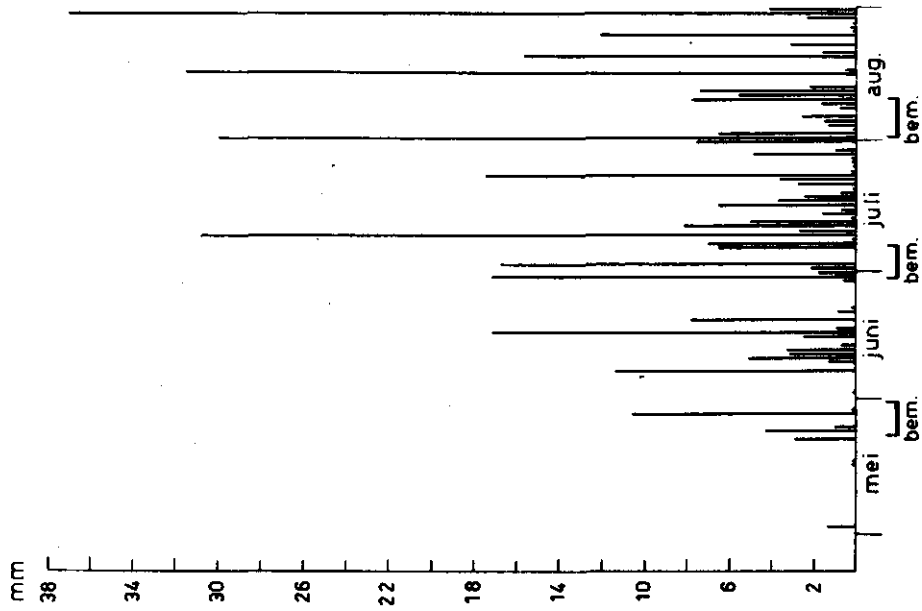


Fig. 16. Regenval per dag tijdens de groei-periode na de winter.

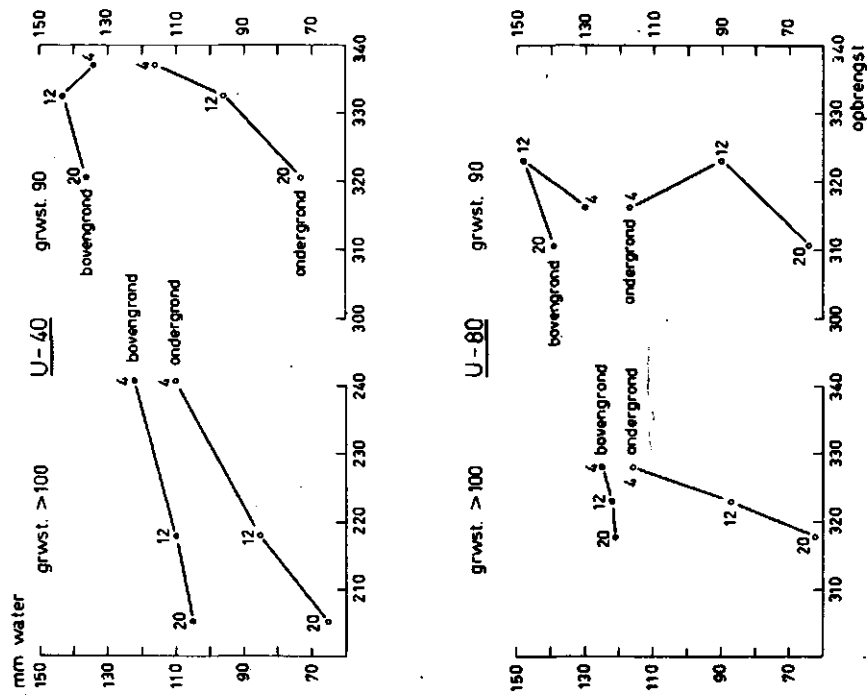


Fig. 15. Correlatie tussen beschikbaar water op 27 mei en de totale opbrengst van drie oogsten

TABEL II. pF-waarden van de grond op de verschillende bemonsteringsdata

Zand- laag, cm	Laag, cm	U 80 > 100		U 80, 90		U 40, > 100			U 40, 90		
		be- gin- toe- stand	le bem.	be- gin- toe- stand	le bem.	be- gin- toe- stand	le bem.	2e bem.	be- gin- toe- stand	le bem.	2e bem.
4	0-20	2,4	3,5	2,6	2,4	2,4	4,2	4,7	2,4	2,3	2,2
	20-50	1,8	3,1	1,8	1,9	1,9	4,1	4,4	1,8	1,8	1,5
	50-54	1,7	2,3	1,5	1,6	1,5	1,8	2,8	1,6	1,7	1,6
	54-90	1,5	2,2	1,5	1,5	1,2	1,2	1,4	0,4	0,4	0,4
12	0-20	2,5	3,3	1,9	2,3	2,5	4,0	4,8	2,2	2,4	2,3
	20-50	1,9	3,0	1,4	2,1	2,2	3,6	4,0	1,6	1,9	1,9
	50-62	2,0	2,2	1,4	1,6	2,0	2,2	2,6	1,6	1,7	1,6
	62-90	1,5	2,0	1,4	0,4	1,2	1,5	0,4	1,0	0,4	0,4
20	0-20	2,5	3,1	2,2	2,4	2,6	3,9	3,2	2,6	2,5	2,4
	20-50	1,8	2,7	1,6	1,8	2,3	3,9	4,6	1,6	2,0	2,0
	50-70	1,8	1,8	1,4	1,7	2,0	2,3	2,1	1,6	1,8	1,6
	70-100	1,5	1,5	1,5	0,4	0,4	1,4	1,0	0,4	1,0	1,1

profielen uit de serie U 80 en bij het profiel met 4 cm zand in de serie U 40, grondwaterstand meer dan 100 cm zodanig kan zijn veranderd, dat wortelgroei in de ondergrond toch nog mogelijk werd, terwijl dat bij de andere profielen uit de serie U 40 niet zo was.

In de eerste plaats moet in herinnering worden geroepen, dat er bij de tweede bemonstering van de serie U 80 geen vochtgegevens van de grond konden worden bepaald.

Uit figuur 16 blijkt, dat er tussen de eerste en tweede bemonstering vrij veel regen is gevallen in tegenstelling tot de periode voor de eerste bemonstering. Dit kan bij de profielen met de lagere grondwaterstand wel worden geduid als een gunstige verandering. De bovengrond van alle profielen is dus van 7 tot 21 juni regelmatig bevochtigd. Hoewel aangenomen moet worden, dat deze regen niet via normale poriën in de ondergrond tot aan het zand kon zijn doorgedrongen, kan de aanwezigheid van vocht in de bovengrond wel oorzaak zijn geweest van een geringere opname uit de ondergrond, waardoor het vochtgehalte hier weer steeg en wortelgroei mogelijk werd in de profielen uit de serie U 80 bij een grondwaterstand van meer dan 100 cm -mv. De gegevens van de derde bemonstering lijken steun te geven aan deze veronderstelling, om-

dat het vochtgehalte toen weer nagenoeg gelijk was aan dat bij de eerste bemonstering.

Blijft nog de vraag, waarom de wortels ook bij de grondwaterstand van 90 cm -mv. in de serie U 80 zijn doorgegroeid. In verband met het ontbreken van vochtgegevens van de tweede bemonstering zou een antwoord op deze vraag zeer speculatief zijn. Daarom wordt hiervan afgezien.

Evenmin kan op basis van de verkregen gegevens een antwoord worden gegeven op de vraag, waarom de wortels in het profiel met 4 cm zandlaag en een grondwaterstand van meer dan 100 cm uit de serie U 40 waren doorgegroeid na de eerste bemonstering. Het vochtverlies was namelijk bij beide bemonsteringen ongeveer even groot in overeenkomstige lagen.

Wat de andere profielen uit de serie U 40 betreft: aannemende, dat de wortelgroei bij de eerste bemonstering was afgeremd door luchtgrek, geldt dit in dezelfde mate voor de tweede bemonstering.

#### 4.2. Wortelgewichten

Bij de beoordeling van de wortelgewichten in verband met de profieleigenschappen heeft het eveneens slechts zin naar de resultaten van de eerste en voorzover aanwezig, de tweede bemonstering te kijken, omdat in de derde periode reeds afbraak van wortels opgetreden was (fig. 4, 10, 13).

De wortelgewichten in de profielen met een zandlaag van het type U 80 bij een grondwaterstand dieper dan 100 cm namen bij de eerste bemonstering af, naarmate de zandlaag dikker was (fig. 4b). Deze vermindering ging samen met geringere hoeveelheden beschikbaar water in de profielen bij het begin van de proef en met de opgenomen hoeveelheid water. Hier lijkt een causaal verband te bestaan, doordat de hoeveelheid beschikbaar water het wortelgewicht en dit de hoeveelheid opgenomen water heeft beïnvloed.

Bij de profielen met zand U 40 en een grondwaterstand dieper dan 100 cm werden bij de eerste bemonstering dezelfde verschillen gevonden als bij de overeenkomstige profielen met zand U 80 (fig. 10b). Bij de tweede bemonstering was het verband tussen de wortelgewichten en de

waterhuishouding van de grond echter zoek (fig. 13).

Bij de profielen met een grondwaterstand van 90 cm heeft het weinig zin te zoeken naar een verband tussen het wortelgewicht en de waterhuishouding van de grond omdat de watervoorziening hier overal goed was. Dit geldt voor beide zandsoorten. In de eerste plaats was de hoeveelheid beschikbaar water in alle profielen ongeveer gelijk, maar belangrijker is dat de opgenomen hoeveelheid water snel uit het grondwater aangevuld werd (fig. 4, 10, 13).

#### 4.3. Spruit-wortelverhoudingen

De spruit-wortelverhoudingen zijn bepaald van de monsters van de eerste en tweede bemonstering, zowel van de profielen waarvan de wortelstelsels in hun geheel, als van die waarvan de wortels in lagen van 10 cm zijn uitgespoeld. De spruitgewichten van de duplomonsters kwamen redelijk met elkaar overeen, de wortelgewichten van de als geheel gespoelde monsters waren globaal iets groter dan die van de in lagen gespoelde. Dit moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het feit, dat de eerste monsters vers en de andere na droging werden gespoeld. Per grondwaterstand zijn per bemonstering gemiddelde spruit-wortelverhoudingen berekend.

TABEL III. Gemiddelde spruit-wortelverhoudingen en spruitgewichten

		<u>Grwst. 90</u>		<u>Grwst. &gt; 100</u>	
		spr/w.	spruit- gewicht in g	spr/w.	spruit- gewicht in g
U 40	1e bem.	5,51	196	4,26	148
	2e bem.	12,13	436	8,09	296
U 80	1e bem.	5,81	194	3,83	169
	2e bem.	13,54	421	10,28	439

Uit tabel III blijkt, dat de spruit-wortelverhoudingen gemiddeld over de drie zandlaagdicken per zandsoort bij de grondwaterstand van 90 cm beneden maaiveld groter waren dan bij de lagere. Hieruit kan de conclusie worden getrokken, dat de bodemomstandigheden bij 90 cm be-

ter waren dan bij meer dan 100 cm. Dit blijkt - vooral bij U 40 - ook uit de spuitgewichten.

Bij de zandsort U 80 waren de spuit-wortelverhoudingen bij de tweede bemonstering bij beide grondwaterstanden hoger dan bij U 40. Ook dit ging samen met hogere spuitgewichten vooral bij de lagere grondwaterstand. Bij de eerste bemonstering waren deze verschillen nog onduidelijk.

De spuit-wortelverhoudingen namen in alle gevallen van de eerste naar de tweede bemonstering toe, zoals verwacht mocht worden.



## 5. SAMENVATTING

In de praktijk is waargenomen dat zandlagen in zavelprofielen soms wel en soms geen duidelijk remmende invloed uitoefenen op de groei van de wortels en van het bovengrondse gewas. Daarom werd een proef wenselijk geacht. In verband met de grote variabiliteit in dikte van de zandlagen in natuurlijke profielen konden alleen resultaten worden verwacht bij gebruik van kunstmatige profielen. Deze werden opgebouwd in betonnen buizen met een doorsnee van 30 cm en een hoogte van 100 cm.

De volgende variabelen zijn in de proef opgenomen:

(1) Dikte zandlaag. Hiervoor werd genomen 4, 12 en 20 cm. De bovenkant van de zandlaag lag op een diepte van 50 cm.

(2) Zandsort. De ene helft van de profielen kreeg zandlagen met een U-waarde = 80, de andere met  $U = 40$ .

(3) Grondwaterstand. Er werd bij de helft van de profielen een grondwaterstand gehandhaafd van 90 cm beneden het maaiveld, terwijl die bij de andere helft dieper dan 100 cm was.

Het gewas was wintertarwe.

Voor de proef diende een installatie met een maximale capaciteit van 72 buizen. Daardoor moest in verband met de genoemde variabelen genoeg worden genomen met drie periodieke bemonsteringen, die slechts voor een deel in duplo konden worden uitgevoerd.

Bij de bemonsteringen werden de wortel- en spruitontwikkeling en het vochtgehalte van een aantal grondlagen bepaald.

Gevonden werd dat de dikte van de zandlaag geen duidelijke invloed had op de bovengrondse groei. Wel werd deze beïnvloed door de grondwaterstand en de grofheid van het zand. Het gewas op de profielen met matig grof zand en lage grondwaterstand groeide aanzienlijk slechter dan dat op de andere profielen.

De dieptegroei van de wortels werd tot kort vóór het in de aar komen van het gewas geremd door de zandlagen. Daarna groeiden de wortels in alle profielen met matig fijn zand door tot in de ondergrondzavel. De hoeveelheden wortels die door het zand heen drongen, ver-

toonden een zeker negatief verband met de dikte van de zandlaag. Bij de profielen met matig grof zand kwam dit doorgroeien slechts voor in één profiel. In deze proef trad dus eerst remming van de wortelgroei op, daarna hernieuwde dieptegroei. De oorzaak hiervan moet worden gezocht in een factor die in de groeiperiode tussen de eerste en tweede bemonstering in gunstige zin veranderde. Hiervoor komt alleen de water- en luchthuishouding in aanmerking. Deze hypothese werd getoetst aan de verkregen gegevens.

Hoewel het aantal periodieke bemonsteringen gering is geweest, kan worden gezegd dat met deze toetsing bij een aantal profielen redelijke aanwijzingen zijn verkregen, in een enkele was dit niet duidelijk. De conclusie kan worden getrokken dat de zandlagen door hun water- en luchthuishouding als remmende factor voor de wortelgroei optraden, maar dat de toestand zo labiel was dat hernieuwde wortelgroei onder veranderde omstandigheden snel mogelijk was.

In de profielen met een grondwaterstand dieper dan 100 cm namen de hoeveelheden wortels af, naarmate de hoeveelheden beschikbaar water geringer waren. Parallel hiermee verminderden ook de hoeveelheden opgenomen water. Het lijkt aannemelijk hier een causaal verband te veronderstellen. Een maximale opbrengst op deze profielen is alleen te verwachten als tijdens de groei een voldoende hoeveelheid regen valt.

De spruit-wortelverhoudingen waren bij beide zandsoorten hoger - onafhankelijk van de dikte van de zandlaag - bij de hogere grondwaterstand. Dit kan worden gezien als een aanwijzing voor betere groeiomstandigheden in de grond. Verder waren de spruit-wortelverhoudingen bij zand U 80 groter dan bij U 40, eveneens een aanwijzing voor betere groeiomstandigheden. De spruit-wortelverhoudingen namen - zoals mocht worden verwacht - toe gedurende het leven van de planten.

## 6. SUMMARY

Influence of sandy layers in loam profiles on root development and growth of winter wheat

It is found in practice that sandy layers in loam profiles exercise in some cases a hampering influence upon the growth of roots and the shoots. In other cases they do not so. Therefore an experiment was designed. In relation with the great variability in thickness of such sandy layers in natural profiles only results could be expected in an experiment with artificial profiles. These were built up in concrete tubes with an inner diameter of 30 cm and a height of 100 cm.

In the experiment the following factors were varied:

(1) Thickness of the sandy layers of 4, 12 or 20 cm respectively. The surface of the sandy layers was in all profiles at a depth of 50 cm.

(2) Kind of sand. In one half of the profiles the sand was medium fine with a U-value of about 80, in the other half it was medium coarse with a U-value of about 40.

(3) The ground water level. This was in one half of the profiles maintained at 90 cm below soil surface, in the other half it can be best described as deeper than 100 cm since there was normally no water in the concrete container in which the profiles were placed.

The crop was winter wheat.

Due to the restricted room in the concrete containers the maximum number of profiles was 72. Consequently, part of the three planned periodical samplings had to be carried out without replicates.

In the samplings data were collected on root and shoot development and on the water content of soil layers.

It was found that the thickness of the sandy layers had no distinct influence upon the shoot growth. The latter was influenced by water level and coarseness of the sand. The crop on the profiles with medium coarse sand and the low water table was distinctly inferior to that of the other profiles.

The penetration depth of the roots was hampered by the sandy

layers until shortly before heading. After that date the roots in all profiles with medium fine sand resumed growth and penetrated into the subsoil loam. The quantity of root in the subsoil decreased with increasing thickness of the sandy layer. In the profiles with medium coarse sand roots penetrated into the subsoil only in one profile. In this experiment root penetration was thus hampered in the first period and was resumed afterwards. The cause for this phenomenon has to be sought in a factor that changed in the period between the first and second sampling in a favourable direction. This can have been due only to water and air supply. This hypotheses was tested with the rainfall in this period.

Although the number of periodical samplings was small, some evidence is present that root growth was first hampered by a low water content of the sandy layers but that the situation was labile enough to enable root growth after a rainy period.

In the profiles with a water level of more than 100 cm the amounts of roots decreased with decreasing amounts of available water. This was paralleled by the amounts of water that were absorbed. This is presumably a causal relation.

High yields on these profiles in practice can be expected only if there is sufficient rainfall during the period of growth.

In the case of sands, the shoot-root ratios were higher at the higher ground-water level, irrespective of thickness of the sand layer. This is indicative of better soil conditions at the higher water level. Besides, the ratios in sand U 80 were higher than in U 40, again an indication of better growth conditions. As might be expected shoot-root ratios increased during the life period of the plants.