Stichting voor Bodemkartering
Wageningen

STICHTING VOOR
BODEMKARTERING
BENNEKOM
BIBLIOTHEEK

Rapport nr. 702

VERSLAG VAN HET PROEFPLEKKENONDERZOEK BIJ HET RAS JONATHAN, UITGEVOERD VAN 1959 t/m 1963.

Ir. J.G.C. van Dam

april, 1966

ISN 195278-02

I N H O U D

		Blz.
1.	Voorwoord	3
2.	Inleiding	4
3.	Opzet en uitvoering van het onderzoek	6
4.	Resultaten van het onderzoek	10
4.1	Kg-opbrengst	10
4.2	Kwaliteit van de geoogste appels	11
4.3	Kg-opbrengst en beplantingsdichtheid	12
4.4	Onderstam, kg-opbrengst en afmetingen van de vruchtbomen	12
4.5	De bodem	14
4.5.1	De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden respectievelijk met en zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend binnen 80 cm -maaiveld	17
4.5.2	De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden met een goede bovengrondstructuur respectievelijk van meer en minder dan 30 cm dikte	19
4.5.3	De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden met een lichtere ondergrond	20
4.5.4	De resultaten met Jonathan op zware rivierklei-op-veengronden	21
4.6	De plantafstanden in verband met de bodemgesteldheid	22
4.7	Beworteling en bodemgesteldheid	24
4.8	Beworteling, kg-opbrengst en beplantingsdichtheid	26
4.9	Grondwaterstand en bodemgesteldheid	27
4.10	Grondwaterstand en beworteling	30
4.11	Poriënvolume en structuur	31
4.12	Perforatiegraad en structuur	32
4.13	Het optreden van gebreksziekten en bemesting	33
4.14	Het optreden van kanker (Nectria galligena)	33
5.	Discussie	34
6.	Conclusies	39
7.	Samenvatting	40

1. VOORWOORD

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van een onderzoek naar de bodemgeschiktheid van zware rivierkleigronden voor de teelt van het appelras Jonathan, dat is uitgevoerd van 1959 t/m 1963.

Bij het onderzoek werd van vele zijden medewerking verkregen. In de eerste plaats van de fruittelers op wier percelen het onderzoek heeft plaatsgevonden. Zonder hun medewerking zou het onderzoek niet mogelijk zijn geweest. Medewerkers van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst zijn behulpzaam geweest bij het opzoeken van de proefpercelen. De heer J.A. ter Horst van het Rijkstuinbouwconsulentschap Geldermalsen heeft bovendien een werkzaam aandeel gehad in het oogsten van een aantal proefplekken. De heer A. op 't Hof van de afdeling Regionale Bodemkunde van de Landbouwhogeschool heeft geholpen bij de bewortelingsopnamen van de proefplekken. Het karteren van de proefpercelen en het maken van uitvoerige profielbeschrijvingen geschiedde door de heren Ir. J.N.B. Poelman, J.L. Kloosterhuis en C. Hoekstra van de Stichting voor Bodemkartering. De structuurbeschrijvingen op de proefplekken zijn gemaakt door A. Reijmerink, eveneens bij de Stichting voor Bodemkartering werkzaam.

De genoemde personen en alle anderen, die op enigerlei wijze betrokken zijn geweest bij het onderzoek of bij de bewerking van de gegevens, wordt dank gebracht.

2. INLEIDING

Het rivierkleigebied in midden-Nederland kenmerkt zich door komvormige laagten, omsloten door hoger gelegen stroomruggen. De stroomruggen zijn te beschouwen als de natuurlijke oevers van de rivieren voor de bedijking. Doordat de loop der rivieren zich herhaaldelijk gewijzigd heeft zijn de stroomruggen niet beperkt tot de huidige rivierlopen. Men treft er de wegen en dorpen op aan. De stroomruggronden zijn bruin van kleur en door hun zandig karakter goed doorlatend. De komvormige laagten, kommen genaamd, liggen in het landschap als uitgestrekte, slecht ontwaterde vlakten zonder bewoning. De komkleigronden zijn zwaar bevatten bij uitzondering koolzure kalk en zijn doorgaans grijs van kleur. In het oosten bestaan de kommen vaak uit een meer dan 1 meter dikke zware kleilaag rustend op lichtere afzettingen of pleistoceen zand. Gaat men meer naar het westen dan treft men vaak veen in de ondergrond aan, dat gaandeweg ondieper voorkomt totdat men in de Alblasserwaard gronden krijgt bestaande uit enkele decimeters zware klei rustend op veen. Door grote ruilverkavelingen wordt de laatste jaren de ontwatering van de komkleigronden verbeterd en worden door aanleg van nieuwe wegen de kommen beter ontsloten.

De stroomruggen worden vooral gebruikt voor akkerbouw en fruitteelt terwijl de kommen hoofdzakelijk in gras liggen. Op sommige komkleigrondpercelen zijn boomgaarden geplant.

De komkleigronden, de overgangsvormen van de komkleigronden naar de stroomruggronden en de zware klei-op-veengronden zijn in dit rapport samengevat onder de naam zware rivierkleigronden. Het gemiddeld lutumgehalte van de bovenste 40 cm van deze gronden bedraagt minstens 35 %.

Voor de uit te voeren ruilverkavelingen in het rivierkleigebied maakt de Stichting voor Bodemkartering bodemkaarten en geeft een geschiktheidsclassificatie van de onderscheiden bodemeenheden. In verband hiermede was het van belang beter geïnformeerd te raken over de mogelijkheden voor fruitteelt op de zware rivierkleigronden. Ook voor de modernisering van de fruitteelt in dit gebied is het belangrijk de geschiktheid voor fruitteelt van zware rivierkleigronden beter te kennen. Daarom is van 1959 tot en met 1963 door de afd. Tuinbouw van de Stichting voor Bodemkartering in bestaande aanplantingen een inventariserend onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor fruitteelt op zware rivierkleigronden. Het onderzoek is beperkt tot het ras Jonathan in boomgaarden die in volle produktie waren. Dit ras is gekozen omdat het in en na de tweede wereldoorlog veel is aangeplant.

Bij het onderzoek is getracht inzicht te krijgen in de bodemkundige factoren die de geschiktheid voor fruitteelt beïnvloeden. Kent men deze factoren dan kan men nagaan of door bepaalde maatregelen de invloed van minder gunstige eigenschappen zoveel mogelijk gecompenseerd kan worden. Ook aan dit facet van het bodemgeschiktheidsonderzoek is in dit rapport aandacht geschonken

3. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in bestaande boomgaarden.

In verband met het betrekkelijk geringe aantal proefplekken is het wenselijk dat de niet-bodemkundige factoren, die van invloed kunnen zijn op de opbrengst, van proefplek tot proefplek zo weinig mogelijk variëren. Daarom zijn alleen goed verzorgde percelen in het onderzoek betrokken. Om dezelfde reden beperkt het onderzoek zich tot het ras Jonathan en tot boomgaarden in volle produktie. Het was niet mogelijk zich te beperken tot één onderstam.

Op percelen met wisselende bodemgesteldheid binnen het perceel zijn twee proefplekken aangelegd nl. één op het bodemtype waarop de bomen zich het beste ontwikkeld hadden en één op het bodemtype waar de ontwikkeling van de bomen het slechtst was. Twee proefplekken op één perceel hebben het voordeel dat men weet dat de verzorging van de vruchtbomen op de beide proefplekken doorgaans gelijk zal zijn.

Nadat de verschillen in kg-opbrengst en ontwikkeling van de vruchtbomen op de onderscheiden bodemeenheden waren nagegaan, werd getracht de bodemfactoren op te sporen die deze verschillen hebben veroorzaakt.

Ras en onderstam

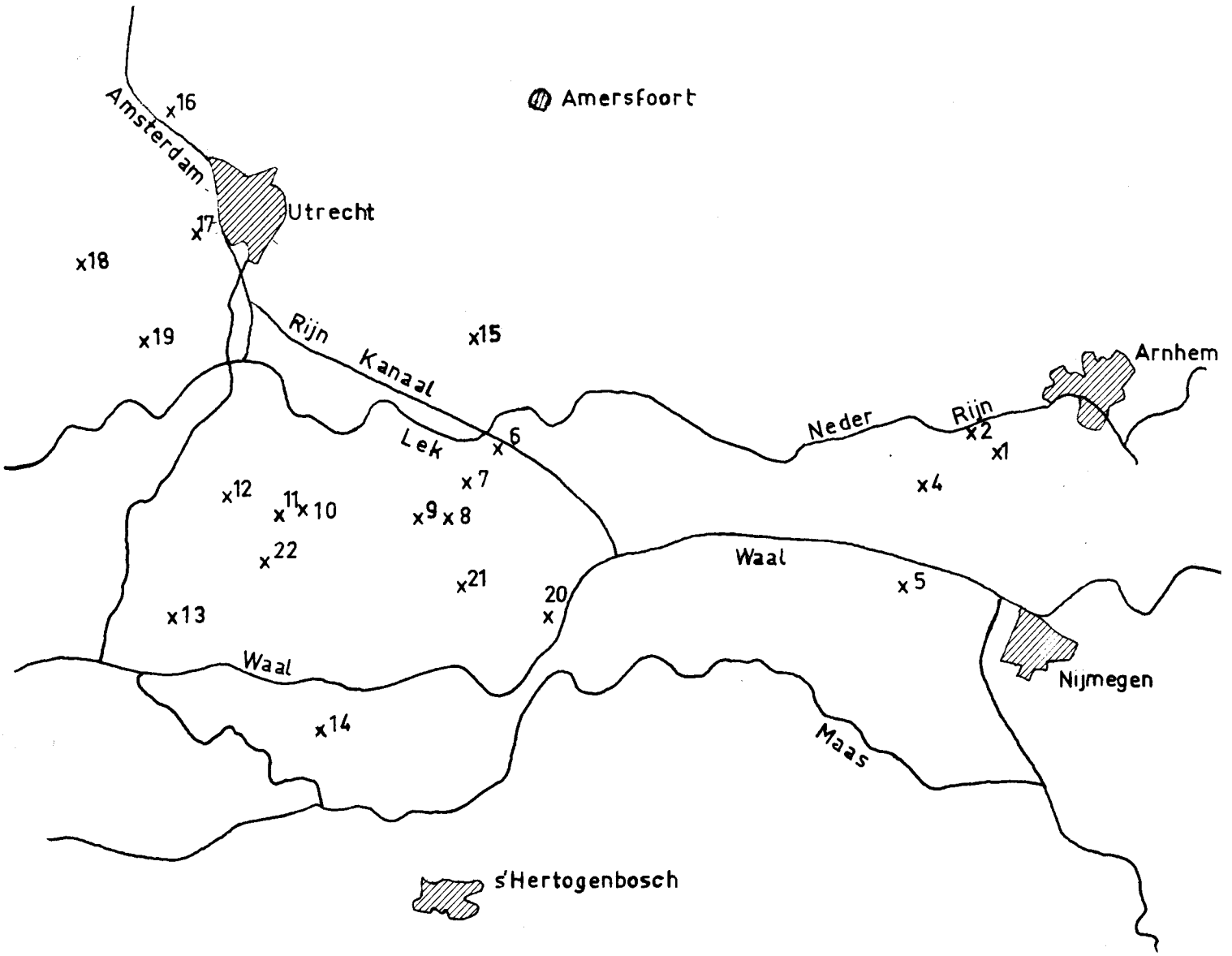
Het onderzochte ras Jonathan staat op de meeste proefplekken op M IV. De overige onderstammen zijn M I, M XI, M XVI en zaailing (zie tabel 1). Twee proefplekken (15a en 15b) zijn aangelegd in een hoogstamboomgaard met Schone van Boskoop op zaailing.

Boomvorm

Op 17 proefplekken staan spillen of zijn struiken omgevormd tot spil. Op 7 proefplekken staan struiken, terwijl op 4 proefplekken de struiken min of meer zijn afgeplat tot een haag om ruimte te houden tussen de boomrijen voor het uitvoeren van verschillende werkzaamheden (zie tabel 1). Verschillende boomgaarden zijn aangeplant volgens het blijver- en wijkersysteem. Men heeft echter de wijkers vaak laten staan.

Leeftijd

De proefplekken zijn aangelegd in boomgaarden die in volle produktie zijn. Het jaar van aanplant is vermeld in tabel 1.



Figuur 1 De geografische ligging van de proefpercelen

Ligging en aantal bomen per proefplek

De verspreiding van de proefpercelen over het rivierkleigebied is aangegeven op bijgaande kaart (fig. 1). Alle proefpercelen zijn gekarteerd alvorens de proefplekken zijn uitgezet. Bij de keuze van de proefplek in het perceel is rekening gehouden met de ligging ten opzichte van het eventueel aanwezige windscherm en de paden. Het aantal bomen per proefplek is vermeld in tabel 1. Iedere proefplek omvat minstens 5 bomen.

Grondwaterstanden

Op iedere proefplek is midden tussen de drains een grondwaterstandsbuis geplaatst. Op proefplekken met een laag waarop stagnatie in de afvoer van het regenwater werd verwacht, werd bovendien een tweede buis juist tot op deze laag geplaatst.

Van oktober 1959 af zijn de grondwaterstanden tweemaal per maand opgenomen, op 9 proefplekken tot mei 1962 en op 14 proefplekken tot april 1961.

Bij deze 14 proefplekken werd daarna één opname per maand verricht, die op 7 proefplekken tot juli 1961 en op 7 proefplekken tot mei 1962 werd voortgezet. Op de overige proefplekken heeft de opname incidenteel plaatsgevonden.

Profiel- en bewortelingsonderzoek

In juli 1959 is op 19 proefplekken en in mei en juni 1960 is op 13 proefplekken een profielkuil gegraven voor het maken van een uitvoerige profiel- en structuurbeschrijving. Tevens is een bewortelingsopname gemaakt volgens de door Dr. J. Butijn in ons land geïntroduceerde methode. Op 40 cm afstand van de boom is een kuil van 2 m lengte gegraven diagonaalsgewijs op de bomenrij. Van één wand, waarvan de wortels met behulp van een vork of mes zijn uitgeprepareerd, worden plaats en dikte van de wortels op millimeterpapier, schaal 1 : 10, ingetekend. De profielen werden beschreven volgens de bij de Stichting voor Bodemkartering gebezigde methode, de structuur volgens de methode door Dr. Jongerius aangegeven in zijn dissertatie "Morfologische onderzoekingen over bodemstructuur". Voorts zijn op verschillende dieptende aantallen wormgangen op een vierkant van 4 dm^2 geteld om de perforatiegraad op verschillende diepten vast te stellen. Van de verschillende in het bodemprofiel onderscheiden lagen zijn grondmonsters genomen voor granulometrisch en chemisch grondonderzoek en volumemonsters met behulp van metalen cylinders van 100 cm^3 inhoud voor de bepaling van het poriënvolume.

Gewaswaarneming en opbrengstbepaling

Per groeiseizoen is iedere proefplek minstens één keer bezocht om de stand van de vruchtbomen te beoordelen. In 1961, 1962 en 1963 is voorts kort voor de oogst op de meeste proefplekken de kg-opbrengst per boom geschat. De opbrengstbepalingen zijn op verschillende wijze gebeurd. De proefplekhouders in de rijkstuinbouwconsulentschappen Kesteren en Utrecht hebben de kg-opbrengst van de proefplekken zelf bepaald. In het rijkstuinbouwconsulentschap Geldermalsen werd de eerste drie jaar de opbrengstbepaling van de proefplekken gedaan door een medewerker van het consulentschap, de laatste twee jaar door de proefplekhouders zelf. In de gevallen waar de opbrengstbepaling mislukte, doordat de proefplekhouder of zijn personeel bij de oogst het apart plukken van de proefplek vergaten, was het in de meeste gevallen mogelijk met behulp van de geschatte kg-opbrengst een goede benadering te geven van de werkelijke kg-opbrengst. In tabel 2 zijn de correlatiecoëfficiënten weergegeven tussen gemiddelde geschatte en geoogste kilogramopbrengsten per boom per proefplek.

Tabel 2 Verband tussen geschatte en geoogste kg-opbrengst per boom

variabelen waarop de correlatieberekening betrekking heeft		Aantal proefplekken	Correlatie coëfficiënt
gem. geoogste kg-opbrengst per boom in:	gem. geschatte kg-opbrengst per boom in:		
1961	1961	26	0,82 ')
1962	1962	14	0,97 ')
1963	1963	36	0,90 ')

') = significant bij een onbetrouwbaarheid van 0,1 %

In de herfst van 1959 en 1963 zijn op de proefplekken per vruchtboom gemeten: de kroonhoogte, de kroondoorsneden, resp. loodrecht op en in de rij, en de stamomtrek op 30 cm hoogte boven het maaiveld. Met behulp van de kroondoorsneden en de plantafstanden was het mogelijk de beplantingsdichtheid en de kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak te berekenen. Hierbij is aangenomen dat 90 % van de oppervlakte voor fruitteelt wordt benut. De beplantingsdichtheid voor de jaren 1959 en 1963 is door interpolatie verkregen.

Op proefplek 3a en 3b hadden de vruchtbomen in de waarnemingsjaren te lijden van een ernstige meeldauwaantasting en soms van een ernstige spintaantasting. Bij de verwerking van de verkregen gegevens zijn deze proefplekken buiten beschouwing gelaten. Op proefplek 17a en 17b zijn, in verband met nachtvorstgevaar, de onderste gesteltakken weggesnoeid hetgeen de beplantingsdichtheid ongunstig heeft beïnvloed. Hierdoor zijn de kg-opbrengsten per m^2 kroonoppervlak sterk gestegen. Op proefplek 4a zijn in de zomer van 1960 ten gevolge van wateroverlast zes van de tien vruchtbomen afgestorven. Bij vergelijking van kg-opbrengsten en beplantingsdichtheden is ook deze proefplek buiten beschouwing gelaten.

Om de opbrengsten van Jonathan op zware rivierkleigronden te kunnen vergelijken met die op de lichtere stroomgronden zijn in 1960 in 3 boomgaarden op stroomgrond in totaal 6 proefplekken aangelegd. Behoudens het karteren van de grond in verband met het uitzetten van de proefplekken is op deze proefplekken geen verder bodemkundig onderzoek verricht.

4. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

4.1 Kg-opbrengst

De gemiddelde kg-opbrengsten per vruchtboom op de proefplekken zijn omgerekend in kg-opbrengsten per ha, waarbij is aangenomen dat 90 % van de oppervlakte voor fruitteelt wordt benut. De op die wijze berekende kg-opbrengsten per ha per oogstjaar zijn omgezet in percentages ten opzichte van de gemiddelde kg-opbrengst per ha van alle proefplekken in dat jaar (zie tabel 3). Over de vijf oogstjaren zijn deze relatieve opbrengsten gemiddeld waardoor men voor de proefplekken komt tot een gemiddelde relatieve opbrengst over de waarnemingsperiode. Deze relatieve weergave van de gem. kg-opbrengst per ha per proefplek is gekozen, omdat van enkele proefplekken van een bepaald oogstjaar geen opbrengstgegevens bekend zijn. In die gevallen wordt de gemiddelde relatieve opbrengst van 4 oogstjaren aangehouden wat het gemiddelde over 5 oogstjaren goed zal benaderen.

De beplantingsdichtheid geeft aan het percentage van de oppervlakte dat wordt ingenomen door de kronen van de vruchtbomen (hierbij wordt de kroon loodrecht geprojecteerd gedacht op het maaiveld).

De kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak (per m^2 op het maaiveld geprojecteerde kroonoppervlak) wordt verkregen door de kg-opbrengst per ha te delen door 100 maal de beplantingsdichtheid in %. Op overeenkomstige wijze als bij de kg-opbrengsten per ha zijn de kg-opbrengsten per m^2 kroonoppervlak omgerekend tot een gemiddelde relatieve opbrengst over de vijf waarnemingsjaren (zie tabel 3).

Hierna zullen in dit rapport met kg-opbrengsten, indien niet anders vermeld, bovengenoemde relatieve opbrengsten worden bedoeld. Bij het nagaan van de invloed van een aantal bodemkundige factoren op de opbrengst, beworteling etc., was het niet altijd mogelijk alle proefplekken hierbij te betrekken. Zo zijn bijv. niet op alle proefplekken de grondwaterstanden periodiek opgenomen. Voor het vergelijken van de invloed van de grondwaterhuishouding op de kg-opbrengsten is dan toch uitgegaan van de relatieve kg-opbrengsten zoals die zijn weergegeven in tabel 3. Dit heeft echter tot gevolg, dat het gemiddelde van de relatieve kg-opbrengsten van de bij deze vergelijking betrokken proefplekken niet gelijk behoeft te zijn aan 100. Voor het maken van bovengenoemde vergelijking levert dit echter geen enkel bezwaar op.

Om een indruk te krijgen op welk niveau de gemiddelde kg-opbrengsten voor Jonathan op de zware rivierkleigronden liggen, zijn zij vergeleken met de uitkomsten van het opbrengstonderzoek dat door het LEI is uitgevoerd bij het ras Jonathan in spillenaanplanten in de Betuwe. Men mag aannemen dat in de steekproef, die door het LEI is opgenomen, verschillende bodemeenheden van het rivierkleigebied zijn vertegenwoordigd.

Tabel 4 Gemiddelde kg-opbrengsten en beplantingsdichtheden bij het opbrengstenonderzoek van het LEI en het proefplekkenonderzoek van Stiboka op rivierkleigronden

jaar	gem. kg-opbrengst per ha		gem. kg-opbrenst per m^2 kroonoppervlak		gem. beplantingsdichtheid	
	onderzoek LEI	proefpl. STIBOKA	onderzoek LEI	proefpl. STIBOKA	onderzoek LEI	proefpl. STIBOKA
1960	24.804	24.937	4,68	5,49	53	45
1961	16.848	17.164	3,24	3,72	52	46
1962	15.015	23.963	2,73	4,84	55	49
1963	16.400	23.695	3,22	4,59	51	52

Uit tabel 4 blijkt dat de gem. kg-opbrengsten van de proefplekken zelfs hoger liggen dan de gem. kg-opbrengsten van het opbrengstenonderzoek van het LEI, terwijl de gem. beplantingsdichtheid op de proefplekken lager is. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de verzorging van de boomgaarden, die deelnemen aan het opbrengstenonderzoek van het LEI, waarschijnlijk minder is dan die van de boomgaarden waarin de proefplekken zijn aangelegd, omdat het LEI minder op verzorging heeft geselecteerd dan wij. Dit neemt echter niet weg, dat de zware rivierkleigronden blijkbaar t.a.v. de kg-opbrengst van Jonathan in volwassen boomgaarden gemiddeld goed mee kunnen, wat ook blijkt uit de vergelijking met de kg-opbrengsten van de proefplekken op stroomgrond (zie tabel 5). Op deze proefplekken zijn de afmetingen van de bomen alleen in 1963 gemeten, wat tot gevolg heeft dat alleen voor dit jaar de gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak en de beplantingsdichtheid berekend kon worden.

4.2 Kwaliteit van de geoogste appels

Op de proefplekken is alleen de kg-opbrengst bepaald. Voor de geldelijke opbrengst is echter ook de kwaliteit van het fruit belangrijk. Wanneer men fruittelers en medewerkers van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst vraagt naar hun ervaring over de kwaliteit van de Jonathan afkomstig van zware rivierkleigronden dan krijgt men tot antwoord dat de houdbaarheid in het algemeen beter is dan van die van de lichtere gronden. Dit hangt waarschijnlijk samen met de wat moeilijker vochtopname door de bomen waardoor vermoedelijk vruchten met steviger vruchtvlees (hoger droge stofgehalte) geoogst worden dan op de lichtere gronden.

Over vruchtkleur en vruchtgrootte waren de meningen echter meer verdeeld, Waarschijnlijk kan de fruitteler door zijn verzorging van de bomen, bijv. door de snoei, hierop zoveel invloed uitoefenen dat de invloed van de bodemgesteldheid niet meer tot uiting komt.

4.3 Kg-opbrengst en beplantingsdichtheid

Wanneer men de relatieve kg-opbrengst per ha over 1959 t/m 1963 van de proefplekken uitzet tegen de gemiddelde beplantingsdichtheid over deze periode dan blijkt dat er tussen deze grootheden een wiskundig betrouwbaar verband bestaat (zie fig. 2). Hoe groter de beplantingsdichtheid is, des te groter is de kg-opbrengst per ha. De beplantingsdichtheid wordt bepaald door de plantafstanden en de grootte van de vruchtbomen. Wanneer men uitgaat van een gewenste beplantingsdichtheid van 60 % dan blijkt dat de vruchtbomen op de meeste proefplekken te ruim staan (zie tabel 6) . De vruchtbomen zijn klaarblijkelijk minder gegroeid dan de fruitteler bij het planten had verwacht.

Zet men de relatieve kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak van de proefplekken uit tegen de beplantingsdichtheid dan blijkt er weinig verband te bestaan (zie figuur 3). De tendens is aanwezig dat bij hoge beplantingsdichtheden de kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak daalt. Dit is aannemelijk omdat bij hoge beplantingsdichtheden de belichting van de vruchtbomen ongunstiger is dan bij lage beplantingsdichtheden.

4.4 Onderstam, kg-opbrengst en afmetingen van de vruchtbomen

Het was niet mogelijk op alle proefplekken van dezelfde onderstam uit te gaan (zie tabel 1). Op de meeste proefplekken is Jonathan veredeld op MIV, op een aantal proefplekken op sterke onderstammen.

Tabel 7 Vergelijking van de resultaten van proefplekken met Jonathan resp. veredeld op matig sterke en sterke onderstam

	proefplekken met:		Q	significantie-verschil
	sterke onderstam	matig sterke onderstam		
gem. kg-opbrengst per ha 1959/1963 in %	100 (9)	100 (15)	33	geen
gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervl. 1959/1963 in %	97 (13)	102 (18)	18	geen
gem. stamomtrek in cm 1963	50 (13)	44 (18)	108	x
gem. beplantingsdichtheid 1959/1963	46 (9)	47 (15)	4	geen
gem. produkt plantafstanden in m^2	21,7 (9)	17,4(15)	55	x
gem. kroonoppervlak 1963 in m^2	11,0(13)	9,3(18)	102	x

x = significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %
Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon
( ) = aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

Vergelijkt men de gem. kg-opbrengst per ha van de proefplekken met matig sterke onderstam met die van de proefplekken met sterke onderstam dan blijkt er geen wiskundig betrouwbaar verschil aanwezig te zijn (zie tabel 7)[1]. Hetzelfde geldt voor de gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak en voor de beplantingsdichtheid. De gem. stamomtrek, het gem. kroonoppervlak en het gem. produkt van de plantafstanden bij vrijwel gelijke beplantingsdichtheid zijn betrouwbaar groter bij Jonathan op sterke onderstam. Dit betekent, dat de bomen op sterke onderstam groter geworden zijn. Bij het planten heeft de fruitteler door het kiezen van grotere plantafstanden hiermede al rekening gehouden. Op de proefplekken 5a, 5b en 6 waar Jonathan zowel op MIV als op MXVI staat, is echter de kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak op MIV groter. Dit laatste wijst erop, dat MIV in een volwassen boomgaard vruchtbaarder zou zijn (zie tabel 3). Het is mogelijk dat het verschil in vruchtbaarheid tussen matig sterke en sterke onderstammen bij vergelijking van alle proefplekken gecamoufleerd is door andere factoren die veel grotere invloed uitoefenen op de kg-opbrengst. De

[1]) De verschillen zijn getoetst op hun wiskundige betrouwbaarheid met behulp van de toets van Wilcoxon. Een duidelijke korte beschrijving van deze methode vindt men o.a. in "Verklarende Statistiek" door M.L. Wijvekate, Aula-pocketboek nr. 39.

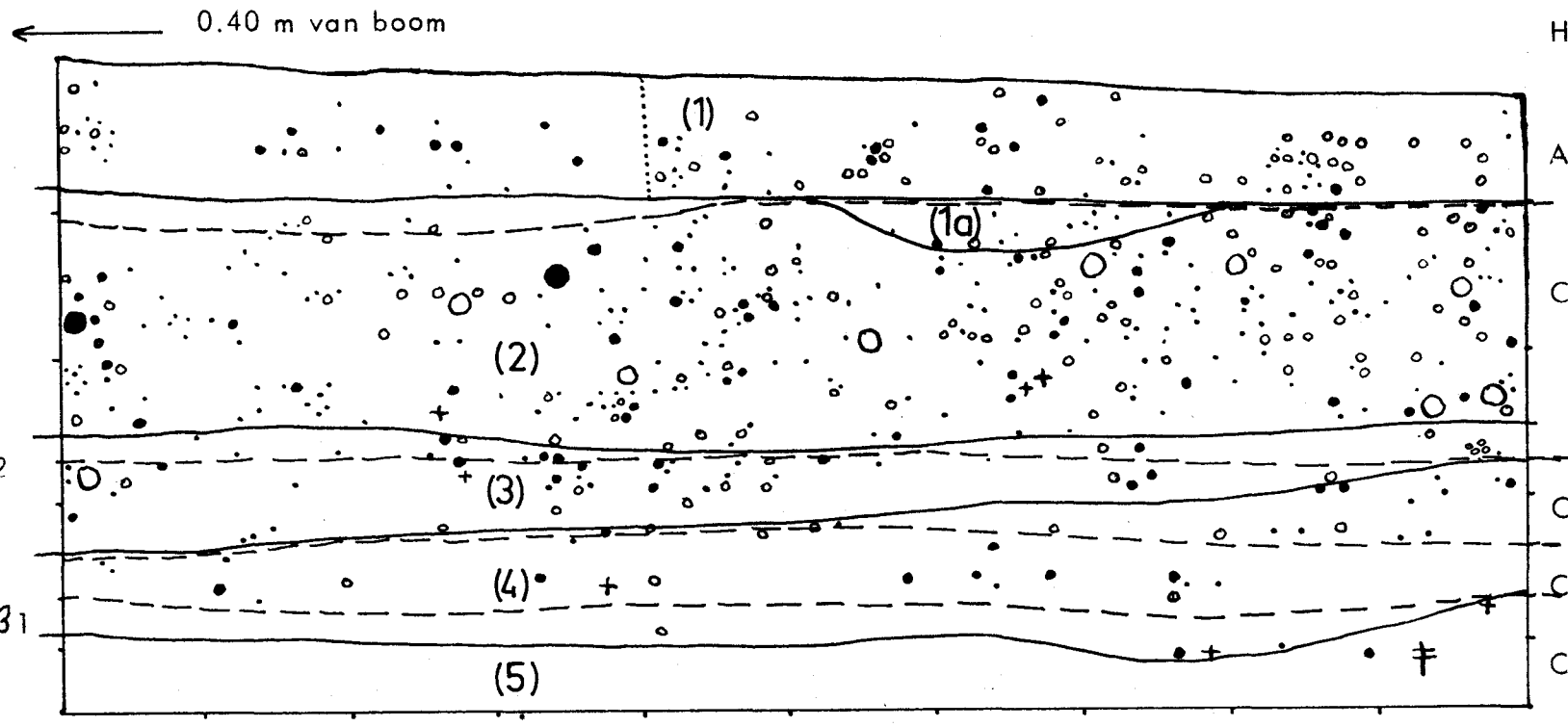
Fig. 4 Structuur-, bewortelings- en profielopname bij Jonathan op M IV

proefplek 5a

Code structuurvormen

(1)	B3a	V		3 → 1½
	A4a3-4	III	IV	2½ → ½
(1a)	A5a4	III		2½
(2)	B3a	V		2½
	A4a3+ (A5a3)	II+III		2½
(3)	B3a	V		½
–	B3a	III		1½ β 22
	A5a3 (A4a3)	III		2½
(4)	B3b(II+III)	V		I
	↓ B5a3	III		2½-1½ β 1
	A5a4	VI		2½-1½
(5)	A5a4	VII		½ β 1

+ vele niet doorlopende scheurtjes



schaal 1 : 10

Hor.	Kleur	pH-KCl	$CaCo_3$*	Humus*	Lutum**
A1	10YR 3/2	5,2	–	4,9	29
C1.1	10YR 3½/2	4,7	–	2,2	34
C1.2	10YR 4/1½ 10YR 4/2½	4,9	–	1,4	41
C1.3	10YR 4/1 4/0	5,2	–	1,8	52
C1.4	4/0	5,4	–	2,1	60

* in % van de grond
**in % van de minerale delen

Ø doorsnede wortels
· <½ mm
o ½ - 1 mm
● 1 - 5 mm
○ 5 - 10 mm
● >10 mm
+ dode wortels

– – – – bodemlijnen
——— structuurlijnen
grens structuurgraad en bevloeiing

plantjaar: 1944

opname: juli 1959

Stichting voor Bodemkartering
Wageningen

vergelijking van de gem. kg-opbrengst per ha op bovengenoemde 3 proefplekken is niet goed mogelijk omdat de wijker (MIV) sterker gesnoeid is dan de blijver (MXVI), waardoor bij gelijke plantafstand MIV wat betreft de kg-opbrengst per ha in het nadeel is.

4.5 De bodem

Op iedere proefplek zijn in een profielkuil van 2 m lengte en ± 1 m diepte (bij hoge grondwaterstanden ondieper) een profiel-, structuur- en bewortelingsbeschrijving gemaakt. De op de wand in de proefielkuil waargenomen beworteling is op schaal 1 : 10 in een tekening weergegeven. Hierbij is een onderverdeling gemaakt naar de diameter van de wortels. Voorts zijn op deze tekening de grenzen van de onderscheiden bodem- en structuurlagen aangegeven. De structuurbeschrijvingen van de onderscheiden structuurlagen zijn in code naast de tekening geplaatst, evenals kleur, humusgehalte, pH, $CaCO_3$- en lutumgehalte van de onderscheiden bodemlagen. Een voorbeeld van een dergelijke weergave is figuur 4. Het humusgehalte van de verschillende horizonten van alle beschreven profielen is weergegeven in tabel 8, het percentage afslibbaar en lutum resp. in tabel 9 en 10. De meer westelijk gelegen proefplekken hebben over het algemeen een hoger percentage humus dan de proefplekken in de oostelijke Betuwe.

Bij de structuurbeschrijving van de verschillende lagen is vooral gelet op de vorm, de afmetingen en de porositeit van de structuurelementen en voorts op de structuurgraad. Daarbij wordt de mate waarin de grond uit structuurelementen bestaat in een paar klassen aangegeven. Een lage resp. hoge structuurgraad betekent, dat slechts een klein resp. groot gedeelte van de grond uit goed ontwikkelde structuurelementen bestaat. De structuurelementen ontstaan enerzijds door het leven in de grond, anderzijds door afwisselend krimpen en zwellen van de grondmassa, veroorzaakt door bevochtiging, uitdroging en vorst. Men spreekt wel van granulatie en fragmentatie. Bij het eerste proces spelen de regenwormen een belangrijke rol. Het tweede proces is op de zware rivierkleigronden erg belangrijk. Het zwel- en krimpvermogen hangt in sterke mate af van het lutumgehalte. Door fragmentatie ontstaan structuurelementen met gladde vlakken en scherpe kanten. Door granulatie worden de vlakken meer ruw en de kanten afgerond. De structuurgraad van de bovengrond is doorgaans hoger dan van de diepere lagen omdat bovengenoemde processen vooral in de bovengrond werkzaam zijn.

Vindt men een laag bestaande uit scherpe structuurelementen dan kan men verwachten dat deze laag in natte toestand weer helemaal of grotendeels dicht zwelt en dan een slechte doorlatendheid zal bezitten. Bij meer afgeronde structuurelementen zal ook in natte toestand de grond grote poriën bevatten waardoor de doorlatendheid niet zo sterk zal achteruitgaan.

De zware kleigronden worden gekenmerkt door prismatische structuren. Deze prisma's, die meestal een dwarsdoorsnede van 10 tot 20 cm hebben, bestaan op hun beurt weer uit kleinere elementjes met doorsneden van maximaal 5 cm, die afgerond blokkig of blokkig (met gladde vlakken en scherpe ribben) kunnen zijn. De bovengrond bestaat ook vaak uit deze structuurelementen, al of niet samengehouden in kluiten of prismatische elementen. Ook kunnen enkelvoudige prisma's voorkomen, d.w.z. prisma's die niet opgebouwd zijn uit andere structuurelementen.

Met behulp van de structuurbeschrijvingen is voor iedere laag een structuurbeoordeling gegeven in een tiendelige schaal. 10 betekent de beste structuur die in een zware rivierkleigrond mogelijk is, 1 de slechtste.

Het uitgangspunt hierbij is, dat de beste structuren in de zware kleigronden worden gekenmerkt door een voldoende aantal grote poriën die in natte toestand niet dicht zwellen. Men kan deze vooral verwachten bij afgerond-blokkige elementen. Verder geldt dat, hoe kleiner de afmetingen van de structuurelementen zijn, des te groter zal het aantal grote poriën kunnen zijn. Ook de porositeit van de structuurelementen zelf is in aanmerking genomen.

Het structuurbeoordelingscijfer wordt verkregen met behulp van de formule $\frac{2A + B + C}{4}$. Hierin stelt A het beoordelingscijfer voor de vorm voor, B het beoordelingscijfer voor de afmetingen van de structuurelementen en C de porositeit (zie tabel 11). Daar aan de vorm van de structuurelementen een grote invloed op de structuur wordt toegeschreven is aan het beoordelingscijfer hiervan het dubbele gewicht toegekend. De samenhang tussen vorm, afmetingen en porositeit van de structuurelementen enerzijds en beoordelingscijfer anderzijds is in de tabel weergegeven.

Tabel 11 Beoordeling van de structuur van zware rivierkleigronden

Vorm	A	Grootte klasse				Porositeit	C
		Holoedrische elementen	B	Enkelvoudig prisma	B		
afgerond blokkig	10	II + III (1-5 mm)	10	II (10-20 mm)	10	1, 3+	10
						3, 1-	7
		IV (5-10 mm)	5	III (20-50 mm)	5	2, 3-	4
blokkig, enkelvoudig prisma, glad samengestelde prisma	1	V, VI, VII (> 10 mm)	1	IV t/m VII (> 50 mm)	1	4, 2-	1

Opmerking: porositeit 1 = alle typen poriën in structuurelement aanwezig
porositeit 2 = alleen fijne poriën in structuurelement aanwezig
porositeit 3 = alleen grote poriën in structuurelement aanwezig
porositeit 4 = geen poriën in structuurelement aanwezig
\+ = porositeit van de structuurelementen boven normaal
\- = porositeit van de structuurelementen beneden normaal

Bij samengestelde prisma's, welke vaak voorkomen in zware rivierklei, zijn alleen de samenstellende structuurelementen van het prisma beoordeeld omdat deze vooral de porositeit van de grond bepalen. Voorts is op het verkregen structuurcijfer een correctie toegepast, wanneer de structuurgraad van een laag sterk afweek. Normaal is de structuurgraad van de bovengrond het hoogst en neemt naar beneden toe af. Was de structuurgraad hoger dan normaal dan is het via bovenstaande formule verkregen structuurcijfer opgetrokken, bij lagere structuurgraad dan normaal gedrukt.

Met nadruk wordt erop gewezen dat deze structuurbeoordelingen in tiendelige schaal alleen iets zeggen over de verschillende bodemstructuren van zware rivierkleigronden ten opzichte van elkaar. Een structuurcijfer 7 bij zware rivierkleigrond mag men bijv. niet gelijkstellen met een structuurcijfer 7 bij zavelgronden.

De structuurcijfers van de op de verschillende proefplekken onderscheiden lagen zijn weergegeven in tabel 12.

Op een aantal proefplekken komt een laag met zeer slechte structuur (structuurcijfer < 2) voor. Dit zijn vaak oude begroeiingshorizonten, d.w.z. ze lagen in vroeger tijden aan de oppervlakte en waren begroeid. De hierbij ontstane humus kleurt deze lagen donker. Is de kleur zeer donker dan spreekt men van een laklaag. Komen lagen met zeer slechte

structuur ondiep in het profiel voor dan blijken de vruchtbomen hierop ongunstig te reageren. Vandaar dat bij de in het onderzoek betrokken zware rivierkleigrond een indeling gemaakt is naar het voorkomen van dergelijke legen. Vergeleken zijn de gronden waar een laag met zeer slechte structuur voorkomt binnen 80 cm en de gronden waar een dergelijke laag dieper dan 80 cm beneden maaiveld voorkomt of geheel ontbreekt. Voorts zijn de gronden onderscheiden naar de structuur van de bovengrond en wel in zware rivierkleigronden met een bovengrond met goede structuur van resp. meer of minder dan 30 cm dikte. Goed wordt genoemd een structuurcijfer van 6 of hoger. Op de meeste proefplekken heeft de bovenste laag van het profiel twee structuurcijfers gekregen. Het laagste cijfer heeft meestal betrekking op wielsporen in het rijpad. Bij de indeling in groepen is het tweede cijfer echter verwaarloosd.

Ten slotte is nagegaan of de aard van de ondergrond de opbrengst van de vruchtkomen heeft beinvloed.

4.5.1 De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden, respectievelijk met en zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend binnen 80 cm -maaiveld.

Vergelijken we de gemiddelde relatieve kg-opbrengsten per ha van de proefplekken waar binnen 80 cm beneden maaiveld een laag met zeer slechte structuur voorkomt met die van de proefplekken waar een dergelijke ondiep in het profiel voorkomende laag ontbreekt, dan blijken de gemiddelde kg-opbrengsten per ha van de eerstgenoemde proefplekken aanzienlijk lager te zijn (tabel 13).

Tabel 13 Vergelijking van de resultaten van proefplekken resp. met en zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend binnen 80 cm beneden maaiveld

1959/1963	proefplekken		Q	significantie-verschil
	met slechte laag	zonder slechte laag		
gem. kg-opbrengst per ha in %	73 (10)	111 (17)	102	xx
gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak in %	92 (10)	103 (17)	28	geen
gem. beplantingsdichtheid	39 (10)	52 (17)	63	')

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

( ) = aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

xx = significant bij onbetrouwbaarheid van 1 %

') = bijna significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %

De vraag is nu of dit is veroorzaakt door een geringere vruchtbaarheid of doordat de bomen kleiner gebleven zijn dan men verwacht heeft, met als gevolg een te ruime beplanting. De gemiddelde relatieve kg-opbrengst per m^2 vruchtdragend oppervlak van de proefplekken met een ondiep voorkomende slechte laag is inderdaad lager. Het verschil is echter niet wiskundig betrouwbaar zodat hiermee het aanzienlijke verschil in kg-opbrengst per ha niet verklaard is. De beplantingsdichtheid verschilt echter ook aanzienlijk. Het verschil blijkt bijna significant te zijn bij een onbetrouwbaarheid van 5 %.

Uit de verschillen in beplantingsdichtheid kan geconcludeerd worden dat de bomen op de proefplekken met een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag kleiner zijn gebleven dan op de proefplekken waar een dergelijke laag ontbreekt. Hierdoor is de kg-opbrengst per ha ongunstig beinvloed. Doordat de gem. kg-opbrengst per m^2 vruchtdragend oppervlak veel minder sterk wordt beinvloed dan de boomgrootte is het mogelijk door dichter te planten de ongunstige invloed van bovengenoemde laag op de kg-opbrengst per ha voor een belangrijk deel te compenseren. In overeenstemming hiermede is de, in de voorgaande bladzijden besproken, grote invloed van de beplantingsdichtheid op de kg-opbrengst per ha.

Beziet men de resultaten op de percelen met twee proefplekken dan blijkt dat de aanwezigheid van een ondiep voorkomende slechte laag de ontwikkeling van de bomen nadelig heeft beïnvloed (proefplek 2b, 9b, 11a, 17b), hetgeen tot uiting komt in de boomhoogte, de stamomtrek en de beplantingsdichtheid (zie figuur 5). Op proefplek 4a zijn zelfs tijdens de waarnemingsperiode de meeste bomen doodgegaan. Er is één uitzondering, nl. proefplek 5a, waar de gem. beplantingsdichtheid en boomhoogte juist iets groter zijn dan op 5b. Op proefplek 5a begint een lakachtige laag op 75 cm, proefplek 5b daarentegen is wat natter door de lagere ligging in het terrein en heeft een slechtere bovengrondstructuur. De verschillen in ontwikkeling van de bomen zijn niet groot, wat in overeenstemming is met de bodemgesteldheid.

De kg-opbrengst per ha geeft eenzelfde beeld te zien. De kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak wordt minder sterk beinvloed door de bodemgesteldheid dan de kg-opbrengst per ha. Op de "slechte" proefplekken 9b en 11a is hij zelfs het grootst. Op proefplek 9a is de kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak waarschijnlijk gedrukt door de grote beplantingsdichtheid. Op percelen met 2 proefplekken waar geen laag met zeer slechte structuur ondiep voorkomt (8-13-18) groeien de bomen het slechtst op de proefplek met de minst gunstige bodemgestelheid (zie tabel 10 en 12).

Alleen bij 18 is de kg-opbrengst per ha en per m^2 kroonoppervlak groter op de slechtste proefplek. De vruchtbomen op deze proefplek hebben veel meer te lijden van kanker dan de bomen op de andere proefplek. Mogelijk is dit een reden van de grotere vruchtbaarheid.

4.5.2 De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden met een goede bovengrondstructuur van respectievelijk meer en minder dan 30 cm dikte.

Vergelijkt men de gem. kg-opbrengst per ha en per m^2 kroonoppervlak en de beplantingsdichtheid van beide onderscheiden groepen dan blijken de gemiddelden op de proefplekken met een goede bovengrond van meer dan 30 cm dikte iets hoger of gelijk te liggen (zie tabel 14).

Tabel 14 Vergelijking van de resultaten van de proefplekken met een goede bovengrondstructuur resp. dikker en dunner dan 30 cm

1959/1963	proefplekken met goede bovengrondstructuur		Q	significantie - verschil
	< 30 cm	> 30 cm		
gem. kg-opbrengst per ha in %	92 (14)	102 (13)	20	geen
gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak in %	99 (14)	99 (13)	41	geen
gem. beplantingsdichtheid	45 (14)	50 (13)	57	geen

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

( ) = aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

Wiskundig betrouwbare verschillen konden echter niet worden aangetoond. Het aantal proefplekken is te klein om per onderscheiden groep een onderverdeling te maken naar het al of niet voorkomen van een ondiep in het profiel aanwezige zeer slechte laag, waardoor het niet mogelijk is de invloed van een dergelijke laag te elimineren.

Wij kunnen echter wel stellen dat de structuur van de bovengrond de ontwikkeling van de vruchtbomen veel minder heeft beinvloed dan het voorkomen van een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm -maaiveld.

Op percelen met 2 proefplekken kon de invloed van de dikte van een goede bovengrond niet worden nagegaan omdat vaak op één van beide proefplekken ondiep een slechte laag voorkwam. Bovendien ontliepen op de meeste percelen de dikten van de goede bovengrond elkaar niet veel.

4.5.3 De resultaten met Jonathan op zware rivierkleigronden met een lichtere ondergrond.

Op een aantal proefplekken begint binnen 90 cm beneden maaiveld kalkrijke stroomruggrond. Op proefplek 5a gaat de rivierklei op 90 cm beneden maaiveld over in lichte rivierleem die op 130 cm weer overgaat in grof zand.

Tabel 15 Kg-opbrengsten van de proefplekken met een lichtere ondergrond

proefplek no.	gem. relatieve kg-opbrengst 1959/1963		aard ondergrond
	per ha	per m^2 kroonopp.	
5a	116	119	vanaf 90 cm rivierleem op 130 cm overgaand in grof zand
5b	104	101	vanaf 80 cm zware kalkrijke stroomruggrond
7a	101	122	vanaf 65 cm kalkrijke stroomruggrond
8a	153	100	vanaf 75 cm kalkrijke stroomruggrond, die snel lichter wordt
13a	125	97	vanaf 85 cm kalkrijke zware stroomruggrond
17a	127	191	vanaf 40 cm zware stroomruggrond die op 55 cm kalkrijk wordt
18b	84	83	vanaf 80 cm zware stroomruggrond die op 90 cm kalkrijk wordt

De kg-opbrengsten op de proefplekken met een lichtere ondergrond (tab. 15) liggen boven het gemiddelde, met uitzondering van die van proefplek 18b. In tegenstelling tot de andere proefplekken is op deze proefplek echter het structuurcijfer van de stroomruggrond laag. Op de percelen met 2 proefplekken groeien de vruchtbomen op de proefplek met stroomruggrond binnen 90 cm beneden maaiveld beginnend, het beste (proefplek 8a, 13a, 18b in fig. 5).

Wanneer men de structuurbeoordeling van de verschillende lagen van het bodemprofiel beziet (tabel 12), dan blijkt, dat er met uitzondering van proefplek 5a, geen lagen met zeer slechte structuur voorkomen.

Tabel 16 Gemiddelde kg-opbrengsten en beplantingsdichtheden op zware rivierkleigronden zonder een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm en zonder veenondergrond, al of niet met een stroomrugondergrond beginnend binnen 90 cm beneden maaiveld

1959/1963	met stroomrugondergrond	zonder stroomrugondergrond	Q	significantie-verschil
rel. kg-opbrengst per ha	116 (6)	104 (8)	18	geen
rel. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak	116 (6)	99 (8)	16	geen
gem. beplantingsdichtheid	51 (6)	47 (8)	4	geen

( ) = aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

Laat men de proefplekken met in het bodemprofiel een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm beneden maaiveld of met een veenondergrond buiten beschouwing, dan is nog de tendens aanwezig dat een kalkrijke stroomruggrond-ondergrond de ontwikkeling van de vruchtbomen gunstig heeft beinvloed. Wiskundig betrouwbare verschillen zijn echter niet aangetoond (zie tabel 16).

4.5.4 De resultaten met Jonathan op zware klei-op-veengronden

Drie proefplekken zijn aangelegd in boomgaarden die geplant zijn op zware klei-op-veen.

Tabel 17 Kg-opbrengsten van de proefplekken op zware klei-op-veen

proef-plek no.	gem. relatieve kg-opbrengst 1959/1963		aard van de ondergrond
	per ha	per m^2 kroon-oppervlak	
10	80	92	vanaf 70 cm rietzeggeveen
12	91	94	vanaf 40 cm kleiig bosveen
19b	114	78	vanaf 55 cm kleiig bosveen

De kg-opbrengsten van de proefplekken 12 en 19b zijn redelijk goed (zie tabel 17), wanneer men in aanmerking neemt, dat op proefplek 12 de kg-opbrengsten van de sterk teruggesnoeide wijkers, die in de winter van 62/63 zijn gerooid, zijn verwaarloosd. Ook de scheutgroei en de bladstand van de bomen zijn goed. Zeer slechte lagen komen in het bodemprofiel niet voor, terwijl het bosveen goed doorlatend is. Op de proefplekken 12 en

19b is ook een goede ontwatering te realiseren in tegenstelling tot proefplek 10, waar boven het veen een laag met zeer slechte structuur voorkomt. Bovendien bestaat de ondergrond uit rietzeggeveen, dat minder doorlatend is dan bosveen. De slechte doorlatendheid van het profiel komt in de kg-opbrengst tot uiting. Ook de scheutgroei van de bomen laat te wensen over.

4.6 De plantafstanden in verband met de bodemgesteldheid

In het voorgaande is reeds aangetoond dat de beplantingsdichtheid een grote invloed heeft op de kg-opbrengst per ha. Door het LEI wordt voor spillen-aanplanten een beplantingsdichtheid van 60 % als de meest gunstige beschouwd. Bij hogere beplantingsdichtheden wordt de kwaliteit van het fruit door minder gunstige belichting nadelig beinvloed, bij lagere beplantingsdichtheden daalt de kg-opbrengst per ha.

Met behulp van metingen van de kroonoppervlakten van de vruchtbomen op de proefplekken is getracht de gewenste plantafstanden op zware rivierklei te benaderen. Wanneer geen grond gebruikt zou worden voor paden, windschermen enz. zou een beplantingsdichtheid van 60 % worden bereikt wanneer het gemiddelde kroonoppervlak per boom gelijk was aan 0,6 x het produkt van de plantafstanden. Daar echter het verlies aan grond voor de paden, windschermen enz. gemiddeld op 10 % gesteld kan worden, bereikt men een beplantingsdichtheid van 60 % wanneer het gemiddeld kroonoppervlak per boom gelijk is aan 0,6 x $\frac{10}{9}$ x produkt van de plantafstanden of omgekeerd dat het produkt van de plantafstanden gelijk aan anderhalf maal het gemiddelde kroonoppervlak per boom moet zijn om een beplantingsdichtheid van 60 % te bereiken.

Tabel 18 Gemiddelde kroonoppervlakte van Jonathan (kleine boomvorm) per proefplek in 1963 op zware rivierkleigrond zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend ondieper dan 80 cm

matig sterke onderstam		sterke onderstam	
proefplek	gem. kroonoppervlak in m^2	proefplek	gem. kroonoppervlak in m^2
2a	11,79	5b	10,68
4b	6,78	11b	10,90
7a	8,80	16	11,14
9a	11,66	19a	7,88
18 a + b	6,13	19b	9,18
gemiddeld	9,03	gemiddeld	9,96
mediaan	8,80	mediaan	10,68

Voor de berekening van de gewenste plantafstanden is uitgegaan van de proefplekken met kleine boomvorm (spil, haag), omdat deze thans voor de moderne aanplantingen vrijwel uitsluitend gebruikt wordt. Doordat ook onderscheid is gemaakt tussen zware rivierkleigronden met, respectievelijk zonder een laag met zeer slechte structuur, beginnend ondieper dan 80 cm, is het aantal proefplekken dat in aanmerking komt voor de berekening van de gewenste plantafstanden vrij gering. Proefplek 5a is bij de matig sterke onderstammen buiten beschouwing gelaten omdat hier de bomen op MIV zeer sterk teruggesnoeid zijn ten gunste van de bomen op MXVI.

Uit tabel 18 blijkt dat, behalve dat het aantal geschikte proefplekken vrij gering is, ook de spreiding in gem. kroonoppervlakte per boom tussen de proefplekken vrij groot is. Daarom is voor de berekening van de gewenste plantafstanden niet uitgegaan van het gemiddelde van het proefplekken maar van de mediaan. Uit tabel 18 volgt dan voor een spillenaanplant van Jonathan op zware rivierkleigronden waarbij geen laag met zeer slechte structuur (zoals bijv. een laklaag) binnen 80 cm voorkomt, een aanbevolen produkt van de plantafstanden van 3/2 x 8,80 m^2 = 13,2 m^2 bij een matig sterke onderstam, van 3/2 x 10,68 m^2 = 16,02 m^2 bij een sterke onderstam. Bij een rijenafstand van 4,5 m moet men op de rij dan resp. op 2,93 m en 3,55 m planten (682 en 562 bomen per ha). Deze waarden komen vrij goed overeen met die welke door Ir. J.D. Gerritsen, rijkstuinbouwconsulent in Geldermalsen, voor Jonathan op zware rivierkleigrond worden aanbevolen nl. op MI en MII van $4\frac{1}{2}$ x 3 m, op MIV en MVII van 4 x 3 m (De Fruitteelt 52, 1962, blz. 359).

De percelen met twee proefplekken hebben het uitgangspunt gevormd voor het nagaan van de gewenste plantafstanden op zware rivierkleigronden met een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm. In tabel 19 zijn de gemiddelde kroonoppervlakten, gemeten in de herfst van 1963, weergegeven van de percelen met Jonathan op matig sterke onderstam (kleine boomvorm) waar een proefplek lag op een zware rivierkleigrond mèt resp. zonder een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm.

Tabel 19 Gemiddelde kroonoppervlakte van Jonathanbomen op matig sterke onderstam (kleine boomvorm) op percelen met twee proefplekken

perceel	gemiddeld kroonoppervlak in m^2		kroonoppervlak van de slechte proefplek in % van de goede proefplek
	proefplek zonder slechte laag	proefplek met slechte laag	
2	11,79	8,9	75,5
5	7,23	6,73	93,1
9	11,66	7,39	63,4
17	5,96	4,95	83,1
gemiddeld			78,8

Het blijkt dat op deze percelen met Jonathan op matig sterke onderstam de kroonoppervlakte per boom op de proefplek met een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm gemiddeld 78,8 % is van die van de proefplek waar deze laag ontbreekt. Dit houdt in dat op zware rivierkleigronden met een zeer slechte structuur binnen 80 cm (vaak een laklaag) het produkt van de plantafstanden 78,8 % moet zijn van die van zware rivierkleigronden zonder een dergelijke laag. Voor een spillenaanplant Jonathan op matig sterke onderstam komt men dan bij een rijenafstand van 4,5 m tot een afstand op de rij van 2,31 m (865 bomen per ha).

Van Jonathan op sterke onderstam zijn te weinig gegevens beschikbaar om op overeenkomstige wijze de gewenste plantafstanden na te gaan voor zware rivierkleigronden met een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag. Men krijgt de indruk dat de groei van de bomen op sterke onderstam minder sterk door zo'n laag wordt beinvloed dan de groei van de bomen op matig sterke onderstam.

Ook voor het nagaan van de invloed van een stroomrugondergrond op de plantafstanden zijn te weinig gegevens beschikbaar.

4.7 Beworteling en bodemgesteldheid

Het voorkomen van een laag met zeer slechte structuur ondiep in het profiel beinvloedt de groei van de vruchtbomen ongunstig. Nagegaan is of dit ook het geval is met de ontwikkeling van het wortelstelsel, Op iedere proefplek is een bewortelingsopname gemaakt. De aantallen wortels die waargenomen zijn op een wand van een profielkuil van 2 m lengte zijn laagsgewijze per 10 cm geteld (zie tabel 20).

Tabel 21 De beworteling van bomen Jonathan op gronden respectievelijk mèt en zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend binnen 80 cm beneden maaiveld

	proefplekken		Q	significantie-verschil
	met slechte laag	zonder slechte laag		
totaal aantal wortels op een profielwand van 2 m lengte	236 (12)	331 (18)	116	xx
idem in de laag 0-60 cm	214 (12)	269 (18)	94	x
bewortelingsdiepte in cm	66 (12)	82 (18)	90	x

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

x = significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %

xx= significant bij onbetrouwbaarheid van 1 %

()= aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

Uit tabel 21 blijkt dat gemiddeld het totaal aantal getelde wortels op de proefplekken met een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag, wiskundig betrouwbaar lager is dan op de proefplekken zonder een dergelijke laag. Hetzelfde geldt voor het totaal aantal wortels in de bovenste 60 cm en voor de bewortelingsdiepte (zie tabel 12), Een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag heeft blijkbaar ook het wortelstelsel nadelig beinvloed. Vergelijkt men de beworteling van Jonathanbomen op de twee proefplekken per perceel met elkaar dan blijkt de beworteling het slechtste te zijn op de proefplek waar de bomen het slechtst groeien (zie figuur 6). Hierop is één uitzondering, nl. perceel 18. Voorts valt bij het bestuderen van figuur 6 op dat op een aantal percelen het totaal aantal wortels in de bovenste 30 cm juist op de slechte proefplek het grootst is.

Tussen de beworteling van de bomen op de proefplekken met een goede bovengrond van meer respectievelijk minder dan 30 cm dikte zijn geen wiskundig betrouwbare verschillen vastgesteld. Mogelijk is door de sterke invloed op de beworteling van een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag de invloed van de bovengrond niet aan te tonen.

Er is ook nog op een andere wijze nagegaan of er verband bestaat tussen beworteling en bodemgesteldheid. Hierbij is uitgegaan van de laag 20-60 cm van het profiel. Deze laag is op alle proefplekken beworteld. De bovenste 20 cm zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze laag in de loop van de zomer sterk kan uitdrogen en daardoor een minder gunstig milieu voor de beworteling heeft. De lagen dieper dan 60 cm

zitten op verschillende proefplekken periodiek of altijd in het grondwater en zijn daardoor onderling minder goed vergelijkbaar.

Vergeleken zijn de aantallen getelde wortels van de lagen 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm of 50-60 cm of een combinatie van deze lagen, voor zover zij in één structuurlaag vallen, met de structuurbeoordeling van deze lagen. Er blijkt een wiskundig betrouwbaar verband tussen beide grootheden te bestaan (zie fig. 7), wanneer men de proefplekken 12 (1 laag) en 19b (2 lagen) buiten beschouwing laat. Deze twee proefplekken zijn aangelegd op klei-op-veengronden, de beworteling is er, ondanks de lage structuurbeoordeling, goed.

4.8 Beworteling, kg-opbrengst en beplantingsdichtheid

In de voorgaande bladzijden is aangetoond dat een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag zowel de bovengrondse ontwikkeling van de vruchtbomen als de beworteling nadelig beinvloedt. Het ligt voor de hand ook eens na te gaan of op de zware rivierkleigronden een rechtstreeks verband aanwezig is tussen beworteling en kg-opbrengst.

Tabel 22 Verband tussen de beworteling en de kg-opbrengst

variabelen, waarop de correlatieberekening betrekking heeft		aantal proef-plekken	correlatie-coëfficiënt
Totaal aantal getelde wortels	Gem. kg-opbrengst per ha 1959/1963	27	0,68 ''')
Aantal getelde wortels in de laag 0-30 cm	" "	"	0,53 ''')
Bewortelingsdiepte	" "	"	0,17
Totaal aantal getelde wortels	Gem. kg-opbrengst per m^2 kroonopp.vl. 1959/1963	"	0,59 ''')
Aantal getelde wortels in de laag 0-30 cm	" "	"	0,59 ''')
Bewortelingsdiepte	" "	"	0,09
Totaal aantal getelde wortels	Gem. beplantingsdichtheid 1959/1963	"	0,36 ')

') significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %
") " " " " 1 %
''') " " " " 0,1 %

Uit tabel 22 blijkt inderdaad dat er een, wiskundig zeer betrouwbaar, verband bestaat tuseen de aantallen getelde wortels op de wand van de profielkuil enerzijds en de gem. kg-opbrengst per ha en per m^2 kroonoppervlak over de periode 1959/1963 anderzijds. Ook tussen de gem. beplantingsdichtheid over de periode 1959/1963 en het totaal aantal getelde wortels is een wiskundig betrouwbaar verband aanwezig. Door de slechtere beworteling groeien de bomen blijkbaar minder goed en wordt de kg-opbrengst nadelig beinvloed.

Opmerkelijk is echter dat er geen verband tussen de bewortelingsdiepte en de kg-opbrengst kon worden aangetoond. Blijkbaar kan een geringere bewortelingsdiepte gecompenseerd worden door een meer vertakt wortelstelsel indien de bodemgesteldheid van de bovenste lagen dit mogelijk maakt. De beworteling van de proefplekken 12 en 16 wijst in deze richting.

Het is merkwaardig dat een betrouwbaar verband gevonden wordt tussen de kg-opbrengst per m^2 vruchtdragend oppervlak en de aantallen getelde wortels. Immers een ondiep in het profiel aanwezige laag met slechte structuur heeft wel de beworteling sterk beinvloed (zie tabel 21) maar een wiskundig betrouwbaar verschil in de relatieve kg-opbrengst per m^2 vruchtdragend oppervlak tussen de proefplekken mèt respectievelijk zonder een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag kon niet worden vastgesteld (zie tabel 13).

4.9 Grondwaterstand en bodemgesteldheid

Op 21 proefplekken zijn de grondwaterstanden regelmatig opgenomen. Als karakterisering van de grondwaterhuishouding zijn berekend de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de mate van fluctuatie. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is berekend door het gemiddelde te nemen van de 3 hoogste grondwaterstanden, die in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) zijn gemeten. Zijn gedurende meerdere hydrologische jaren grondwaterstandswaarnemingen verricht dan worden de gemiddeld hoogste grondwaterstanden van de verschillende hydrologische jaren op hun beurt weer gemiddeld om de GHG te verkrijgen. De berekening van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) geschiedt op overeenkomstige wijze. Het verschil tussen GHG en GLG is een maat voor de fluctuatie (F) van het grondwater. Het is op twee wijzen weergegeven, nl. in cm's en in procenten van de GLG. Deze laatste weergave is belangrijk voor het nagaan van de reactie van de vruchtbomen op de grondwaterhuishouding.

Het maakt nl. voor de vruchtbomen een groot verschil of de fluctuatie van het grondwater zich bijv. afspeelt tussen 75 tot 100 cm of tussen 25 tot 50 cm. In het eerste geval zit maar 25 % van het boven de GLG gelegen deel van het profiel periodiek in het grondwater, in het tweede geval echter 50 %, terwijl de fluctuatie in cm's gelijk is. Uit tabel 23 blijkt dat de ontwatering op de proefplekken nogal uiteenloopt. De GLG varieert van 57 tot 133 cm, terwijl de fluctuatie resp. uiteenloopt van 32 tot 125 cm en 34 tot 100 %.

Vrijwel alle in het onderzoek betrokken percelen zijn gedraineerd, terwijl een aantal ook onderbemalen wordt. Komen boven de drains echter slecht doorlatende lagen voor dan wordt de afvoer van het regenwater naar de drains sterk vertraagd, wat bij veel regen een sterke grondwaterstijging tot gevolg kan hebben.

Er kan dan een zgn. "schijnspiegel" ontstaan doordat het water op de slecht doorlatende laag blijft staan. Plaatst men een grondwaterstandsbuis juist tot op deze laag (ondiepe buis) en een tweede buis door deze laag heen (diepe buis) dan kan men in de ondiepe buis veel hogere grondwaterstanden meten dan in de diepe buis. Op de proefplekken 2b, 4a, 4b, 5a, 6, 7b, 9b, 10, 11a, 11b, 14 en 17b zijn dergelijke "schijnspiegels" waargenomen.

Vergelijkt men de grondwaterhuishouding van de proefplekken met een ondiep in het profiel voorkomende laag met zeer slechte structuur met die van de proefplekken waar een dergelijke laag ontbreekt dan blijkt deze op de eerstgenoemde proefplekken slechter te zijn.

Tabel 24 Gegevens over de grondwaterhuishouding van de proefplekken resp. met en zonder een laag met zeer slechte structuur beginnend binnen 80 cm beneden maaiveld

	proefplekken		Q	significantie-verschil
	met slechte laag	zonder slechte laag		
GHG	24 cm (9)	43 cm (12)	62	x
GLG	94 cm (9)	105 cm (12)	27	
F in cm	70 cm (9)	62 cm (12)	17	
F in %	75 % (9)	60 % (12)	52	x

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

x = significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %

()= het aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald.

Hoewel de verschillen niet groot zijn (tabel 24) is de fluctuatie van de grondwaterstand op de proefplekken met een slechte laag gemiddeld groter dan op de proefplekken waar een dergelijke laag ontbreekt. Het verschil in fluctuatie uitgedrukt in % van de GLG is wiskundig betrouwbaar, dit is ook het geval met het verschil tussen de gemiddelde hoogste grondwaterstanden. In overeenstemming met de gevonden grotere fluctuatie van de grondwaterstand op de proefplekken met een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag, is de constatering van het optreden van "schijnspiegels" na hevige regenval op vrijwel alle proefplekken met een dergelijke laag.

Vergelijkt men de grondwaterhuishouding van de proefplekken met stroomondergrond met die van de proefplekken met een zware kleiondergrond zonder een ondiep in het profiel voorkomende laag met slechte structuur, dan blijkt deze op de eerstgenoemde plekken gunstiger te zijn (tabel 25).

Tabel 25 Gegevens over de grondwaterhuishouding van de proefplekken zonder een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag resp. met en zonder een stroomgrondondergrond.

	proefplekken				Q	significatie-verschil
	met stroomgrond-ondergrond		zonder stroom-grondondergrond			
GHG	61 cm	(3)	38 cm	(7)	14	')
GLG	115 cm	(3)	110 cm	(7)	1	
F in cm	54 cm	(3)	72 cm	(7)	15	')
F in %	47 %	(3)	65 %	(7)	16	')

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

')= bijna significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %

()= aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald.

Het verschil in fluctuatie van de grondwaterstand en het verschil in GHG zijn bijna wiskundig betrouwbaar.

De klei-op-bosveenprofielen (proefplek 12-19b) zijn goed doorlatend. In de grondwaterstandsgegevens van proefplek 12 komt dit niet goed tot uiting. Deze proefplek ligt nl. in een boomgaard die onderbemalen wordt met een windmolen. In een regenperiode met weinig wind kan doordoor de slootwaterstand en de daarmee corresponderende grondwaterstand sterk stijgen. De grondwaterhuishouding van proefplek 10 (klei-op-zeggeveen met een ondiep in het profiel voorkomende slechte laag) daarentegen was zeer ongunstig.

4.10 Grondwaterstand en beworteling

Tussen GLG en de bewortelingsdiepte is een zeer goed verband aanwezig (zie figuur 8), wat te verwachten was.

De omstandigheden van de groei van het wortelstelsel zijn in het gedeelte van het profiel dat periodiek in het grondwater staat, minder gunstig. In overeenstemming hiermede is de zeer betrouwbare negatieve correlatie tussen het totaal aantal getelde wortels en de mate van fluctuatie van het grondwater uitgedrukt in % van de GLG die werd gevonden (zie tabel 26).

Tabel 26 Verband tussen de grondwaterstand en de beworteling

variabelen, waarop de correlatieberekening betrekking heeft	aantal proefplekken	correlatie-coëfficiënt
F in % en totaal aantal getelde wortels	21	- 0,67 '''')
GLG en totaal aantal getelde wortels	21	0,17

'''') significant bij onbetrouwbaarheid van 0,1 %

Tussen de GLG en het totaal aantal getelde wortels is geen betrouwbaar verband gevonden.

Tabel 27 Beworteling van Jonathanbomen veredeld resp. op matig sterke en sterke onderstam

	proefplekken met		Q	significantie van het verschil
	sterke onderstam	matig sterke onderstam		
bewortelingsdiepte in cm	58 (11)	81 (19)	161	xxx
totaal aantal wortels op een profielwand van 2 m lengte	261 (11)	312 (19)	47	geen

xxx = significant bij onbetrouwbaarheid van 5 %

Q = toetsingsgrootheid van de toets van Wilcoxon

( ) = aantal proefplekken waarvan het gemiddelde is bepaald

Opmerkelijk is het verschil in bewortelingsdiepte tussen de proefplekken met Jonathan op sterke onderstam en de proefplekken met Jonathan op matig sterke onderstam (zie tabel 27). Gezien het nauwe verband dat bestaat tussen bewortelingsdiepte en GLW kan men hieruit concluderen dat de fruittelers op de slecht ontwaterde percelen in het algemeen sterke onderstammen hebben geplant.

4.11 Poriënvolume en structuur

Tijdens de structuurbeschrijving van de grond op de proefplekken zijn van de onderscheiden structuurlagen ringmonsters met een inhoud van 100 cc in duplo genomen om het poriënvolume te bepalen. Dit is gedaan om na te kunnen gaan of er verband bestaat tussen het poriënvolume en de structuur. De verwachting was dat dichte lagen een lager poriënvolume zouden bezitten.

Om het poriënvolume te kunnen berekenen is van een groot aantal monsters het soortelijk gewicht van de vaste bestanddelen bepaald. In figuur 9 zijn de gevonden waarden uitgezet tegen de bijbehorende humusgehalten. Naarmate het humusgehalte hoger wordt neemt het s.g. van de vaste bestanddelen af. De regressievergelijking die het verband tussen beide grootheden weergeeft, is gebruikt voor de berekening van de soortelijke gewichten die nodig zijn voor de berekening van het poriënvolume uit het gewicht van de droge grond van de ringmonsters.

Het blijkt dat het poriënvolume van de humeuze bovengrond sterk wordt beinvloed door het humusgehalte. Naarmate het humusgehalte hoger is, neemt het poriënvolume toe (zie fig. 10). In deze figuur is ook aangegeven welke monsters zijn genomen uit een laag met een structuurbeoordeling hoger, resp. lager dan 6.

De punten van beide onderscheidingen liggen in deze figuur echter zo willekeurig door elkaar heen dat niet gesproken kan worden van enig verband tussen poriënvolume en structuur. Ook het lutumgehalte beinvloedt het poriënvolume. Dit blijkt uit figuur 11 waar de poriënvolumina van de lagen onder de humeuze bovengrond zijn uitgezet tegen het lutumgehalte. Uit deze figuur blijkt, evenals uit de vorige figuur, dat er geen verband is tussen de structuurbeoordeling en het poriënvolume.

Blijkbaar is het poriënvolume geen geschikt criterium voor het karakteriseren van de structuur in zware rivierkleigronden. Een beter criterium zou het luchtgehalte bij pF = 2 kunnen zijn. Dit luchtgehalte komt overeen met het volumepercentage niet-capillaire poriën. Voor een goede structuur van zware rivierkleigronden is nl. nodig dat een voldoend aantal grote poriën aanwezig is. Het luchtvolume bij pF = 2 werd echter niet bepaald.

4.12 Perforatiegraad en structuur

Op enige afstand van de stam van een vruchtboom is op de meeste proefplekken op verschillende diepten telkens op een horizontale oppervlakte van 20 x 20 cm het aantal wormgangen geteld (zie tabel 28). In figuur 12 zijn tegen elkaar uitgezet het aantal getelde wormgangen (perforatiegraad) op 5 of 10 cm diepte, resp. op 15 of 20 cm diepte en de structuurbeoordeling van de grond op deze diepten. Het blijkt dat er geen betrouwbaar verband aanwezig is. Dit behoeft echter niet in te houden dat er ook geen verband bestaat tussen de wormen - populatie en de structuur. O.a. Jongerius heeft erop gewezen dat in gronden met een goede structuur de wormen zoveel mogelijk gebruik maken van de tussen de structuurelementen voorkomende holten. Zij kunnen daarbij zonodig de structuurelementen opzij duwen, waarbij eventueel voorkomende oudere gangen geleidelijk worden dichtgedrukt. In dichte lagen daarentegen kunnen zij de grond niet opzij duwen en daarbij andere gangen verstoren, doch zij moeten zich door de grond heen eten. De relatief weinige gangen die worden gemaakt, blijven dan ook vrijwel alle intact.

Vergelijkt men de perforatiegraden van twee proefplekken op één perceel met elkaar dan blijkt echter in de meeste gevallen de proefplek, waar de bomen het slechtste groeien, de laagste perforatiegraden te hebben.

Daar de betekenis van de wormgangen voor de doorlatendheid van de grond afhankelijk is van de diameter, is bij het tellen een onderscheid gemaakt in wormgangen met een diameter resp. van >0,4 cm, 0,2-0,4 cm en 0,2 cm. Voor deze groepen is aangenomen dat de gemiddelde diameter bedraagt resp. 0,6, 0,3 en 0,1 cm. Stelt men het aantal gangen per m^2 in de onderscheiden groepen resp. op a, b en c dan wordt de zgn. hydraulische dwarsdoorsnede $(0{,}36a + 0{,}09b + 0{,}01c) \times \frac{\pi}{4}$ cm^2/m^2.

Uit figuur 13 blijkt, evenals bij de perforatiegraad, dat er geen verband aanwezig is tussen de hydraulische dwarsdoorsnede op 5 of 10 cm diepte resp. op 15 of 20 cm diepte en de structuurbeoordeling van de grond op deze diepten. Op de percelen waarop 2 proefplekken zijn aangelegd is het verschil in hydraulische dwarsdoorsnede tussen beide proefplekken minder groot dan het verschil in perforatiegraad (zie tabel 29). Dit komt door het hogere percentage grote wormgangen op de "slechte plekken".

4.13 Het optreden van gebreksziekten en bemesting

De zware rivierkleigronden staan bekend als kalifixerende gronden, d.w.z. bij bemesting wordt een groot gedeelte van de kali zodanig vastgelegd dat het niet of zeer moeilijk voor de plant beschikbaar is. Op de proefplekken zijn echter geen kaligebreksverschijnselen waargenomen, dank zij de zware kalibemesting die de fruittelers jaarlijks geven. Algemeen wordt 1000 kg zwavelzure kali per ha gegeven, soms nog meer. De stikstofbemesting bedraagt meestal 1000 kg kas per ha, op de humusrijke klei-op-veengronden gaat men echter niet hoger dan 600 à 800 kg kas per ha. Het fosfaatgehalte is op verscheidene proefplekken zo hoog dat geen fosfaatbemesting meer nodig is. Lichte bladstand, wijzende op onvoldoende stikstofopname door de vruchtbomen is op sommige proefplekken waargenomen na langdurige droogte.

4.14 Het optreden van kanker (Nectria galligena)

Op een aantal proefplekken waren de bomen aangetast door de kankerzwam. Ernstige kankeraantasting kwam voor op de proefplekken 4a, 6 en 18a. Op enkele percelen met 2 proefplekken waren de bomen het ernstigst aangetast op de proefplek waar de bodemgesteldheid het ongunstigste was (proefplek 4a, 9b en 18a). Voorts waren de bomen op proefplek 7a minder aangetast door kanker dan de bomen in hetzelfde perceel op dezelfde rij waar het bodemprofiel iets ongunstiger was dan op proefplek 7a.

5. DISCUSSIE

Uit het onderzoek is duidelijk naar voren gekomen dat op zware rivierkleigronden de kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak van Jonathanbomen in volle produktie veel minder door de bodemgesteldheid wordt beinvloed dan de afmetingen van de bomen. Hieruit volgt dat de kg-opbrengst per ha Jonathan van een goed verzorgde boomgaard in volle produktie voornamelijk wordt bepaald door de beplantingsdichtheid. In vergelijking met de resultaten van het opbrengstenonderzoek bij Jonathan in spillenaanplanten dat door het IEI in de Betuwe wordt uitgevoerd en de resultaten van de proefplekken op stroomruggrond bleek dat de gemiddelde kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak op zware rivierkleigronden niet afweek van het gemiddelde voor de gehele Betuwe.

De kg-opbrengsten per ha op zware rivierkleigronden in boomgaarden in volle produktie behoeven blijkdaar niet lager te liggen dan op de lichtere rivierkleigronden indien men zorgt voor een goede beplantingsdichtheid.

In het verleden zijn de boomgaarden op de zware rivierkleigronden vaak te ruim geplant omdat men tijdens het planten blijkbaar verwachtte dat de bomen groter zouden worden dan zij uiteindelijk geworden zijn.

Voor Jonathan op matig sterke onderstam wordt op zware rivierkleigrond een beschikbare oppervlakte per boom van 13,2 of 10,4 m^2 aanbevolen, afhankelijk van het al of niet aanwezig zijn van een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm. Bij een rijenafstand van 4,5 m komt dit neer op 2,93 m resp. 2,31 m in de rij.

Deze plantafstanden komen vrij goed overeen met die welke Ir. J.D. Gerritsen, rijkstuinbouwconsulent te Geldermalsen, voor komkleigrond adviseert. Voor Jonathan op MI en MII zijn deze $4\frac{1}{2}$ x 3 m, voor Jonathan op MIV en MVII, 4 x 3 m.

Over de tijdsduur die verloopt tussen het planten en het in produktie komen van de bomen geeft dit onderzoek geen inlichtingen. Voor de rentabiliteit en financiëring van een aanplant is dit echter wel belangrijk. De resultaten van fruitteeltproefbedrijven kunnen hieromtrent echter inzicht geven. In verband hiermede wordt gewezen op de fruitaanplantingen op de proefboerderij de "Vlierd", gelegen op zware rivierklei in de Bommelerwaard. Op het in het voorjaar van 1954 ingeplante grondwaterstandsproefveld worden verschillende appelrassen en onderstammen bij verschillende grondwaterstanden beproefd. Op een ander perceel van bovengenoemd proefbedrijf, dat in januari 1959 met appels is ingeplant, is het accent van het onderzoek gelegd op de bodembehandeling.

De zware rivierkleigronden kan men verder indelen. De verschillende varianten kunnen, wat hun geschiktheid voor fruitteelt betreft, uiteenlopen. Uit het onderzoek blijkt o.a. dat zware rivierkleigronden met een laag met zeer slechte structuur (vaak laklagen of lakachtige lagen) binnen 80 cm de slechtste resultaten geven. De bomen blijven kleiner, de kans op kankeraantasting en het afsterven van vruchtbomen wordt groter. Deze laag beinvloedt de waterhuishouding nadelig. In natte toestand zwelt deze laag helemaal dicht waardoor hij zeer slecht doorlatend wordt. Het regenwater zakt daardoor zeer langzaam naar de drains die meestal op 80 cm of dieper liggen. Op verschillende proefplekken met een dergelijke laag zijn na zware regenval schijnspiegels waargenomen. De sterke fluctuatie van de grondwaterstand hangt hiermee samen. Op dergelijke bodemprofielen is de beworteling ook slechter. De wortelintensiteit is geringer, bovendien wortelen de bomen ondieper. Op verschillende proefplekken met een dergelijke laag zijn dode wortels waargenomen. De slechtere beworteling heeft weer een geringere groei van de vruchtbomen tot gevolg. Zware rivierkleigronden waar dergelijke lagen binnen 80 cm voorkomen kan men beter niet met fruit inplanten.

Vaak treft men echter percelen aan waar op een gedeelte van een perceel ondiep in het profiel een laag met zeer slechte structuur voorkomt. Wanneer men dergelijke percelen wil inplanten, komt de vraag naar voren wat met de slechte plekken moet gebeuren.

Voor het inplanten zijn de zware rivierkleigronden voornamelijk als weiland gebruikt, wat vaak gepaard gaat met hoge slootwaterstanden. Voor boomgaarden op zware rivierkleigrond is echter een diepe ontwatering gewenst. Bij diepe ontwatering zullen de lagen met zeer slechte structuur in de zomer meer uitdrogen waardoor zij gaan scheuren. Door de scheuren worden deze lagen goed doorlatend. Door de diepere ontwatering wordt het waterbergend vermogen groter wat tot gevolg heeft dat er meer regen moet vallen voor de grond met water verzadigd is en het grondwater gaat stijgen. Hierdoor zullen in de herfst de slechte lagen minder snel dichtzwellen dan bij hogere grondwaterstanden. Bij diepe grondwaterstanden zal ook de biologische activiteit dieper in de grond groter worden wat tot gevolg kan hebben dat een laklaag of lakachtige laag langzaam "oplost". De storende invloed van deze lagen kan echter nog jaren aanwezig zijn.

Op een perceel in de Alblasserwaard zijn in 1963 onder auspiciën van het Rijkstuinbouwconsulentschap Geldermalsen de stroken waarop de bomen geplant zullen worden, diep bewerkt door de grondmengmachine "Cerejac". Het betrof hier klei-op-veengronden, met een kleidek van 40 à 60 cm. Boven het doorgaans goed doorlatende bosveen kwam een zware, grijze, slecht doorlatende kleilaag voor van ca. 25 cm dikte.

Deze kleilaag werd gemengd met het goed doorlatende veen eronder in de hoop dat hierdoor de storende invloed van deze laag zou worden opgeheven. Met mechanische grondverbetering van diepe komgronden met slechte lagen is nog geen ervaring opgedaan. Men kan echter verwachten dat de kans op structuurbederf veel groter is dan bij de diepe grondbewerking van de klei-op-veengronden.

Wanneer men diepe grondbewerking buiten beschouwing laat dan kan men, door op de plekken met ondiep in het profiel voorkomende zeer slechte lagen, nauwer te planten, de invloed van deze laag op de kg-opbrengst per ha voor een groot deel ongedaan maken. Men loopt echter op deze plekken een groter risico op afsterven van bomen. Vanzelfsprekend blijft een diepe ontwatering vereist.

Op de klei-op-veengronden wordt 's zomers uit vrees voor het inklinken van het veen doorgaans niet dieper dan tot de veenondergrond ontwaterd. In de winter houdt men wel lagere slootwaterstanden aan om een groter vochtbergend vermogen te verkrijgen.

Bij het karteren van zware rivierkleigronden dient het voorkomen van lagen met zeer slechte structuur (meestal laklagen of lakachtige lagen) binnen 80 cm beneden maaiveld in het profiel beginnend aangegeven te worden om tot een goede geschiktheidsclassificatie voor fruitteelt te kunnen komen.

De zware rivierkleigronden met lichtere stroomrugondergrond hebben gemiddeld de hoogste kg-opbrengsten gegeven. Op de proefplekken kwamen in deze gronden geen lagen met zeer slechte structuur voor. Ook in vergelijking met de tot minstens 90 cm beneden maaiveld uit komklei bestaande rivierkleigronden, waarin geen lagen met zeer slechte structuur binnen 80 cm optreden, zijn de resultaten gemiddeld beter, hoewel de verschillen niet significant zijn.

De resultaten op de twee ondiep bewortelbare klei-op-bosveengronden waren goed. De percelering van deze gronden is echter minder gunstig (lange, smalle percelen).

Op de meeste proefplekken is Jonathan veredeld op MIV. Vergelijkt men de gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak van de proefplekken met matig sterke onderstam met die van de proefplekken met sterkeonderstam dan is de eerste gemiddeld het hoogst, hoewel het verschil niet significant is. Op de proefplekken waar MIV naast MXVI voorkwam is de gem. kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak het grootst bij MIV. Betrekt men hierbij nog het sneller in produktie komen van MIV dan is de conclusie gerechtvaardigd, dat MIV op zware rivierkleigrond de voorkeur verdient boven een sterke onderstam. De fruittelers hebben op slecht ontwaterde percelen bij voorkeur sterke onderstammen geplant. Het is de vraag of dit juist is geweest.

Nachtvorstschade van betekenis is tijdens het onderzoek niet opgetreden. Vroegere ervaringen hebben echter geleerd dat boomgaarden op komgronden extra gevoelig zijn voor nachtvorst. Naarmate men meer naar het westen gaat neemt het nachtvorstgevaar af. In het verleden hebben muizen nogal eens schade gedaan. Hiertegen is echter een afdoende bestrijding mogelijk.

Reeds is opgemerkt dat zware rivierkleigronden gevoelig zijn voor structuurbederf. Na zware regenval zal men op zware rivierkleigronden langer moeten wachten, voordat men zonder bezwaar met machines in de boomgaard gaat werken dan op de lichtere gronden. In een natte herfst kan het vervoer van het geplukte fruit meer moeilijkheden geven dan op een lichte grond.

Het fruittelen op zware rivierkleigronden gaat moeilijker dan op de lichtere stroomgronden. Het risico is groter. Wanneer een fruitteler besluit op zware rivierkleigrond een boomgaard te planten, dan dient hij zich te realiseren dat om tot een goed resultaat te komen hij zich met zijn beplanting en zijn cultuurmaatregelen moet aanpassen aan de eigenschappen van een zware rivierkleigrond.

Wanneer men de structuur van de grond wil gaan correleren met de ontwikkeling van gewassen is het gewenst dat uit de structuurbeschrijvingen volgens de "methode Jongerius" structuurbeoordelingen worden afgeleid. Structuurbeoordelingen in bijv. een tiendelige schaal zijn nl. statistisch te verwerken, structuurbeschrijvingen niet.

In dit onderzoek is dit ook gedaan en is het uitgangspunt geweest, dat voor vruchtbomen de structuur van zware rivierkleigronden beter is naarmate het poriënvolume uit een groter percentage grote poriën (>30 mu) bestaat. Dit percentage is afhankelijk van de vorm, de afmetingen en de structuurgraad van de structuurelementen en van de porositeit van de structuurelementen zelf. Door aan deze gegevens van de structuurbeschrijvingen een bepaald gewicht toe te kennen zijn uit de structuurbeschrijvingen van de onderscheiden structuurlagen structuurbeoordelingen in tiendelige schaal afgeleid. Het is echter jammer dat van de onderscheiden structuurlagen de luchtgehalten bij pF2 (bij deze vochtspanning zijn alleen de poriën groter dan 30 mu met lucht gevuld) niet bepaald zijn. Bij juiste interpretatie van de structuurbeschrijvingen kan men een goed verband verwachten tussen de luchtgehalten bij pF2 en de structuurbeoordelingen. Voor een juiste interpretatie van de structuurbeschrijvingen pleit dat een verband is gevonden tussen de ontwikkeling van de appelbomen en het al of niet ondiep in het profiel voorkomen van een laag met een structuurbeoor-

deling kleiner dan 2 dat bovendien meestal een lakachtige laag bleek te zijn. Voorts bleek in de laag van 20 tot 60 cm de beworteling beter te zijn naarmate de structuurbeoordeling hoger was.

6. CONCLUSIES

1. De gem. kg-opbrengst Jonathan van de onderzochte boomgaarden op zware rivierkleigronden ligt niet beneden het gemiddelde van de Betuwe dat door het LEI is bepaald.
2. De kg-opbrengst per ha wordt zeer sterk beinvloed door de beplantingsdichtheid. Voor zware rivierkleigronden zonder, resp. met een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm -maaiveld, wordt voor Jonathan op matig sterke onderstam een produkt van plantafstanden aanbevolen van resp. 13,2 en 10,4 m^2(682 en 865 bomen per ha).
3. Het voorkomen van een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm beneden maaiveld heeft op de zware rivierkleigronden de groei produktie en beworteling van de Jonathanbomen nadelig beinvloed.
4. Gemiddeld waren groei en produktie van Jonathanbomen het beste op zware rivierkleigronden met een lichtere stroomruggrond-ondergrond, beginnend binnen 90 cm beneden maaiveld.
5. Groei en produktie van de Jonathanbomen op de twee proefplekken, gelegen op klei-op-bosveengronden, waren goed.
6. Tussen de aantallen getelde wortels op een wand van een profielkuil en de kg-opbrengst is een positieve correlatie gevonden, tussen bewortelingsdiepte en kg-opbrengst niet.
7. Tussen de aantallen getelde wortels op een wand van een profielkuil en de fluctuatie van de grondwaterstand (het verschil tussen gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand uitgedrukt in procenten van de gemiddeld laagste grondwaterstand) is een positieve correlatie aanwezig. De grondwaterstand schommelt gemiddeld het sterkst op de zware rivierkleigronden met een laag met zeer slechte structuur binnen 80 cm, gemiddeld het minst op de zware rivierkleigronden met een stroomrugondergrond.
8. Geen correlatie is vastgesteld tussen het aantal getelde wortels en de bewortelingsdiepte.
9. In de laag 20-60 cm beneden maaiveld bleek de beworteling beter naarmate de structuurbeoordeling hoger was.
20. Op enkele percelen werd de ernstigste kankeraantasting geconstateerd op de proefplek met de ongunstigste bodemgesteldheid en waterhuidhouding.
11. Verband tussen structuurbeoordeling en poriënvolume kon niet worden vastgesteld. Het poriënvolume van zware rivierkleigrond wordt groter naarmate het humusgehalte of lutumgehalte toeneemt.

7. SAMENVATTING

Van 1959 t/m 1963 is door de Stichting voor Bodemkartering met medewerking van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst een proefplekkenonderzoek bij Jonathan in volwassen boomgaarden uitgevoerd. Het onderzoek is opgezet om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden die de zware rivierkleigronden (komkleigronden) bieden voor de fruitteelt. De gem. kg-opbrengsten op deze zware gronden van het proefplekkenonderzoek bleken niet lager te liggen dan de gemiddelde kg-opbrengsten, die door het LEI zijn bepaald voor alle gronden van de Betuwe. Op de proefplekken bleken de gem. kg-opbrengsten per ha sterk af te hangen van de beplantingsdichtheid. De kg-opbrengsten per ha werden sterker beinvloed door de bodemgestelheid van de kg-opbrengsten per m^2 kroonoppervlak. Hieruit blijkt dat een aanpassing aan de bodemgesteldheid mogelijk is door een juiste keuze van de plantafstanden. Groei en produktie waren gemiddeld het beste op de komkleigronden met stroomruggrond-ondergrond. Op de twee proefplekken gelegen op dunne klei-op-bosveengronden werden bevredigende resultaten behaald. De slechtste resultaten gaven de zware rivierkleigronden met een laag met zeer slechte structuur, beginnend binnen 80 cm beneden maaiveld, in het bodemprofiel. In overeenstemming hiermede is de opbrengstdaling, die bij toenemende fluctuatie van het grondwater werd geconstateerd. Door een laag met zeer slechte structuur wordt de afvoer van het regenwater vertraagd, wat resulteert in periodiek hoge grondwaterstanden en een sterke fluctuatie van het grondwater. Hierdoor wordt de beworteling ongunstig beinvloed. Op enkele percelen werd verband tussen bodemgesteldheid en kankeraantasting vastgesteld. Tussen poriënvolume en structuurbeoordeling kon geen duidelijk verband worden aangetoond.

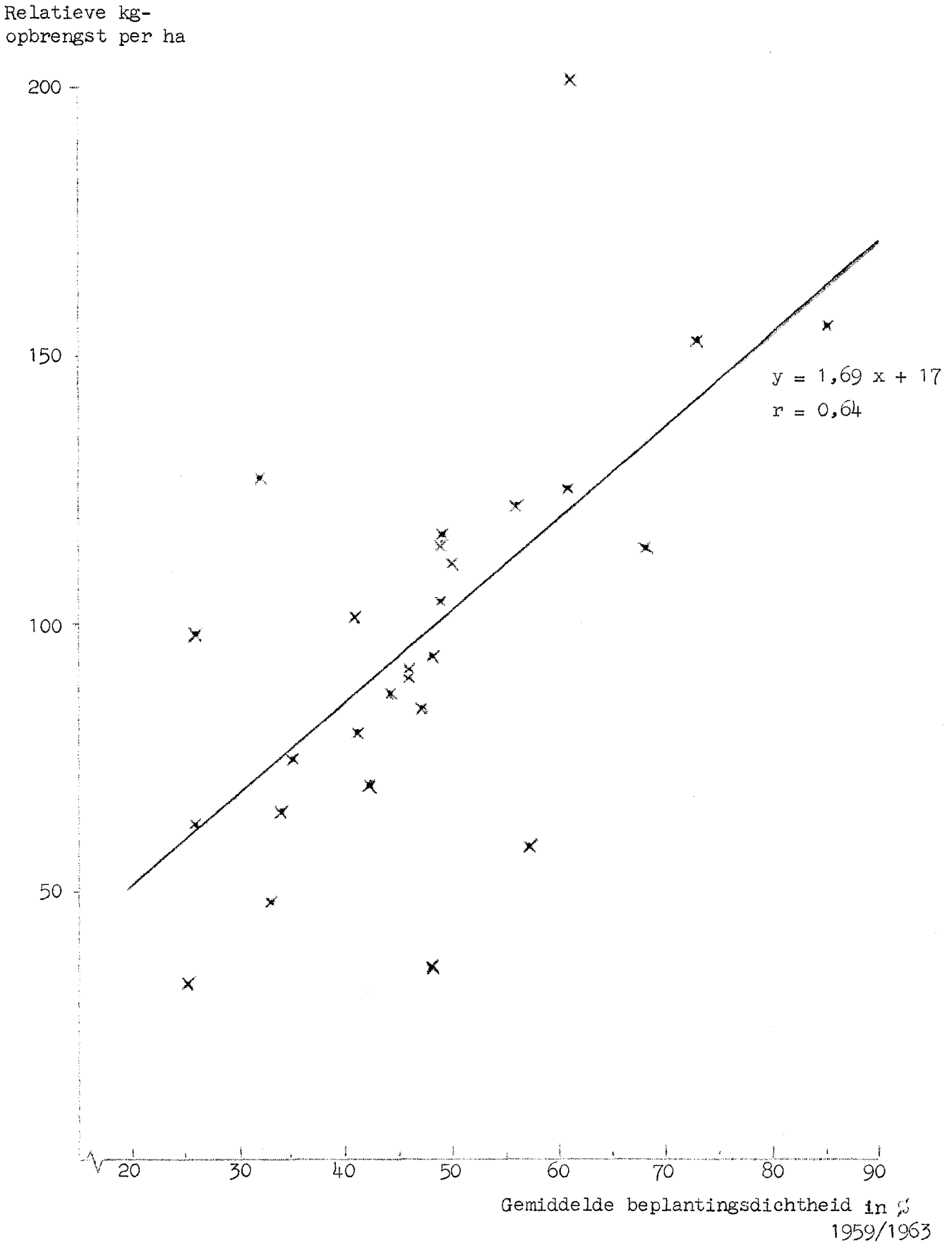


Fig. 2. Het verband tussen de relatieve kg-opbrengst per ha 1959/1963 en de gemiddelde beplantingsdichtheid 1959/1963.

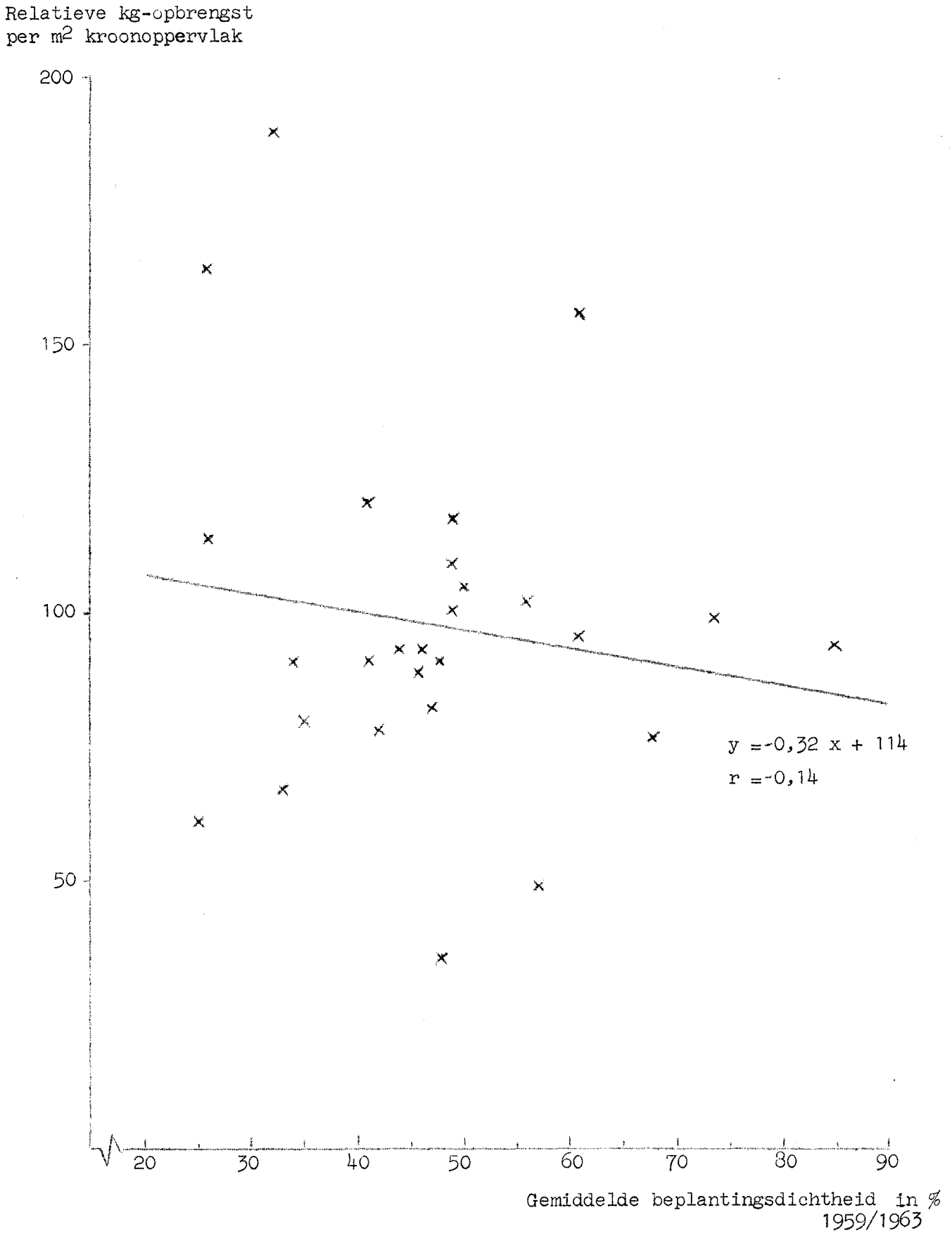
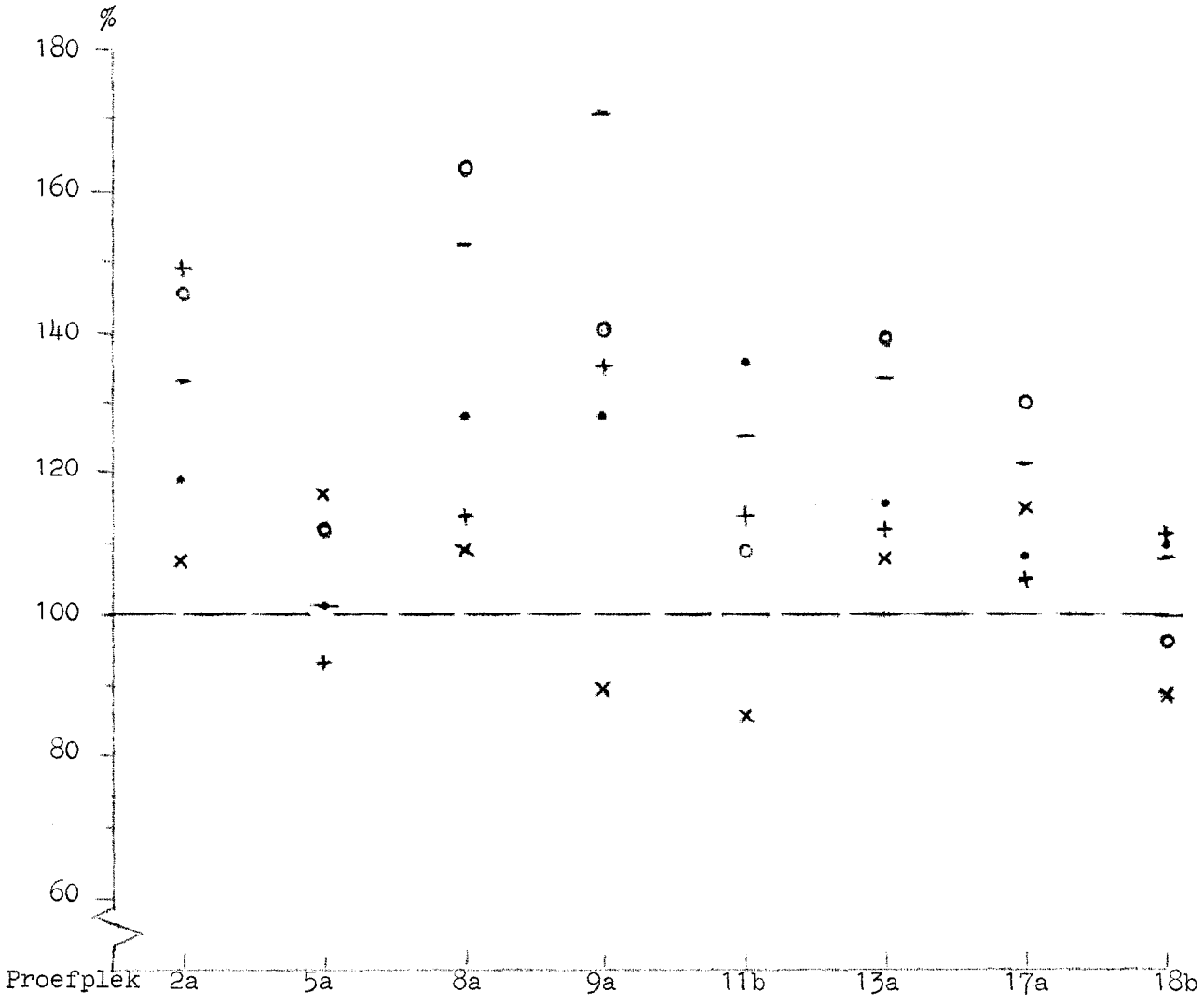
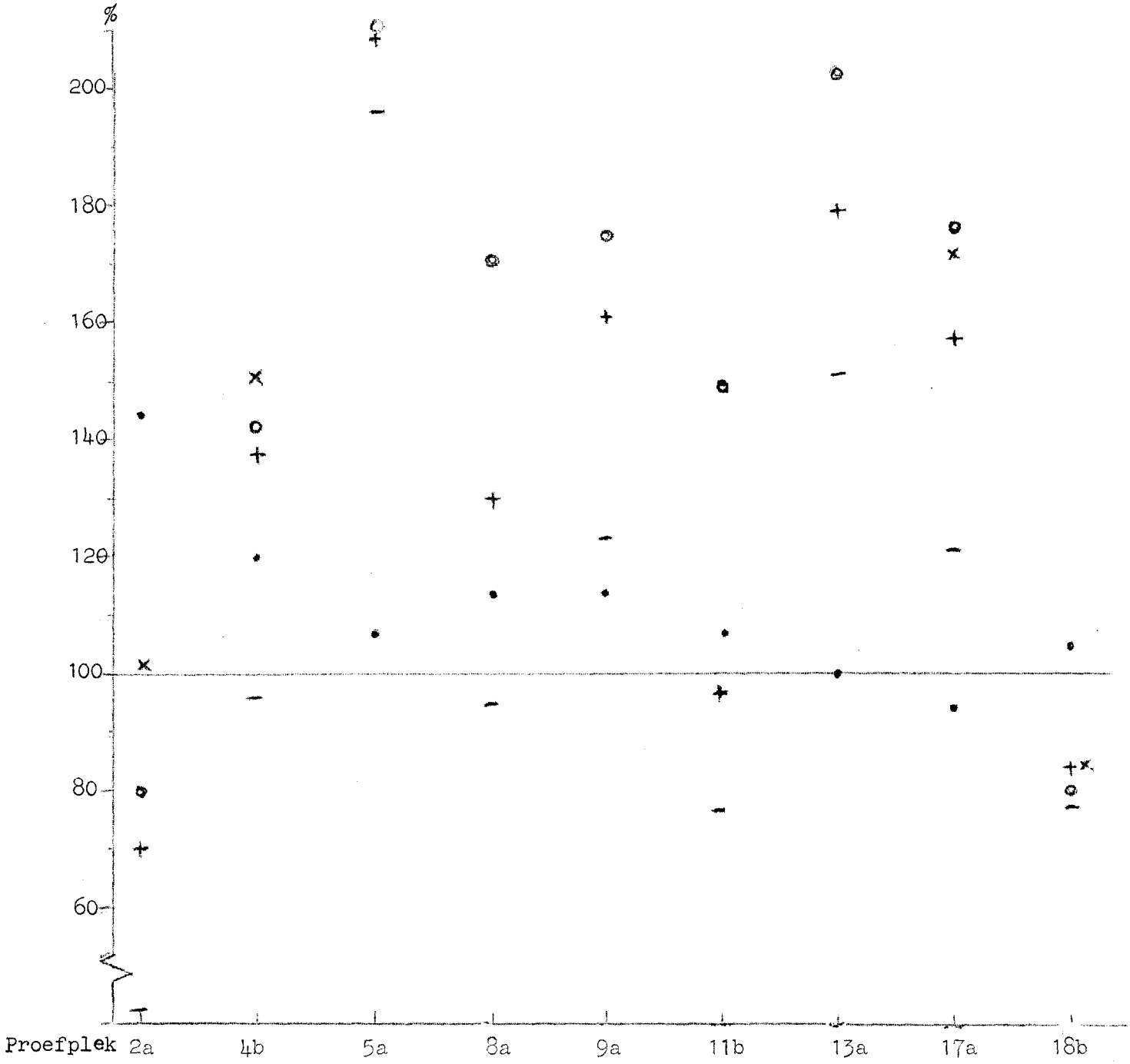


Fig. 3. Het verband tussen de gemiddelde kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak 1959/1963 en de gemiddelde beplantingsdichtheid 1959/1963.



– beplantingsdichtheid
× kg-opbrengst per m² kroonoppervlak
o kg-opbrengst per ha
• boomhoogte
+ stamomtrek

Fig. 5. De gemiddelde beplantingsdichtheid, de gemiddelde kg-opbrengst per m² kroonoppervlak en de gemiddelde kg-opbrengst per ha over 1959/1963, de gemiddelde boomhoogte , en de gemiddelde stamomtrek in 1963 van de proefplek met de grootste beplantingsdichtheid uitgedrukt in procenten van deze gegevens van de andere proefplek op hetzelfde perceel.



– aantal wortels 0 - 30 cm
+ aantal wortels 0 - 60 cm
o aantal wortels 0 - 90 cm
x aantal wortels 0 -120 cm
• bewortelingsdiepte

Fig. 6. Aantallen wortels en de bewortelingsdiepte van de proefplek met de grootste beplantingsdichtheid van het perceel uitgedrukt in procenten van de aantallen wortels, resp. bewortelingsdiepte van de andere proefplek.

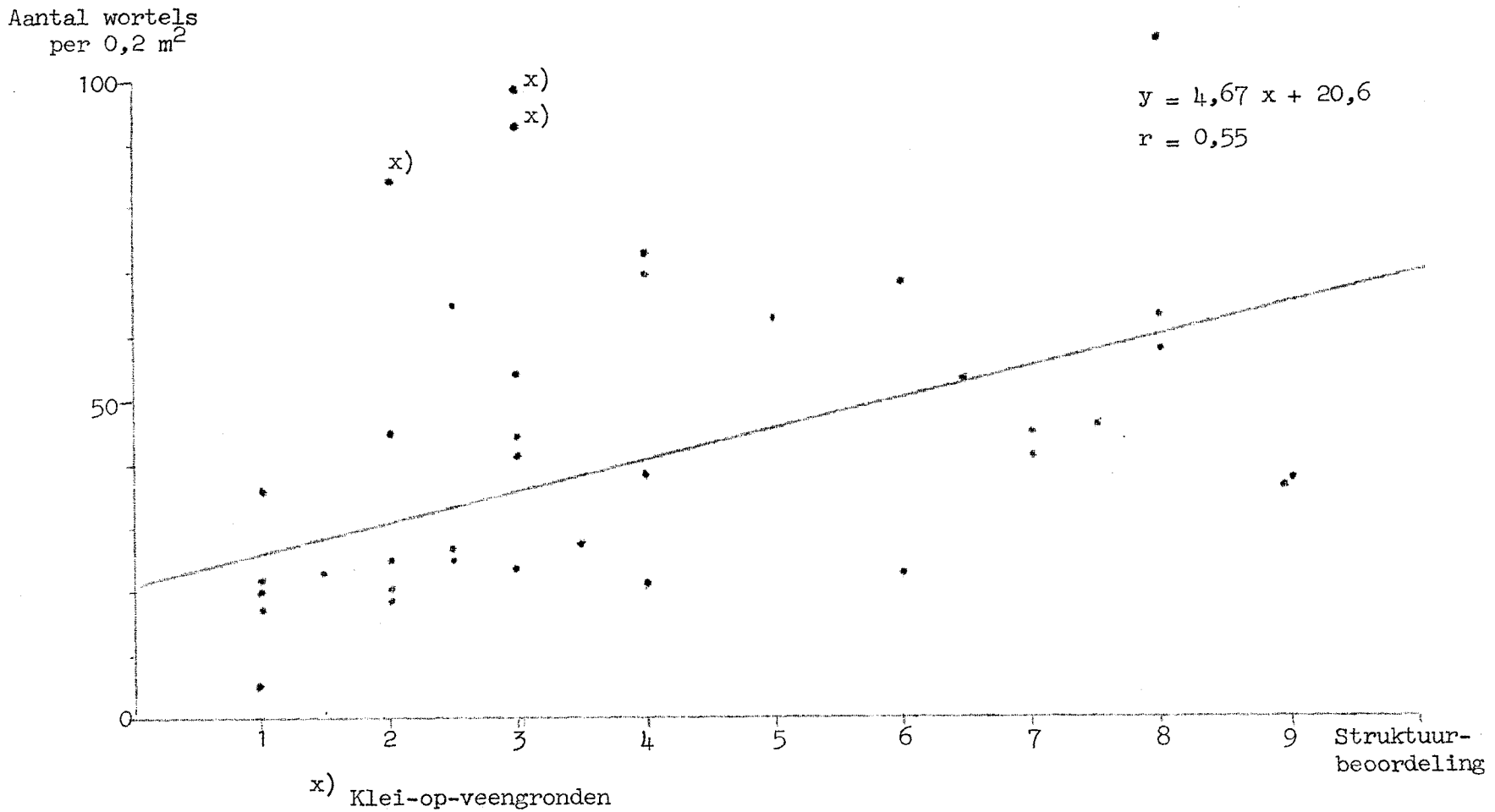


Fig. 7. Het verband tussen de beworteling van de laag 20-30 cm of 30-40 cm of 40-50 cm of 50-60 cm of een combinatie van deze lagen, voor zover zij in één structuurlaag vallen, en de struktuurbeoordeling van deze lagen.

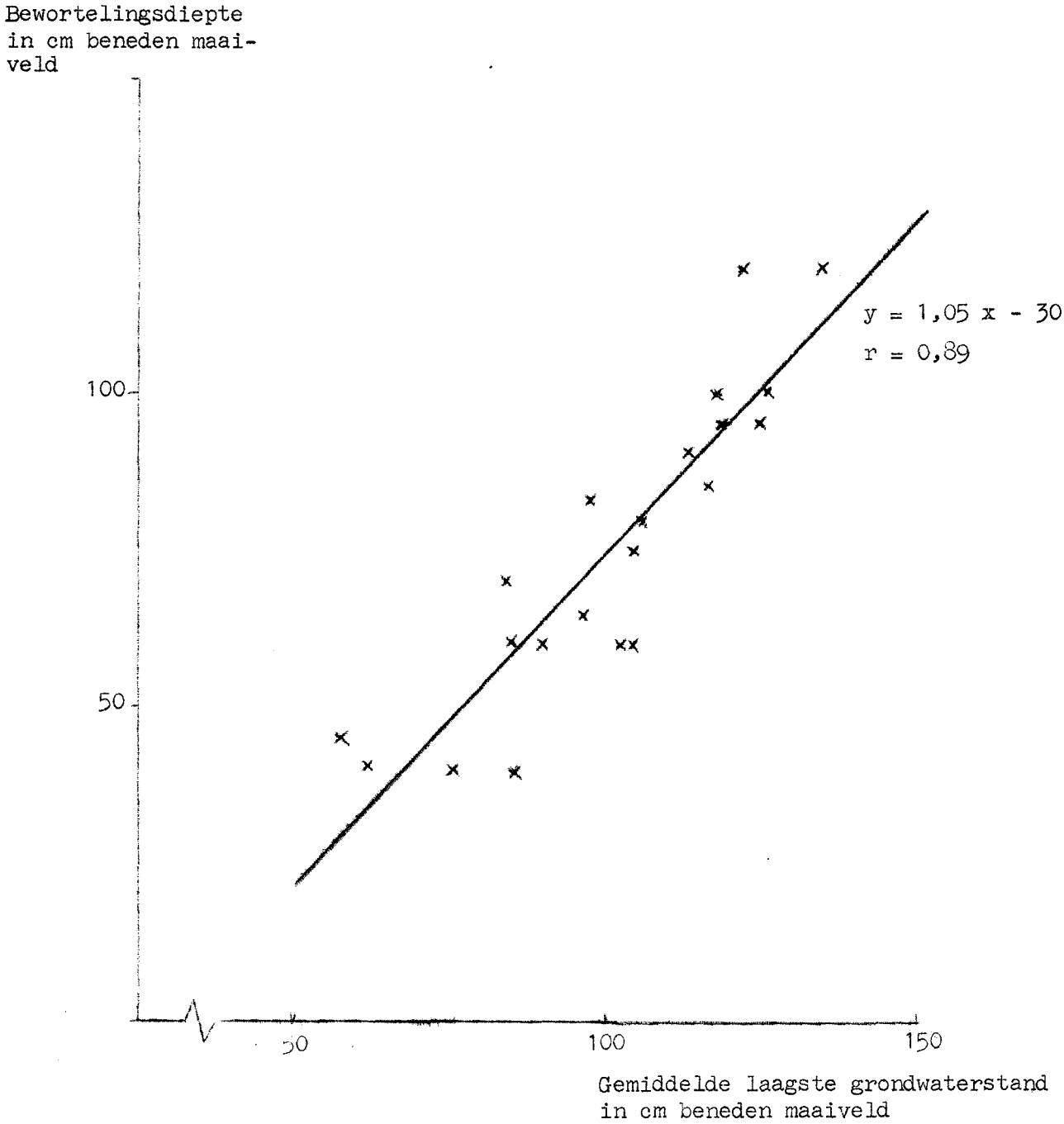


Fig. 8. Het verband tussen de bewortelingsdiepte en de gemiddelde laagste grondwaterstand.

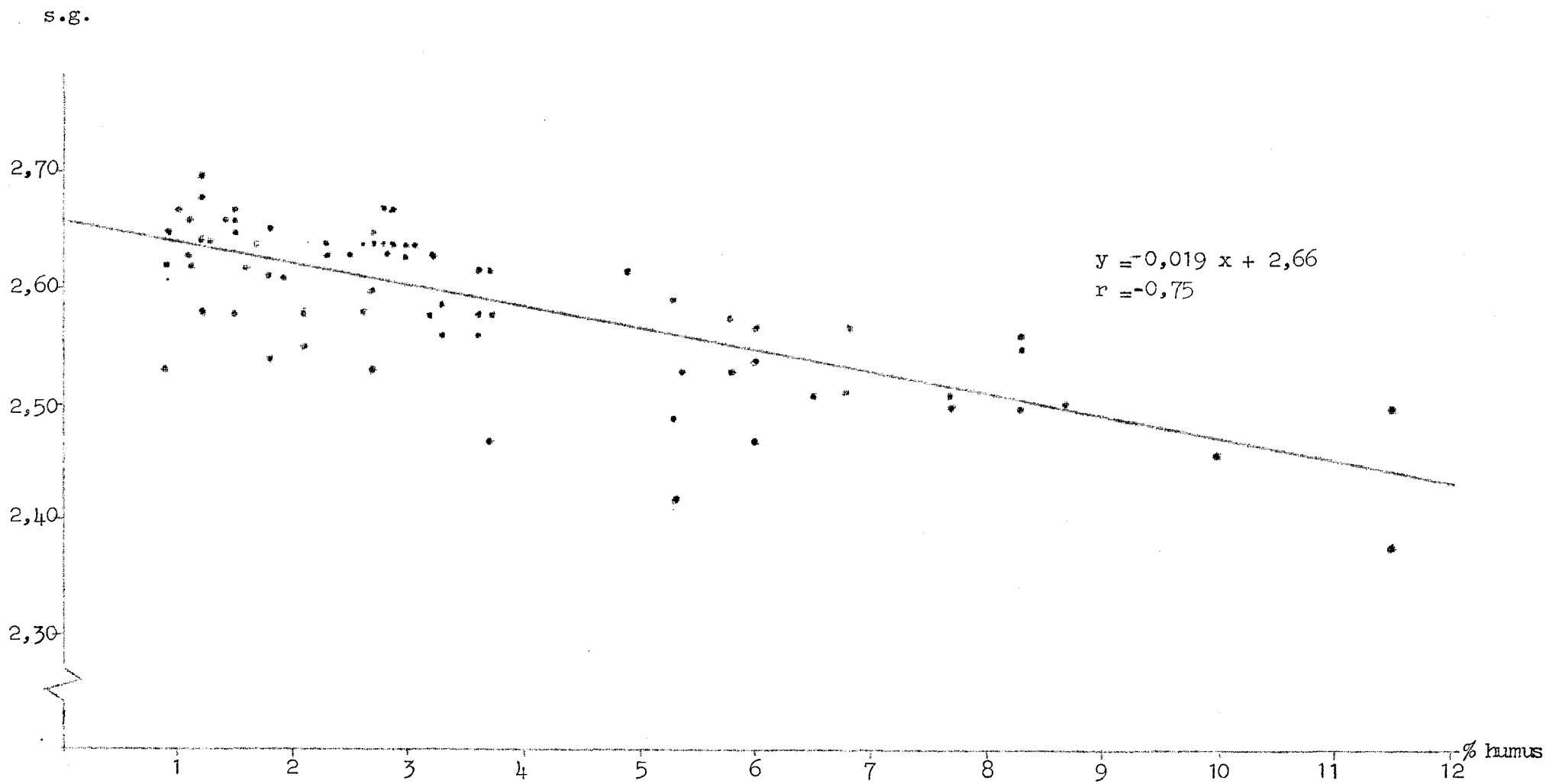


Fig. 9. Verband tussen het gehalte aan organische stof en het soortelijk gewicht van zware rivierkleigronden.

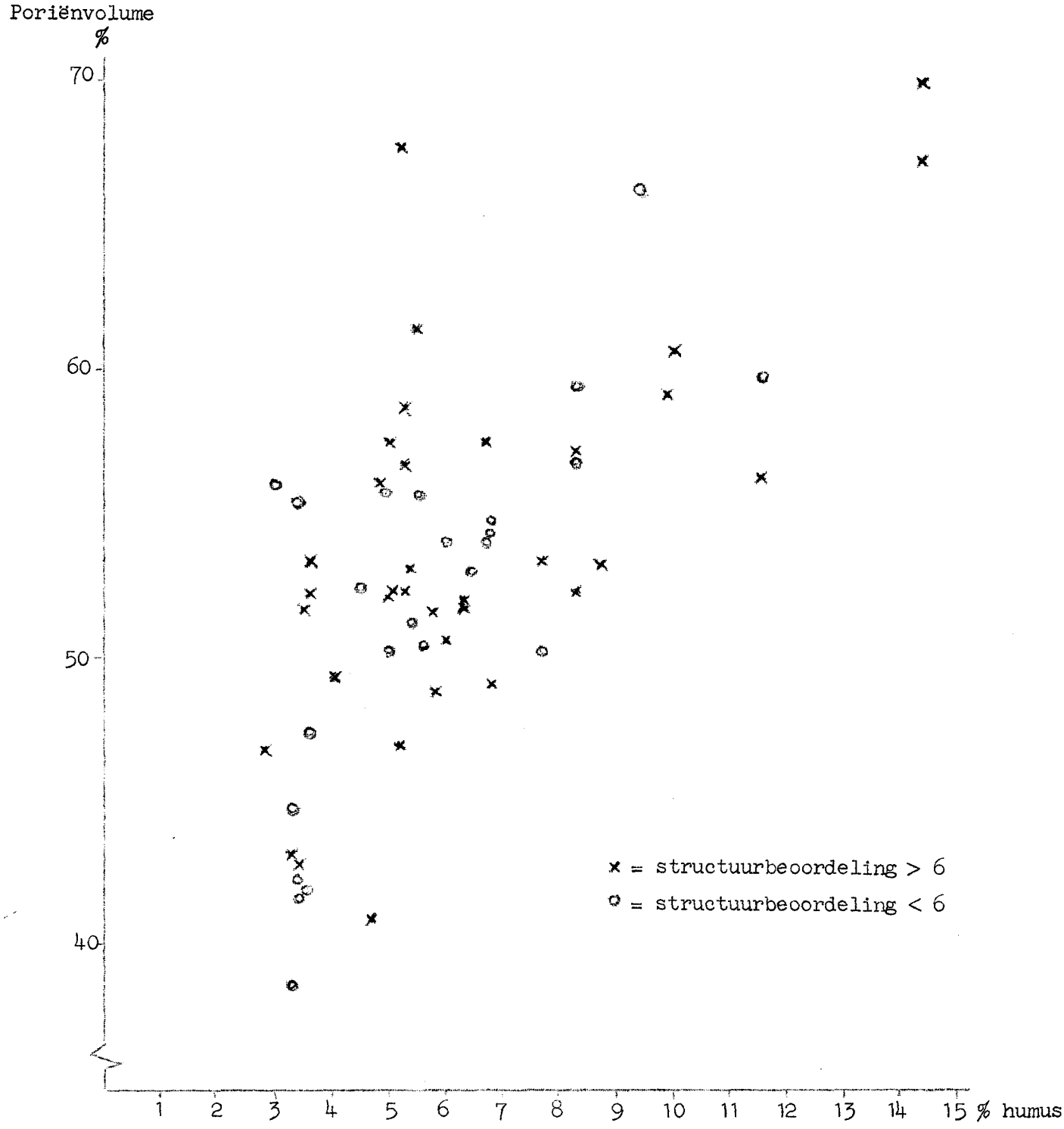
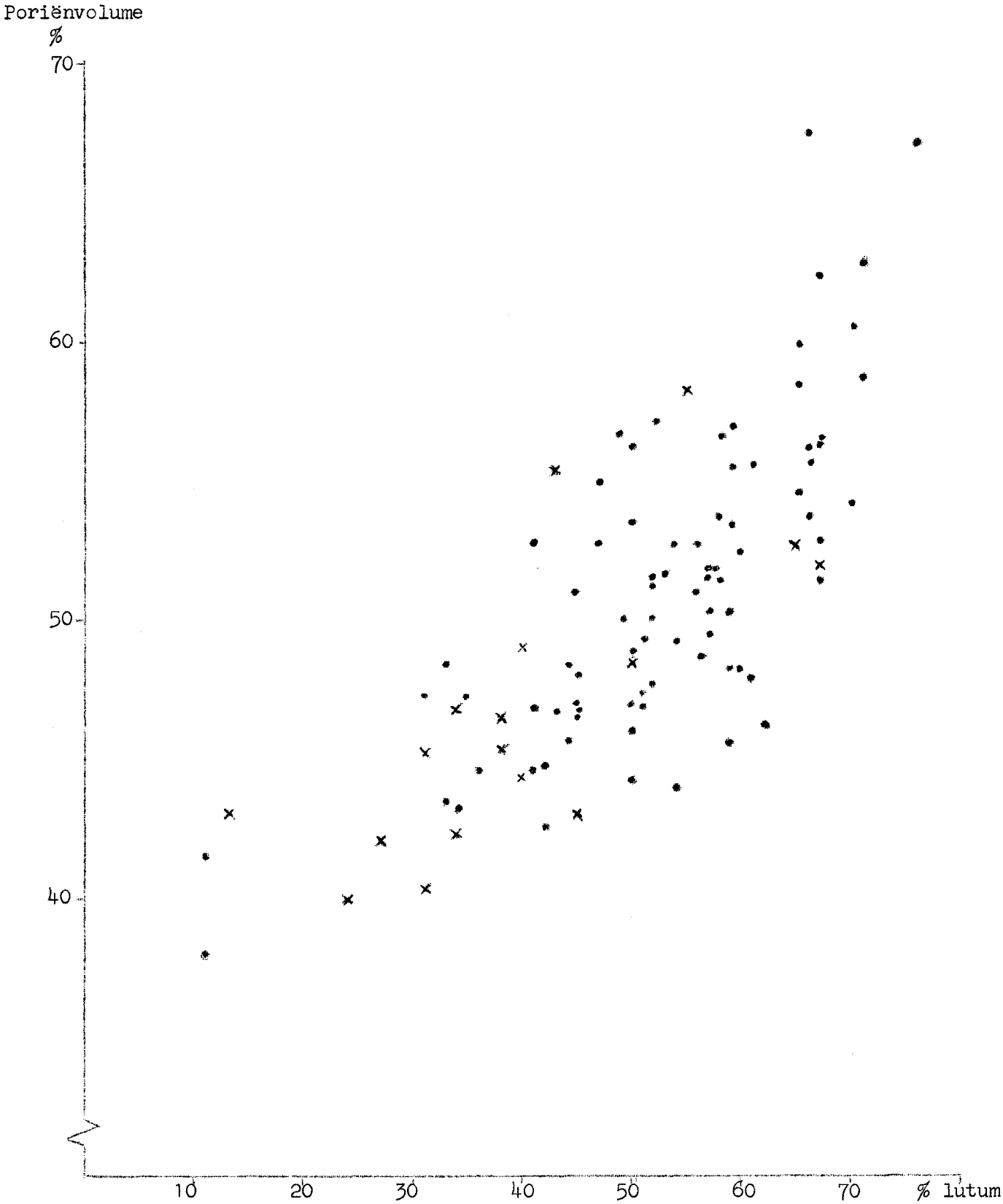


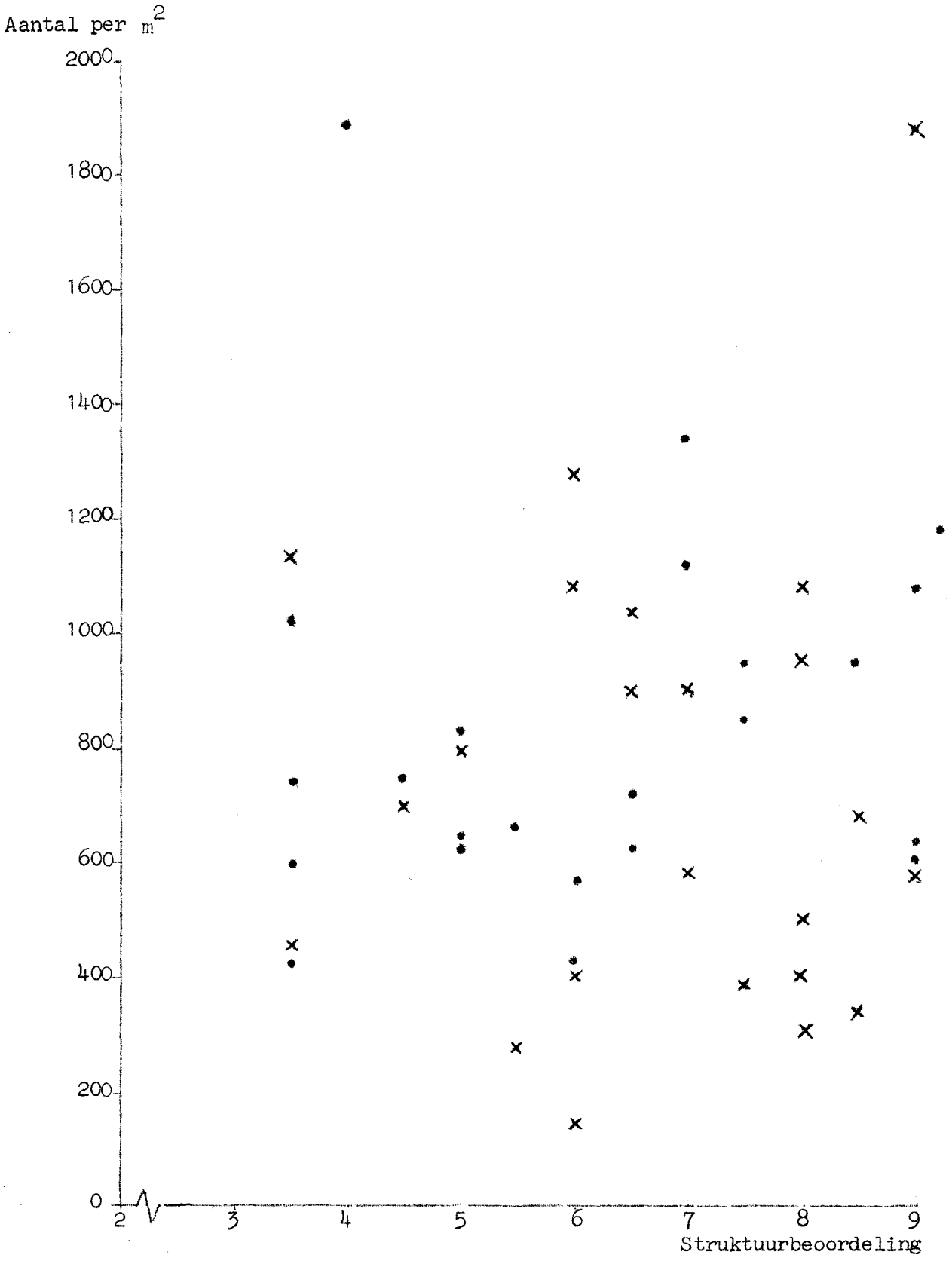
Fig. 10. Het verband tussen het humusgehalte en het poriënvolume van de A1-laag op zware rivierkleigronden.



× = structuurbeoordeling > 6

• = structuurbeoordeling < 6

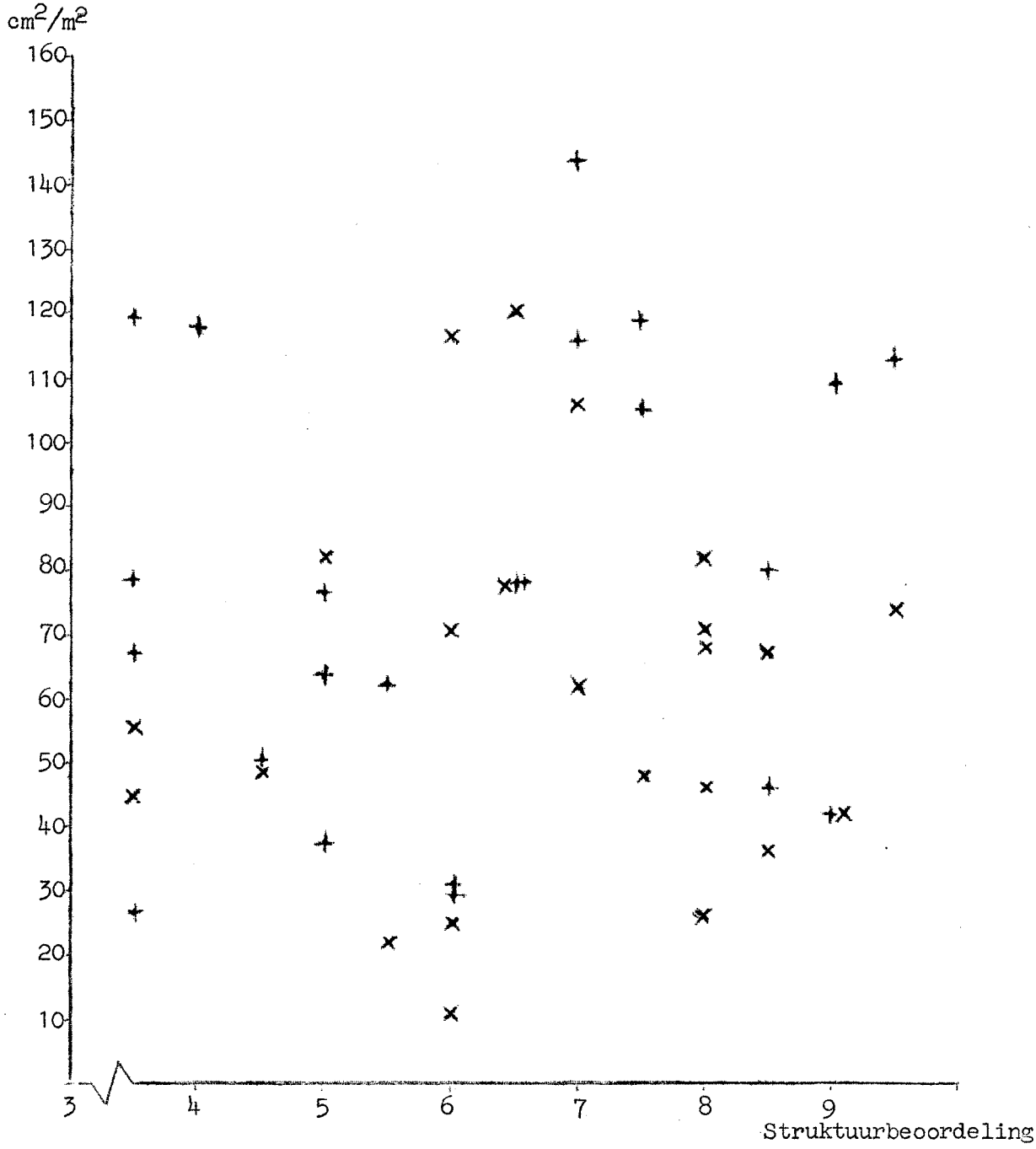
Fig. 11. Het verband tussen poriënvolume en het lutumpercentage in gewichtsprocenten van de grond van de C-lagen op zware rivierkleigronden.



• = aantal wormgangen op 5 of 10 cm diepte

× = aantal wormgangen op 15 of 20 cm diepte

Fig. 12. Het aantal getelde wormgangen per m^2 en de struktuurbeoordeling.



+ hydr. dw. op 5 of 10 cm diepte

x hydr. dw. op 15 of 20 cm diepte

Fig. 13. De hydraulische dwarsdoorsnede van de wormgangen en de struktuurbeoordeling.

Tabel 1 Gegevens van de proefplekken op zware rivierkleigrond

proef-plek no.	subgroep systeem bodem-classificatie	landschappelijke benaming	plant-jaar	onderstam	boomvorm	plantaf-stand in meters	aantal bomen per proef-plek	ontwatering	opmerkingen
1	tochteerdgrond	kom	1949	MXI	tot spil omgevormde struik	5x5	6	om 11 m drains op 80 cm + onderbemaling	in 1960 enige vorstschade
2a	poldervaaggrond	"		MIV	"	5x6	5	om 15 m drains op 90 cm	
2b	"	"		"	"	"	5		
4a	"	"	1947	"	spil	4x2	10	om 8 m drains op 90 cm + onderbemaling	in 1960 6 bomen, in '62 2 bomen doodgegaan
4b	"	"	"	"	"	"	10		in 1960 enige vorstschade
5a	ooyvaaggrond	stroom op kom	1944	MIV,MXVI	"	4,5x3,5	8	houtdrainage om 18 m	
5b	poldervaaggrond	kom op stroom	"	"	"	"	7		
6	"	kom	1946	"	struik	4x4	10	om 8 m drains op 80 cm	
7a	"	kom op stroom	1952	MI	spil	6x2,5	10	om 7 m drains op 90 cm	
7b	"	kom	1953	"	"	6x3	10		
8a	"	zware stroom	1951	MIV	struik	4x4,25	9	om 8 m drains op 80 cm	in 1960 enige vorstschade
8b	"	kom	1951	"	"	"	8		" " "
9a	"	lichte kom op stroom op kom	1943	"	tot haag omgevormde struiken	3,5x3,5	10	om 9 m drains op 80 cm	" " "
9b	"	kom	1943	"	"	"	10		" " "
10	drechtvaaggrond	kom op veen	1938	zaailing	struik	7x3	10	greppels + onderbemaling	
11a	nesvaaggrond	kom op veen op stroom	1950	"	tot haag omgevormde struiken	5x5	6	om 10 m drains op 100 cm + onderbemaling	
11b	"	kom op venige laag	"	"	"	"	6		In 1960 enige nachtvorstschade
12	drechtvaaggrond	ondiepe kom op veen	1947	"	struik	5x5,5	6	onderbemaling	winter 62/63 de reeds sterk teruggesnoeide wijkers Laxton Superbe gerooid
13a	poldervaaggrond	bruine kom op stroom	1950	MI	"	5x5	6	om 10 m drains op 90 cm + onderbemaling	
13b	"	bruine kom	"	"	"	"	"		
14	nesvaaggrond	kom	1952	MXVI	spil	7x3,5	7	greppels + onderbemaling	
16	poldervaaggrond	kom	1950	MXI,MXVI	tot afgeplatte spil omgevormde struiken	4x4	13	om 11 m drains op 80 cm + onderbemaling	

Tabel 1 (vervolg)

proef-plek no.	subgroep systeem bodem-classificatie	landschappelijke benaming	plant-jaar	onderstam	boomvorm	plantaf-stand in meters	aantal bomen per proef-plek	ontwatering	opmerkingen
17a	poldervaaggrond	zware stroom	1946	MIV	tot spil opgevorm-de struik	4x3,5	8	geen drainage	onderste gesteltak-ken weggesnoeid
17b	"	kom	1946	"	" "	"	8		" "
18a	"	kom op stroom	1950	"	spil	6x2	6	om 15 m drains op 100 cm + onderbema-ling	
18b	"	kom op stroom	1950	"	"	"	5		
19a	"	kom	1950	MXVI	"	4x3,8	5	om 12 m drain op 100 cm + onderbema-ling	
19b	drechtvaaggrond	ondiepe kom op veen	1948	"	"	4x4	5		in 1961 enige nacht-vorstschade
15a	poldervaaggrond	kom		zaailing	hoogstam	10x10		geen drainage	hoogstamgoudrenetten-boomgaard geplant in griend. Griend inmid-dels gerooid
15b	"			"	"	"			idem

Tabel 3 Gemiddelde kg-opbrengsten van de proefplekken

proef-plek no.	gem.kg-opbrengst per ha, uitgedrukt in % t.o.v. het jaargemiddelde					gemiddeld percentage	gem.kg-opbrengst per m^2 kroonoppervlak, uitgedrukt in % t.o.v. het jaargemiddelde					gemiddeld percentage
	1959	1960	1961	1962	1963	1959/1963	1959	1960	1961	1962	1963	1959/1963
1	61	20	38	35	28	36	66	20	37	34	28	37
2a	41	56	58	60	24	48	59	79	79	86	35	68
2b	20	48	35	41	21	33	39	89	64	79	40	62
4b	89	68	111	160	180	122	114	67	32	120	122	103
5a,MIV	108	113	58	.	108	97	161	159	78	.	146	136
5a,MXVI	126	179	75	.	163	136	101	135	54	.	117	102
5b,MIV	52	89	90	.	120	88	59	100	102	.	151	103
5b,MXVI	79	131	133	.	139	120	66	106	107	.	117	99
6,MIV	53	58	26	77	43	52x	57	60	27	81	46	54x
6,MVI	66	82	34	93	52	65x	47	56	23	64	36	45x
7a	93	142	21x	125	124	101	146	184	24x	134	121	122
7b	.	74	23x	102	102	75	.	95	31x	103	95	81
8a	185	74	129	191	185	153	117	47	81	128	128	100
8b	96	57	111	99	106	94	89	54	107	94	117	92
9a	160	144	140x	152	181	155	86	76	75x	88	151	95
9b	105	103	91x	90	165	111	105	98	84x	85	157	106
10	26	96	97	64	118x	80	31	110	108	74	136x	92
11a	58	80	78	72x	35x	65	86	113	107	102x	51x	92
11b	81	50	93	72x	53x	70	83	52	102	88x	70x	79
12	120	68x	101x	108x	58	91	120	68x	101x	116x	65	94
13a	93	137	154	152	89	125	77	107	115	116	68	97
13b	68	76	127	101	77	90	78	80	127	100	63	90
14	35	43	111	83	40	62	66	77	200	157	77	115
16,MXI	263	155	235	124	184	192	208	121	185	104	160	156
16,MXV	286	177	268	136	189	211	216	130	196	104	148	159
17a	117	126	178	86	129	127	205	198	256	121	174	191
17b	68	111	112	82	115	98	148	158	196	139	187	165
18a	84	116	93x	.	54	87	92	124	98x	.	61	94
18b	89	121	55x	.	70	84	85	116	54x	.	77	83
19a	127	125	148	100	77	115	111	111	138	103	86	110
19b	150	181	77	95	69	114	81	108	53	79	69	78
gem.kg/opbrengst van alle proefplekken	20693	24937	17164	23963	23695	22024	4,54	5,49	3,72	4,84	4,59	4,63

. opbrengst niet bekend
x opbrengst geschat

Tabel 5 Gegevens van de proefplekken op stroomruggronden (subgroep poldervaaggronden v.h. systeem v. bodemclassificatie)

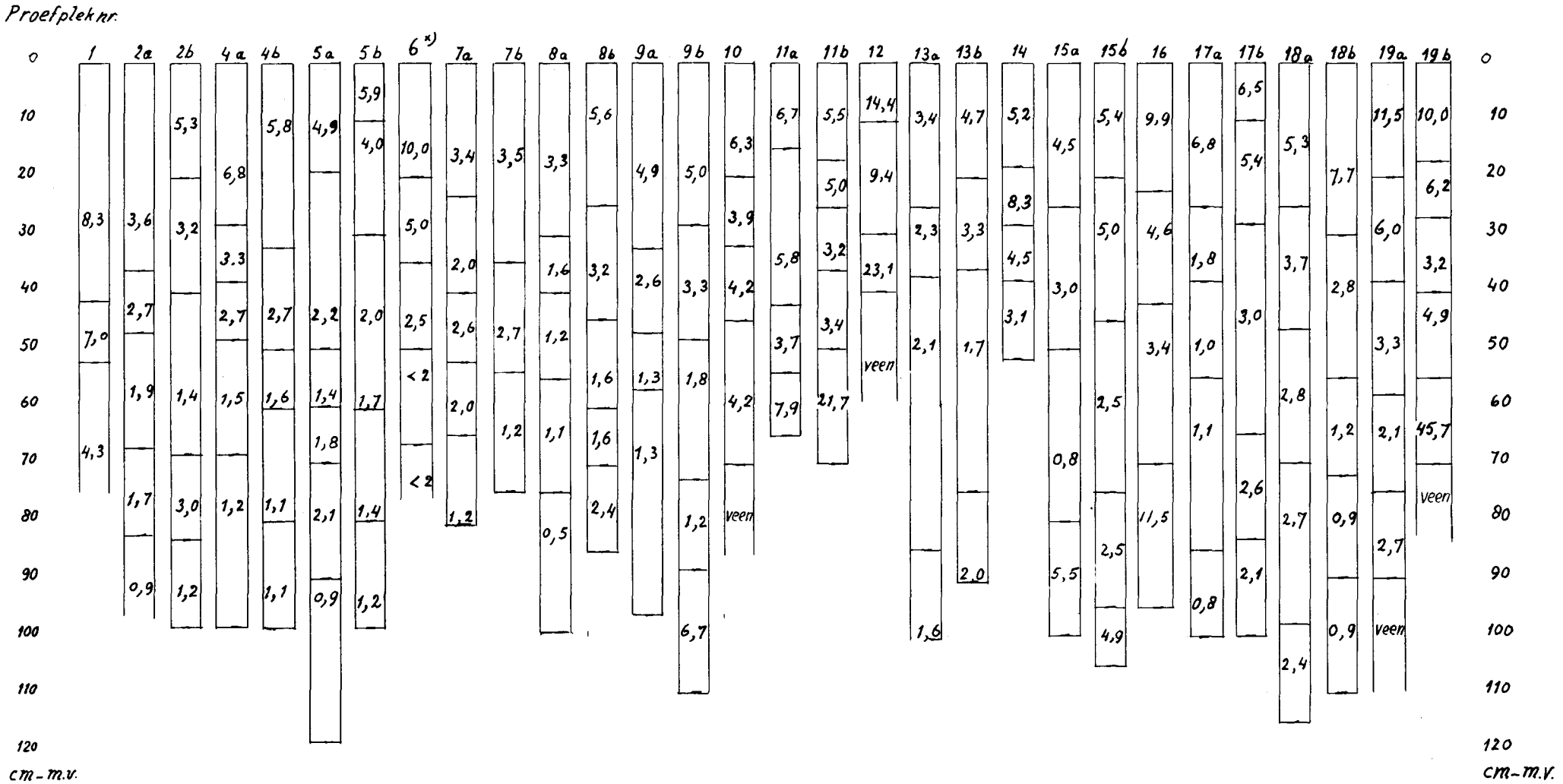
proef-plek no.	zwaarte van de bovengrond	plant-jaar	onderstam	boomvorm	plantaf-stand in meters	aantal bomen per proef-plek	gem.kg-opbrengst per ha				gem.kg-op-brengst per m^2 kroonopp. 1963	gem.be-plan-tings dicht-heid'63
							1960	1961	1962	1963		
20a	zware zavel	herfst'50	MII	spil	7x3	5	18000	9257	11229	16371	3,68	44
20b	lichte zavel	"	"	"	"	5	8400	8229	9171	17400	4,03	43
21a	lichte klei	winter 51/52	MI	"	5x3	6	15120	.	23820	18120	2,72	65
21b	"	"	"	"	"	6	14880	.	18000	21120	3,45	61
22a	zware zavel	voorjaar 51	MIVen MXVI	tot spil opgevorm-de struik	5x5	10	33156	20988	29232	29340	6,29	47
22b	lichte klei	"	"		"	10	33048	17264	29016	30924	7,13	44
		gemiddeld					20434	13935	20078	22213	4,55	51

Tabel 6 Gegevens over de afmetingen van de bomen op de proefplekken

proefplek no.	gem.stamomtrek in cm op 30 cm boven maaiveld		gem.kroonhoogte in cm		gem.beplantingsdichtheid in %	
	1959	1963	1959	1963	1959	1963
1	46	62	410	483	42	53
2a	51	58	361	478	32	35
2b	37	39	286	371	23	27
4a	24		227		20	
4b	31	39	317	393	36	76
5a,MIV	38	43	375	442	30	38
5a,MXVI	48	58	415	492	57	72
5b,MIV	37	48	345	440	40	41
5b,MVI	49	61	386	490	54	61
6,MIV	35	42	231	268	42	48
6,MVI	43	52	282	327	64	74
7a	28	38	358	467	29	53
7b	23	33	282	395	24	46
8a	39	49	402	483	72	74
8b	34	43	340	378	49	47
9a	44	50	402	390	85	86
9b	32	37	308	304	45	54
10	34	40	319	382	38	45
11a	36	44	301	362	31	36
11b	41	50	352	487	45	39
12	41	50	406	450	46	46
13a	47	60	391	462	55	68
13b	38	53	346	400	40	53
14	29	38	384	425	25	27
16,MXI	46	52	546	490	58	59
16,MXVI	49	54	560	513	60	66
17a	39	45	421	567	26	38
17b	38	43	347	523	21	32
18a	29	37	318	405	42	45
18b	33	41	390	442	48	47
19a	33	43	390	470	52	47
19b	41	49	438	530	84	52

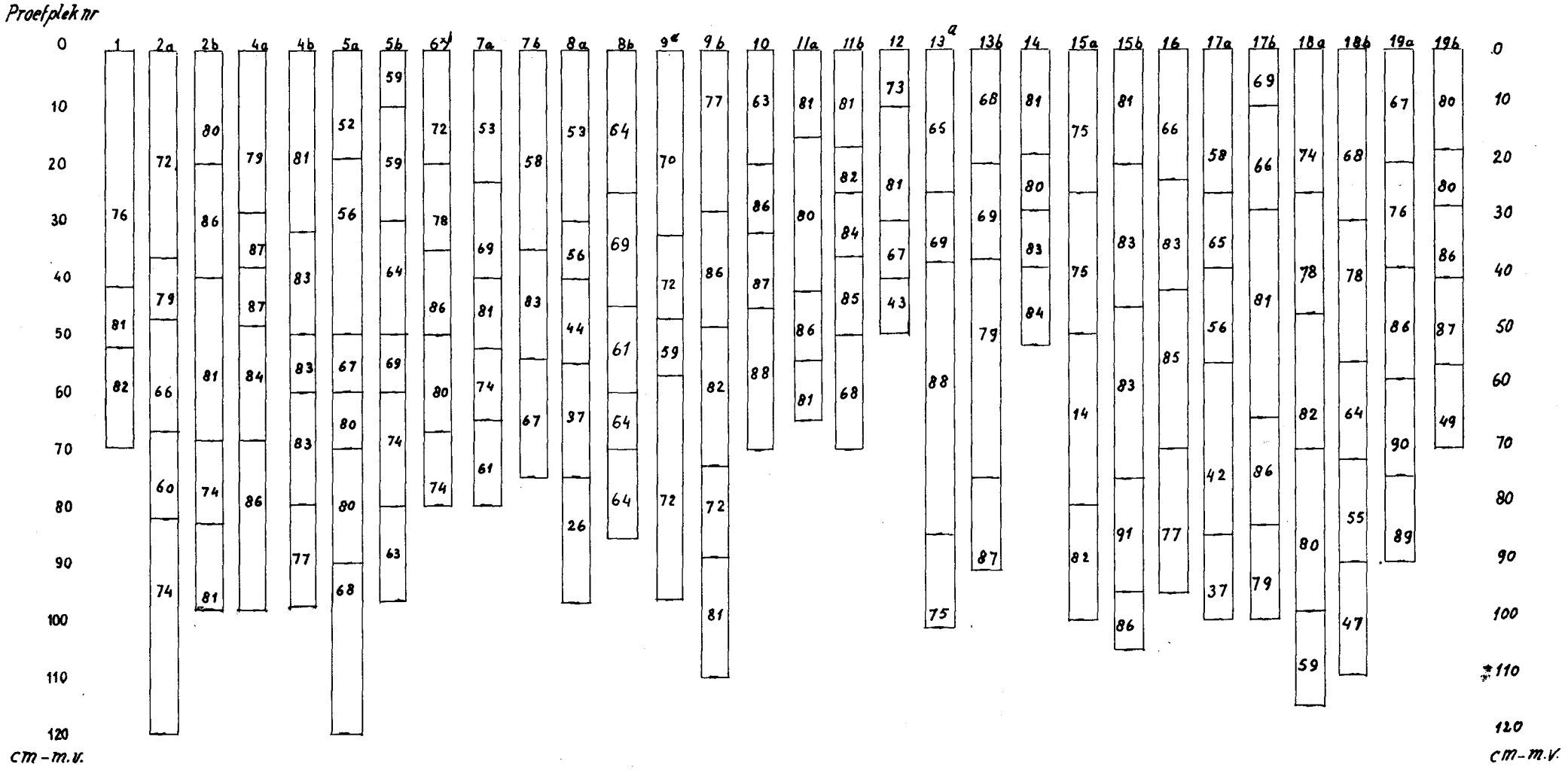
Tabel 8 Het humusgehalte van de verschillende lagen.

*) gehalten geschat



Tabel 9 Het gehalte afslibbaar van de verschillende lagen uitgedrukt in procenten van de grond

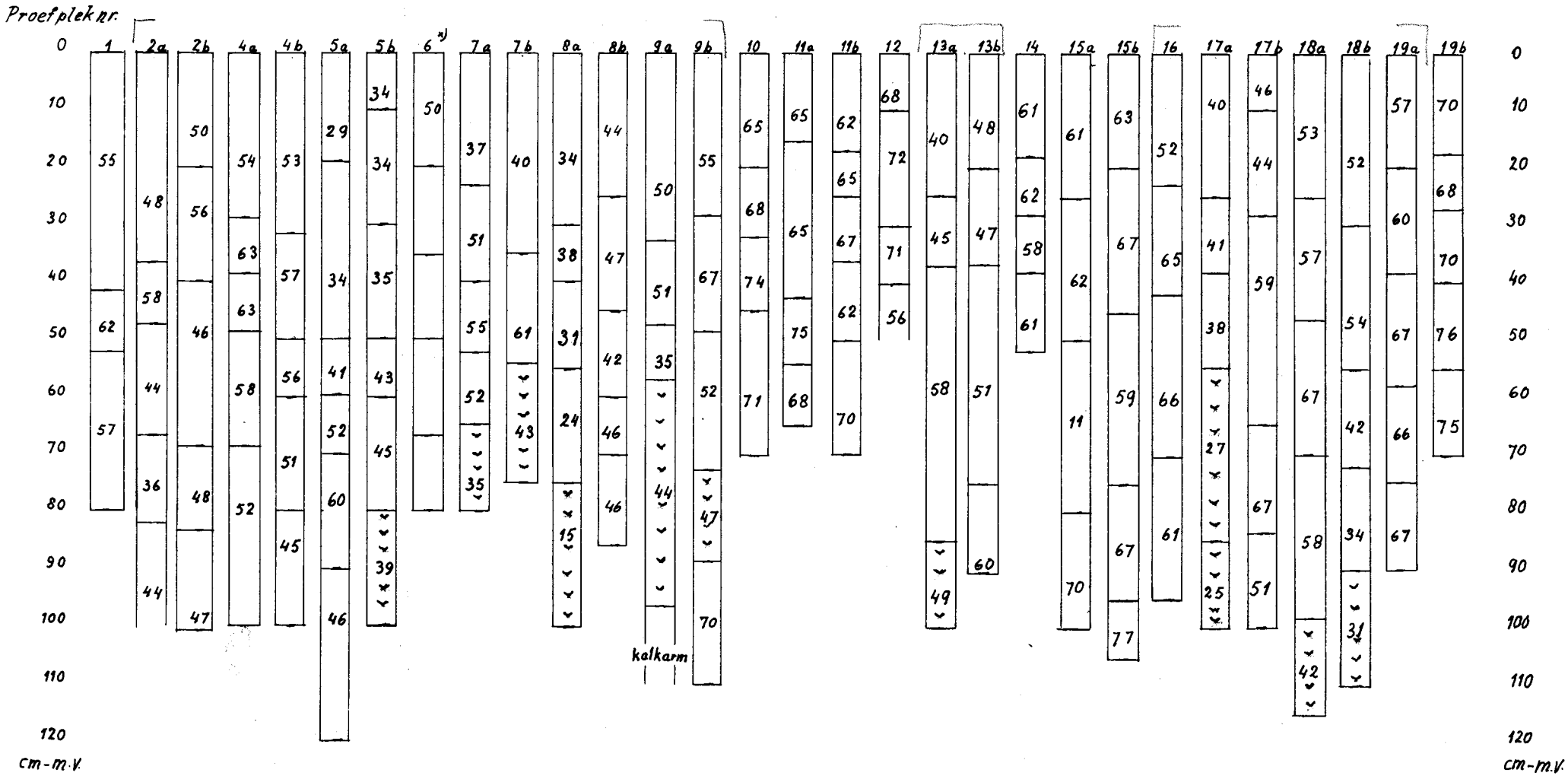
x) gehalten geschat



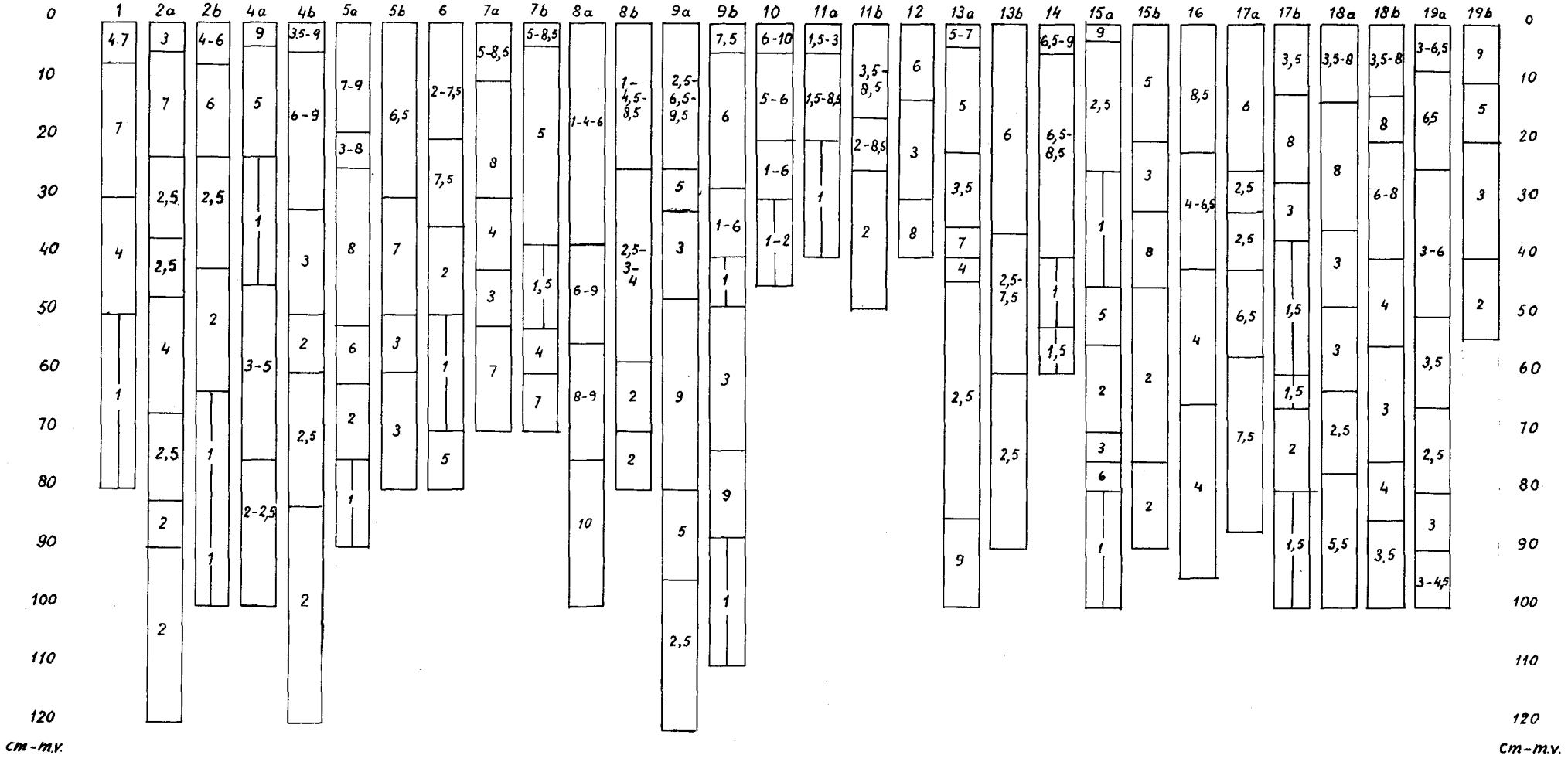
Tabel 10 Het lutumgehalte van de verschillende lagen, uitgedrukt in procenten van de minerale delen.

˅˅˅ kalkrijk

*) gehalte geschat



Tabel 12 Structuurbeoordeling van de verschillende in het bodemprofiel onderscheiden structuurlagen op proefplekken.



Tabel 20 De aantallen wortels, geteld op een profielwand van 2 m lengte

proef-plek \ laag	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm	50-60cm	60-70cm	70-80cm	80-90cm	90-100cm	100-110cm	110-120cm	0-60cm	0-120cm
1	12	26	41	95	50	20	6	-	-	-	-	-	244	250
2a	3	12	9	35	15	22	24	12	19	11	10	17	85	176
2b	4	20	31	27	14	23	29	21	5	-	-	-	119	174
4a	7	36	51	17	4	10	5	16	17	15	-	-	125	178
4b	12	41	37	25	22	36	22	19	17	6	13	18	173	268
5a	17	78	91	121	93	70	24	14	3	-	-	-	470	511
5b	16	26	53	40	45	45	16	1	-	-	-	-	243	242
6	3	55	46	45	20	5	2	-	-	-	-	-	174	176
7a	11	51	63	57	42	20	2	-	-	-	-	-	244	246
7b	21	49	63	54	1	4	-	-	-	-	-	-	192	192
8a	9	37	75	74	73	57	78	46	-	-	-	-	325	449
8b	26	39	63	56	32	34	12	-	-	-	-	-	250	262
9a	31	58	63	65	82	36	26	13	-	-	-	-	335	374
9b	34	34	56	43	17	24	6	-	-	-	-	-	208	214
10	25	49	61	54	13	2	-	-	-	-	-	-	224	224
11a	13	61	44	27	1	-	-	-	-	-	-	-	146	146
11b	10	49	32	25	17	9	-	-	-	-	-	-	142	142
12	73	83	93	40	-	-	-	-	-	-	-	-	289	289
13a	22	28	59	58	70	65	68	35	30	4	-	-	302	439
13b	8	41	23	31	30	36	26	13	6	-	-	-	169	214
14	42	49	57	27	2	-	-	-	-	-	-	-	168	168
15a	21	29	24	22	73	63	3	-	-	-	-	-	232	235
15b	41	60	41	36	33	45	5	-	-	-	-	-	256	261
16	69	89	87	90	67	70	26	-	-	-	-	-	472	498
17a	21	100	90	85	69	65	66	54	89	-	-	-	420	629
17b	6	67	103	48	31	15	40	38	12	7	-	-	268	365
18a	20	67	58	68	41	66	65	32	17	11	-	-	320	445
18b	3	57	52	74	39	43	29	22	29	25	-	-	268	374
19a	6	22	22	44	24	27	25	25	13	21	-	-	145	229
19b	28	63	84	104	82	46	18	-	-	-	-	-	407	425

Tabel 23. Gegevens over de grondwaterhuishouding van de proefplekken

proefplek	GLG	GHG	verschil tussen GLG en GHG	
			in % van GLG	in cm
1	84	48	43	36
2a	121	51	58	70
2b	97	14	86	83
4a	125	0	100	125
4b	133	18	86	115
5a	105	44	58	61
5b	104	47	55	57
6	.	.	.	.
7a	.	.	.	.
7b	.	.	.	.
8a	.	.	.	.
8b	.	.	.	.
9a	.	.	.	.
9b	.	.	.	.
10	57	2	96	55
11a	85	6	93	79
11b	90	5	94	85
12	61	12	80	49
13a	124	61	51	63
13b	118	53	55	65
14	75	15	80	60
15a	104	44	58	60
15b	102	41	58	61
16	96	52	46	44
17a	116	76	34	40
17b	113	42	63	71
18a	.	.	.	.
18b	.	.	.	.
19a	117	47	60	70
19b	83	51	39	32

Tabel 28 Aantallen getelde wormgangen per 10 dm² op verschillende diepten.

Proefpleknr.

cm-m.v.	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6	7a	7b	8a	8b	9a	9b	11a	11b	13a	13b	16	17a	17b	18a	18b	19a
0–10	112	134	42	54	108	66	60	108	62	95	65	63	188	75	118	85	95	43	83	65	63	56	60	74	102	72
10–20	90	58	14	42	80	28	58	108	90	38	95	80	108	70	188	128	68	45	113	33	35	40	30	40	50	104
20–30	56	62	10	30	90	38	64	72	78	40	35	58	163	103	228	108	13	30	65	33		50	50	46	56	128
30–40	22	42	16	16	68	26	32	82	56		35	30	110	60		170						56	12	84	52	58
40–50		80		12	34	14	12	88	118		13		98	50		40						82		62	56	38
50–60		28			32	6	12	30					143	53		13				8		42		32	26	6
60–70													130													14

Tabel 29 De hydraulische dwarsdoorsnede in cm³/m² op verschillende diepten.

Proefpleknr	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6	7a	7b	8a	8b	9a	9b
0																
10	116	144	29	38	112	63	42	109	78	105	64	76	118	50	113	119
20	106	62	11	24	73	22	42	71	78	48	82	82	71	49	74	117
30	65	65	11		92	49	57	74		45	40	56	67	82	99	89
40		72		22	75	48	21	66	91	26	24	52	45	24		111
50	54		13			9	12	73					50	28		33
60		102		27	55	4		16	56				63	19		14
70				26			12		77							
80		45			41								34			
90																
100																
110																
120																
cm-m.v.																

Proefpleknr	11a	11b	12a	16	17a	17b	18a	18b	19a
0									
10	80	67	37	46	31	27	79	120	78
20	67	45		36	25	26	46	68	120
30			55	29	27		49	59	117
40	9	42	42		33	33	61	41	128
50						11	57	50	76
60					30			40	55
70					16		26		23
80									23
90									
100									
110									
120									
cm-m.v.									