

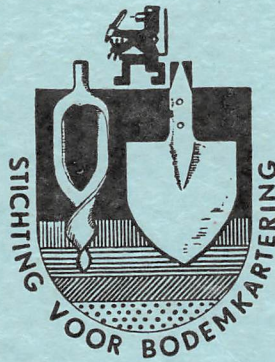
NN31208.16

STICHTING VOOR BODEMKARTERING
WAGENINGEN

DIRECTEUR: Dr. Ir. F. W. G. PIJLS

Voorlopige Wetenschappelijke Mededelingen

No. 16



Vertrouwelijk
Uitsluitend voor intern gebruik

(06)
05-5-16 I

32/29(16)



No. 2734

GRONDWATERTRAPPENINDELING IN OVERIJSSELSE ZANDGRONDEN.

door: Ir. M. Knibbe en
B.A. Marsman

- I Inleiding
- II Aard van het onderzoek en wijze van verslaggeving
- III De gemiddelde waterstandscurve
- IV Enkele verschilpunten tussen de rekenkundig en grafisch verkregen curven
- V Berekenen van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand uit waterstandsgegevens van stambuizen
- VI Profielkenmerken als basis voor de schatting van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand
- VII De betrouwbaarheid van de schattingen van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste stand in het veld
- VIII Verschillen in grondwaterstanden in de jaren 1953 t/m 1959.
- IX Samenvatting en conclusies
- X Literatuur

15n-172705-01



I. INLEIDING

De water- en luchthuishouding van de grond en daarmee ook de produktie- en gebruiksmogelijkheden ervan, worden in hoge mate bepaald door de diepteligging beneden maaiveld van de grondwaterspiegel. Het ligt daarom voor de hand, dat ernaar gestreefd wordt op bodemkaarten hierover informatie te verschaffen.

Op de systematische bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, gebeurt dit door middel van de grondwatertrappenindeling (een klasse-indeling). Men gaat hierbij uit van de gedachte, dat het gemiddelde grondwaterstandsverloop gekarakteriseerd kan worden door twee typische standen:

de gemiddeld hoogste grondwaterstand (G.H.W.) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (G.L.W.).

Elke klasse - grondwatertrap - van de grondwatertrappenindeling is gedefinieerd door grenzen, waarbinnen voor die klasse de gemiddeld hoogste en (of) de gemiddeld laagste grondwaterstand mag variëren.

Van elk kaartvlak wordt op de bodemkaart aangegeven tot welke grondwatertrap (eventueel combinatie van grondwatertrappen) het behoort. Bij het karteren stelt men de grondwatertrap, die aan een grond toegekend moet worden, schattenderwijze vast. Men leidt uit de profielbouw, meer speciaal de profielkenmerken, die met de waterhuishouding samenhangen, zoals roest-, reductie- en blekingsverschijnselen, de gemiddeld hoogste en/of de gemiddeld laagste grondwaterstanden en daaruit weer de grondwatertrap af.

In dit rapport wordt verslag gegeven van onderzoekwerk dat in de provincie Overijssel, hoofdzakelijk in de zandgronden, om de grondwatertrappenindeling is verricht.

Bij het onderzoek en de verwerking der gegevens werden waardevolle adviezen en aanwijzingen verstrekt door Dr. J.C.F.M. Haans (afd. Hydrologie).

Voorts werden de profielbeschrijvingen en de schattingen gezamenlijk uitgevoerd met de heer J. Domhof, eveneens van de afd. Hydrologie. Ook werden de indeling naar bodemtype, de groepering van de waterstandskenmerken en de interpretatie van deze kenmerken in nauw overleg met de heer Domhof uitgevoerd.

II. AARD VAN HET ONDERZOEK EN WIJZE VAN VERSLAGGEVING.

De basis van dit onderzoek werd gevormd door de grondwaterstandsgegevens, die verkregen werden door de werkzaamheid van de C.O.L.N., de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (Freeve, 1958). De gegevens werden verstrekt door het Archief van Grondwaterstanden T.N.O. in 's-Gravenhage.

Slechts gegevens van z.g. stambuizen (dit zijn buizen waarin 2 x per maand, op de 14e en de 28e, de grondwaterspiegel gemeten werd) zijn in het onderzoek betrokken en dan nog slechts van die stambuizen, waarvan de opnameduur zich, zonder grote hiaten, over meerdere jaren heeft uitgestrekt. In totaal werd beschikt over de waarnemingen van 80 stambuizen uit het zandgebied. Ongeveer de helft van de in het onderzoek betrokken stambuizen heeft een opnameduur van 7 jaren (1953 t/m 1959). De overige stambuizen hebben een opnameduur variërend van 3 tot 6 jaar.

In enkele gevallen zijn naast de waterstandsgegevens van de zandgronden, ook waterstandsgegevens van klei-, veen-, veenkoloniale en keileemgronden in het onderzoek betrokken. Dit is gedaan om het typische gedrag van het grondwater in zandgronden te kunnen plaatsen tegen de achtergrond van de waterhuishouding bij andere grondsoorten.

In hoofdstuk III wordt uiteengezet hoe uit de grondwaterstandsgegevens, verkregen bij de over meerdere jaren voortgezette waarnemingen in een stambuis, een verantwoorde gemiddelde tijdstijghoogtecurve geconstrueerd kan worden. Deze curve geeft aan hoe de grondwaterstand gemiddeld in de betreffende grond verloopt. De waarden gevonden bij de top en het dal van deze curve zijn resp. de gemiddeld hoogste grondwaterstand (G.H.W.) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (G.L.W.). Het verschil tussen beide waarden geeft de fluctuatie weer.

Aansluitend hierop wordt in hoofdstuk V nagegaan hoe uit de ter beschikking staande gegevens van een stambuis op een eenvoudige en betrekkelijk weinig tijdrovende wijze G.H.W. en G.L.W. berekend kunnen worden.

De profielen ter plaatse van de in het onderzoek betrokken stambuizen zijn zorgvuldig beschreven, waarbij speciale aandacht werd besteed aan de in de profielen aanwezige kenmerken, die geacht konden worden verband te houden met de aanwezigheid van het grondwater (zoals roest, reductie- en blekingsverschijnselen). Tevens werd op grond van het voorkomen van deze kenmerken - zonder dat de grondwaterstandsgegevens bekend waren - een schatting gemaakt van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand. In hoofdstuk VI worden de profielkenmerken, waarop de veldschattingen van G.H.W. en G.L.W. gebaseerd worden, nader beschreven en geanalyseerd en wordt aangegeven hoe ze bij de verschillende bodemtypen moeten worden geïnterpreteerd.

Vervolgens worden in hoofdstuk VII de geschatte waarden voor G.H.W. en G.L.W. vergeleken met de waarden, die verkregen zijn uit de bewerking van de grondwaterstandsgegevens. Hiermee wordt een indruk verkregen van de betrouwbaarheid van de veldschattingen en de betekenis hiervan voor de grondwatertrappenindeling.

Ten slotte wordt in hoofdstuk VIII ingegaan op de verschillen in grondwaterstanden, die zich tussen de jaren onderling kunnen voordoen. Nagegaan werd daarbij in hoeverre deze verschillen afhankelijk zijn van bodemtypen. Voorts wordt nog een vergelijking tussen neerslag- en waterstandsgegevens gemaakt.

III. DE GEMIDDELDE WATERSTANDSCURVE.

Voor het verkrijgen van een inzicht in het grondwaterstandsverloop over een langere periode zijn in de fig. 1A en 2A de tijdstijghoogtelijnen van 2 verschillende waterstandsbuizen over 7 jaren uit de periode 1953 tot 1960 over elkaar uitgezet.

Het blijkt dat van jaar tot jaar aanzienlijke verschillen in het grondwaterstandsverloop kunnen voorkomen, kennelijk afhankelijk van de klimatologische omstandigheden. Typierend hiervoor zijn de tijdstijghoogtelijnen van de jaren 1954 en 1956 t.o.v. die van de jaren 1955 en 1959. Terwijl in de jaren 1954 en 1956 in de maanden juli en augustus de stijging naar het winterniveau zich reeds heeft ingezet en reeds vrij hoge standen worden bereikt, zet in de overeenkomstige maanden van de jaren 1955 en 1959 de daling van het grondwater zich nog steeds voort. De neerslagcijfers voor de betreffende jaren zijn hiermee in overeenstemming. De zomers van 1954 en 1956 moeten worden gerekend tot de natte zomers, terwijl de zomers van 1955 en 1959 als droge, resp. zeer droge moeten worden beschouwd.

Ondanks bovengenoemde verschillen in waterstandsverloop, zijn er bepaalde eigenschappen, die alle afzonderlijke tijdstijghoogtelijnen gemeen hebben. Het blijkt namelijk dat alle tijdstijghoogtelijnen een geleidelijk dalen van het grondwater in het voorjaar en, na het bereiken van de laagste stand, een snelle stijging in nazomer of herfst laten zien. Opmerkelijk is hierbij de bij benadering gelijke helling

van de stijgende tak in de afzonderlijke jaren. Het tijdstip waarop de laagste stand wordt bereikt kan in de verschillende jaren evenwel vrij ver uiteen liggen (mei tot december). Het hier gesignaleerde verschijnsel werd door Stol (1960) beschreven.

Doelstelling van dit hoofdstuk is te komen tot de constructie van een gemiddelde waterstandscurve. Deze curve moet de typische eigenschappen vertonen, die ook in de afzonderlijke jaarcurven van fig. 1A en 2A tot uiting komen, n.l. de geleidelijke daling vanaf het voorjaar en de grotere helling van de stijgende tak.

Een eenvoudige methode voor het berekenen van een gemiddelde waterstandscurve is gebruik te maken van het rekenkundig gemiddelde. De hierdoor verkregen gemiddelde waterstandscurve is weergegeven in fig. 1C en 2C als een smalle getrokken lijn. Deze gemiddelde curve geeft voor elke opnamedatum het rekenkundig gemiddelde weer van alle op deze datum uitgevoerde waarnemingen. Vervolgens is met de hand een vloeiende lijn (brede getrokken lijn in de fig. 1C en 2C) getrokken, die de genoemde curve in algemene zin volgt. Deze brede getrokken lijn kan worden beschouwd als de gemiddelde waterstandscurve, die door gebruikmaking van het rekenkundig gemiddelde per opnamedatum kan worden verkregen. Deze curve wordt in het vervolg korthedshalve aangeduid als rekenkundige curve.

Een vluchtige vergelijking van het stijgende gedeelte van de individuele curven in de fig. 1A en 2A met het stijgende gedeelte van de rekenkundige curve in fig. 1C en 2C laat duidelijk uitkomen dat deze laatste curve niet karakteristiek is voor het gedrag van het grondwater. De stijging van de afzonderlijke jaarcurven vertoont steeds een vrij steile helling, die voor alle curven bij benadering gelijk is. Daarentegen geeft de rekenkundige curve in de fig. 1C en 2C een aanmerkelijk flauwere helling te zien.

Door gebruik te maken van deze berekeningsmethode wordt dus een curve verkregen die in dit opzicht zeker niet voldoet. De oorzaak hiervan ligt niet bij de omstandigheid, dat de niveaus, waarbinnen de jaarlijkse schommeling van het grondwater zich voltrekt van jaar tot jaar aanzienlijk kunnen verschillen, doch wel bij het tijdstip, waarop het laagste punt van de jaarcurve wordt bereikt en dat van jaar tot jaar vrij ver uitéén kan liggen. Daardoor worden hoge standen uit natte zomers gemiddeld met lage standen uit droge zomers en dit heeft weer tot gevolg dat de stijgende tak te vlak komt te liggen.

Voor het construeren van een gemiddelde waterstandscurve zal dus een andere weg gevolgd moeten worden. De constructie van de dalende tak levert weinig moeilijkheden op, omdat van jaar tot jaar de afzonderlijke lijnen dicht bij elkaar liggen en dus uit de hand zonder veel moeilijkheden een gemiddelde lijn kan worden getrokken (onderbroken lijn in de fig. 1A en 2A). Deze onderbroken lijn heeft vrijwel hetzelfde beloop als de dalende tak van de brede getrokken curve in fig. 1C en 2C. Voor de constructie van de stijgende tak ligt de zaak moeilijker. Doordat b.v. de jaarcurve van 1954 in augustus reeds een sterke stijging vertoont en de curve van 1959 op dat tijdstip nog een voortgaande daling laat zien, is het niet zonder meer wenselijk de standen van gelijke data uit verschillende jaren met elkaar te vergelijken. Voor het verkrijgen van een representatieve waterstandscurve is het noodzakelijk om van de verschillende jaren die standen met elkaar te vergelijken, die zich wat de vorm van de grondwaterstandscurve betreft, in een vergelijkbare positie bevinden. Om dit te bereiken zijn in fig. 1B en 2B de jaarcurven onderling zodanig verschoven dat de dalen van de enigszins vereffende jaarcurven op één verticaal komen te liggen. (Dit behoeft niet altijd de absoluut laagste stand van dat jaar te zijn).

Wanneer men de op één verticaal liggende minima van de afzonderlijke jaren rekenkundig middelt, verkrijgt men het minimum van de gemiddelde curve. Vanuit dit punt wordt uit de hand de stijgende tak van de gemiddelde curve getrokken, zoals op de fig. 1B en 2B is weergegeven (onderbroken lijn). Vervolgens zijn in de fig. 1C en 2C de onderbroken lijn van de dalende tak uit fig. 1A en 2A verbonden met de onderbroken lijn van de stijgende tak uit fig. 1B en 2B.

Van de aldus verkregen curve kan gesteld worden dat zij een goed gemiddeld beeld geeft van het verloop van het grondwater in het profiel. De top van deze curve is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (G.H.W.) en het dal de gemiddeld laagste grondwaterstand (G.L.W.). Deze aldus verkregen curve wordt in het vervolg korthedshalve grafische curve genoemd.

IV. ENKELE VERSCHILPUNTEN TUSSEN DE REKENKUNDIG EN GRAFISCH VERKREGEN CURVEN.

Er werd reeds op gewezen, dat de karakteristieke eigenschappen van een grondwaterstandscurve, namelijk de geleidelijke daling in het voorjaar en de snellere stijging in het najaar, wel tot uiting komen in de grafische curve, niet in de rekenkundige. Daarnaast verdienen de volgende punten nog de aandacht.

De rekenkundige curve geeft per opnamedatum de gemiddelde stand van het grondwater weer. Zo is de stand van bijv. 14 oktober, afgelezen van de rekenkundige curve, het gemiddelde van alle standen van 14 oktober uit de jaren 1953 t/m 1959. Deze stand is in het geval van fig. 1C op 14 oktober ongeveer 110 cm - m.v.. Op grond van de grafische curve kan men deze uitspraak echter niet doen, omdat deze curve vooral de aard van de daling en de stijging van het grondwater in beeld brengt en niet de gemiddelde standen per kalenderdatum aangeeft.

De betekenis die verbonden zou kunnen zijn aan het vaststellen van de gemiddelde grondwaterstand op een bepaalde datum, bijv. ten behoeve van cultuurtechniek of van de landbouwgeschiktheid, is overigens zeer betrekkelijk, omdat vooral in de zomer en het najaar de spreiding rondom een dergelijk gemiddelde zeer groot is. In het geval van fig. 1A variëren de grondwaterstanden op 14 oktober van ca. 30 cm tot ca. 210 cm - m.v., terwijl deze grote verschillen langdurig blijven bestaan, n.l. van augustus tot december. In het geval van fig. 2A variëren de waarden van ca. 20 cm tot ca. 120 cm - m.v. en treden ze op van juli tot december.

Doordat in de afzonderlijke jaren de laagste standen en in mindere mate ook de hoogste standen steeds op verschillende data optreden, wordt door toepassing van het rekenkundig gemiddelde per opnamedatum, een curve verkregen die in sterke mate is afgevlakt (fig. 1C en 2C). Zelfs wanneer in elk der waarnemingsjaren de gemiddeld laagste stand steeds bijv. 150 cm - m.v. zou zijn, dan zou toch de rekenkundige curve niet tot 150 cm kunnen dalen, gezien de optredende fase-verschillen en de middeling per opnamedatum.

De grafische curve, zoals die is beschreven in hfdst. III komt aan dit bezwaar tegemoet. Deze curve zou in bovengenoemd geval wel 150 cm aangeven, omdat uit elk jaar de dalen met elkaar gemiddeld worden. Echter kan men bij de grafische curve niet aangeven op welke datum de G.H.W. en de G.L.W. zullen optreden. Gezien de grote spreiding in het tijdstip van optreden van deze standen is dit ook van minder belang. De grafische curve geeft slechts aan dat het grondwater vanaf het voorjaar een geleidelijk daling vertoont, totdat de gemiddeld laagste waterstand is bereikt, waarna een vrij snelle stijging van het grondwater

tot het winterniveau volgt. Het tijdstip waarop de gemiddeld laagste stand wordt bereikt en de snelle stijging naar winterniveau inzet kan niet met voldoende nauwkeurigheid worden aangegeven. In de afzonderlijke jaren blijkt dit tijdstip vrij ver uitéén te liggen en afhankelijk te zijn van voornamelijk het tijdstip waarop de najaarsregens beginnen.

Wanneer in een bepaald jaar de stijging naar winterniveau vroeger inzet dan is aangegeven in de grafische curve, dan zal in het algemeen de laagste stand in dat jaar de G.L.W. niet bereiken. Zet de stijging later in dan zal in dat jaar de laagste stand in het algemeen tot een niveau dalen, dat lager ligt dan de G.L.W.

V. BEREKENEN VAN DE GEMIDDELD HOOGSTE EN DE GEMIDDELD LAAGSTE GROND-
WATERSTAND UIT WATERSTANDSgegevens VAN STAMBUIZEN.

De methode voor het construeren van een gemiddelde waterstandscurve zoals beschreven in hoofdstuk III is zeer bewerkelijk. Nu wordt voor het snel berekenen van de G.H.W. en G.L.W. wel gebruik gemaakt van een berekeningsmethode, die bekend staat als de HW-3 en LW-3 methode. HW-3 resp. LW-3 worden als volgt berekend: Men middelt de hoogste 3 resp. de laagste 3 standen, gemeten in een bepaald jaar. Dit doet men voor elk jaar, waarvan men waarnemingen heeft. Vervolgens wordt de HW-3 resp. LW-3 van elk jaar gesommeerd en gedeeld door het aantal jaren. Voor de in de fig. 1 en 2 bewerkte buizen geldt als G.H.W., resp. G.L.W.:

$$\frac{\sum_{8} \text{HW-3 1952 t/m 1959}}{8} \quad \text{en} \quad \frac{\sum_{7} \text{LW-3 1953 t/m 1959}}{7}$$

Deze waarden zijn in de fig. 1 en 2 weergegeven als onderbroken horizontale lijnen.

Uit de figuren blijkt de HW-3 en LW-3 methode waarden op te leveren, die vrijwel overeenstemmen met de waarden gevonden voor G.H.W. en G.L.W. afgelezen van de grafisch verkregen curve. In onderstaand staatje (tabel 1) is dit weergegeven. Behalve de standen van de 2 buizen, die in de fig. 1 en 2 zijn uitgewerkt, zijn nog van 5 andere buizen de gemiddelde curven vervaardigd. Ook de van deze 5 buizen op de 2 manieren verkregen waarden voor G.H.W. en G.L.W. zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 1. G.H.W. en G.L.W. verkregen enerzijds door aflezing van de gemiddelde waterstandscurve (a), anderzijds berekend met HW-3 en LW-3 methode (b).

Bodemtype en plaats:	G.H.W.:		G.L.W.:	
	a	b	a	b
humuspodzol, z.f.zand - Heten	41	40	167	168
gleygrond - Herfte	35	33	110	109
gleygrond, zwaar - Enter	21	18	107	100
humuspodzol, m.f.zand - Vriezenveen	30	28	124	121
humuspodzol, m.f.zand - Staphorst	20	25	130	129
humuspodzol, m.f.zand (beheerst peil) - Lichtmis	51	50	85	87
humuspodzol, veenkoloniaal - Dedemsvaart	64	75	117	115

De HW-3 en LW-3 methode blijkt dus waarden op te leveren die voldoende betrouwbare benaderingen zijn voor G.H.W. en G.L.W.. Bij de verdere verwerking van de gegevens wordt dan ook uitsluitend gewerkt met HW-3 en LW-3, waarbij wordt aangenomen dat hierdoor de top en het dal van de gemiddelde waterstandscurve worden weergegeven.

Voor het berekenen van de G.H.W. en G.L.W. wordt behalve van de HW-3 en LW-3 methode ook wel gebruik gemaakt van de HW-5 en LW-5 methode. Nog sterker dan bij de HW-3 en LW-3 geldt hier als voorwaarde dat de opname van de buizen weinig hiaten mag vertonen. In tabel 2 is weergegeven de gemiddelde afwijking die ontstaat door bij het berekenen van de G.H.W. en G.L.W. uit te gaan van resp. de hoogste 5 en laagste 5 standen t.o.v. de hoogste 3 en laagste 3 standen.

Hierbij is een onderverdeling naar bodemtype gemaakt. In totaal werden de uitkomsten van + 140 stambuizen met elkaar vergeleken.

Tabel 2. Gemiddelde afwijking van de uitkomsten van G.H.W. en G.L.W. bij gebruikmaking van HW-5 en LW-5 methode i.p.v. HW-3 en LW-3 methode.

Bodemtype:	Gemiddelde afwijking in cm	
	G.H.W.	G.L.W.
veengr., veenkol.gr., klei-op-veengrond	+ 4.2 ')	- 4.2 ')
kleigronden	+ 5.1	- 4.1
zandgronden	+ 5.8	- 5.7
keileem en zand op keileem	+ 6.9	- 7.8

') + = lagere stand
- = hogere stand

Door dus van de hoogste en laagste 5 standen uit te gaan i.p.v. de hoogste en laagste 3 wordt ogenschijnlijk de uitkomst niet sterk beïnvloed. Hierbij dient men er rekening mee te houden, dat bij het werken met 5 standen de G.H.W. lager en de G.L.W. hoger uitvalt. De fluctuatie - zijnde het verschil tussen G.L.W. en G.H.W. - wordt dus geringer. Zowel de afwijking van de G.H.W. als van de G.L.W. werken beide in de richting van een geringere fluctuatie. Voor de zandgronden zou dat dus gemiddeld een geringere fluctuatie van ongeveer 12 cm inhouden.

In het voorgaande werd reeds aangetoond, dat de uitkomsten van de HW-3 en LW-3 methode vrijwel overeenkomen met de G.H.W. en G.L.W. van de gemiddelde curve en daardoor tevens juiste waarden voor de fluctuatie opleveren. Om deze reden moet de HW-3 en LW-3 methode als doelmatiger worden beschouwd dan de HW-5 en LW-5 methode.

VI. PROFIELKENMERKEN ALS BASIS VOOR DE SCHATTING VAN DE GEMIDDELD HOOGSTE EN DE GEMIDDELD LAAGSTE GRONDWATERSTAND.

Gelijktijdig met de profielbeschrijving bij de waterstands-buizen, werd van ieder profiel een schatting van de gemiddeld laagste en van de gemiddeld hoogste stand gemaakt. Deze schatting van de G.H.W. en G.L.W. berust op het voorkomen in het profiel van kenmerken, die onder invloed van het op- en neergaande grondwater zijn ontstaan.

Uit de bodemkundige literatuur (o.a. Edelman, 1950) is reeds voldoende bekend, dat er een verband bestaat tussen het voorkomen van bepaalde kenmerken in het profiel, als roest-, reductie- en blekings-verschijnselen (samen te vatten als grondwaterkenmerken) en de diepte beneden maaiveld, waarop grondwater in het profiel wordt aangetroffen.

Dat deel van het profiel dat steeds in het grondwater ligt is altijd verzadigd met water en er heersen anaërobe omstandigheden. De zone daarboven - die in de winterperiode in het grondwater ligt, in de zomerperiode erboven - is de zone van afwisselende oxydatie en reductie. Nog hoger is naast water vrijwel steeds lucht in de grond aanwezig. Genoemde profielzones zijn te herkennen door de af- of aanwezigheid (in het laatste geval mede door de mate van duidelijkheid) van voor die zones typische grondwaterkenmerken. De schattingen van G.H.W. en G.L.W. zijn in beginsel op deze overwegingen gebaseerd.

In het volgende zullen de grondwaterkenmerken nader besproken worden, waarbij het nodig is een onderscheid te maken tussen de ontijzerde profielen en de niet-ontijzerde profielen.

a. De niet-ontijzerde gronden.

Voor de niet-ontijzerde gronden is het naast elkaar voorkomen van roest- en reductieverschijnselen een aanwijzing voor het periodiek voorkomen van grondwater op dat niveau. Het ontbreken van reductieverschijnselen naast roestverschijnselen in een bepaalde profiellaag is een aanwijzing, dat de gemiddeld hoogste stand niet tot in deze laag reikt. Typerend hiervoor zijn de homogeen bruine lagen onder de A1 bij rivierkleigronden en de homogeen blonde of gele lagen in de C-horizont bij zandgronden.

Voor de lichtere zandgronden uit deze groep wordt de gemiddeld hoogste stand geschat op die waar de duidelijke reductieplekken beginnen, behoudens in het geval dat deze reductieplekken voorkomen boven en in een slecht doorlatende laag, terwijl beneden deze laag deze reductieverschijnselen niet of slechts zwak zijn vertegenwoordigd. Deze reductieverschijnselen boven en in een slecht doorlatende laag worden dan geacht te zijn veroorzaakt door stagnerend regenwater boven deze laag en niet door het "echte" grondwater.

Voor de zwaardere gronden in deze groep wordt de G.H.W. niet geschat op het niveau waar de duidelijke reductieverschijnselen beginnen, maar afhankelijk van zwaarte, fijnzandigheid, gelaagdheid en humusgehalte op een bepaalde diepte beneden dit niveau.

Reductieverschijnselen worden veroorzaakt door het ontbreken van lucht in de grond. Dit is het geval zowel in de zone waar zich grondwater bevindt als in de capillaire zone erboven. In waterstandsbuizen wordt echter slechts het freatisch vlak gemeten. Hoe zwaarder, fijnzandiger en humeuzer een grond, des te hoger zal ook de capillaire zone boven het grondwater reiken en des te hoger dus ook zullen de reductieverschijnselen voorkomen boven de gemiddeld hoogste stand van het grondwater.

Vanaf de diepte waarop de eerste duidelijke reductieverschijnselen optreden naar beneden, neemt de oppervlakte die door de reductieplekken wordt ingenomen steeds toe, totdat ten slotte de geheel blauw of grijs gereduceerde zone wordt bereikt. De diepte waarop de volledig gereduceerde zone begint, wordt geschat als de diepte van de G.L.W. Afhankelijk van de zwaarte en de fijnzandigheid van de grond op deze diepte wordt eventueel weer een correctie toegepast op deze schatting. Voor de in beschouwing genomen zandgronden is dit vrijwel nooit nodig, aangezien op deze diepte het materiaal vrijwel steeds bestaat uit niet of zwak lemig matig fijn zand.

b. De ontijzerde gronden (humuspodzolen en ijzerloze A/C-gronden).

Bij de ontijzerde gronden zijn de grondwaterkenmerken minder duidelijk ontwikkeld. Daar zij geen of weinig ijzer bevatten komen hier dan ook geen roest- en reductieverschijnselen voor.

Evenwel vertonen ook deze gronden bepaalde verschijnselen die met de grondwaterbeweging in verband kunnen worden gebracht. Het is waarschijnlijk, dat deze verschijnselen samenhangen met het voorkomen in deze profieldelen van, zij het soms geringe, hoeveelheden organische stof, die onder invloed van de afwisselende oxyderende en/of reducerende omstandigheden blekingsvlekken gaan vertonen. Vanaf het maaiveld of vanaf een bepaalde diepte daar beneden komen gebleekte vlekken voor, die naar beneden meestal in intensiteit en duidelijkheid toemenen totdat meestal een geheel gebleekte zone wordt bereikt. Dit kan beschouwd worden als de zone van totale reductie. De overgang naar deze zone van totale reductie is bij de ontijzerde gronden veelal minder scherp dan bij de niet-ontijzerde gronden.

Voor de niet en zwak lemige matig fijnzandige gronden in deze groep is de G.H.W. geschat op of iets beneden de diepte, waarop de duidelijke blekingsvlekken beginnen. De G.L.W. is geschat op of iets beneden de diepte, waarop de geheel gebleekte horizont voorkomt. Ook bij de ontijzerde gronden wordt bij de schatting rekening gehouden met de zwaarte, fijnzandigheid en het humusgehalte van de betreffende lagen. Ook hier geldt dat blekingsvlekken boven en in slecht doorlatende lagen voor de schatting van de G.H.W. buiten beschouwing worden gelaten als de blekingsvlekken beneden deze laag niet of slechts in zwakke mate aanwezig zijn.

De geheel gebleekte zone behoeft nog enige toelichting. Behalve dat de overgang naar de geheel gereduceerde zone bij de ontijzerde gronden geleidelijker is dan bij de niet-ontijzerde, zijn er van de geheel gereduceerde zone bij de ontijzerde gronden ook meerdere typen aanwezig. Wanneer b.v. de gemiddeld laagste stand voorkomt in de B₃ van een humuspodzol dan is dit niveau kenbaar aan een kleuromslag van bruin naar olijfbruin of olijfgrijs. In de ijzerloze A/C-gronden en in podzolen waar de gemiddeld laagste stand voorkomt in de C-horizont is deze kenbaar aan een egaal grijze of vaalgrijze kleur, die naar beneden niet meer verandert.

Zoals reeds gesteld zijn in het algemeen de grondwaterkenmerken bij de ontijzerde gronden minder duidelijk waar te nemen dan bij de niet-ontijzerde gronden. In zeer sterke mate geldt dit voor qua korrelgrootte sterk gesorteerde zandgronden, vooral als deze ook nog grofzandig zijn. In deze gronden zijn de blekingsvlekken niet of slechts zeer vaag aanwezig. De schatting op basis van de kenmerken is hier zeer moeilijk en andere factoren, zoals profielontwikkeling en relatieve hoogteligging zullen dan mede in de schatting moeten worden betrokken.

Zoals reeds werd vermeld is in het algemeen de G.H.W. geschat op die diepte waar de duidelijke grondwaterkenmerken beginnen en de G.L.W. op die diepte waar de geheel gereduceerde zone begint. Afhankelijk van de aard van de betreffende profiellagen werd bij de schatting de diepte van de G.H.W. en G.L.W. soms beneden, soms boven het niveau van deze kenmerken geschat. De fig. 3 t/m 5 geven een inzicht in welke gevallen en in welke mate bij de schatting van de algemene regel werd afgeweken. De verticale schaal geeft de diepte weer waar de kenmerken van G.H.W. of G.L.W. bij de diverse profielen beginnen. De horizontale schaal geeft weer op welke diepte boven of beneden deze kenmerken de G.H.W. of G.L.W. is geschat. Liggen de punten op de verticale as dan is dus bij de schatting de algemene regel gehanteerd. Ligt een punt links of rechts van de verticale as, dan geeft de afstand van dit punt tot die as aan hoever de G.H.W. resp. G.L.W. boven of beneden het niveau van de betreffende kenmerken is geschat. Uit fig. 3 blijkt, dat bij de niet en zwak lemige humuspodzolen en ijzerloze A/C-gronden de schatting van de G.H.W. vrijwel steeds op of iets beneden het niveau van de eerste duidelijke kenmerken is gelegd. Bij de sterk lemige

fijnzandige humuspodzolen en ijzerloze A/C-gronden werd de G.H.W. meestal dieper beneden de eerste duidelijke kenmerken geschat. Fig. 4 geeft een overzicht van de ligging van de geschatte G.H.W. t.o.v. de diepte der eerste duidelijke kenmerken bij gleygronden. Bij de zware gleygronden is de schatting van de G.H.W. dieper beneden het niveau van de eerste duidelijke kenmerken gehouden dan bij de lichte gleygronden. Fig. 5 brengt tot uitdrukking dat de G.L.W. steeds bij alle bodemtypen op of dicht om het begin van de geheel gereduceerde of gebleekte zone is geschat.

Samenvattend kan gezegd worden, dat als algemene regel voor de schatting geldt: de gemiddeld hoogste stand wordt geschat op die diepte waar de eerste duidelijke reductie- of blekingsvlekken beginnen. De gemiddeld laagste stand wordt geschat op die diepte waar de geheel gereduceerde of gebleekte horizont begint. De zwaarte, fijnzandigheid, het humusgehalte, etc. van bepaalde lagen in een profiel kunnen van dien aard zijn, dat bij de schatting van bovengenoemde algemene regel wordt afgeweken.

Voorts werden van een aantal veenkoloniale gronden, keileemgronden en zandgronden liggend op keileem de G.H.W. en G.L.W. geschat. Daar het hier gaat om een gering aantal waarnemingen zijn deze niet verder uitgewerkt. Wel werd de indruk verkregen dat de hoogste duidelijke kenmerken in veenkoloniale gronden niet betrouwbaar zijn als indicator van de G.H.W.. Veelal ligt de G.H.W. hier ver beneden het begin der duidelijke kenmerken. Ook bij de keileemgronden en de zandgronden in het keileemgebied zijn de kenmerken minder betrouwbaar dan bij de normale zandgronden. Ook stuit de berekening van de G.H.W. en G.L.W. bij deze gronden op moeilijkheden. De jaarlijkse beweging van het grondwater bij deze gronden, vertoont tussen de jaren onderling dermate grote verschillen dat het berekenen van de G.H.W. en G.L.W. uit grondwaterstandsgegevens weinig zinvol is.

VII. DE BETROUWBAARHEID VAN DE SCHATTINGEN VAN DE GEMIDDELD HOOGSTE EN DE GEMIDDELD LAAGSTE STAND IN HET VELD.

In hoofdstuk VI werd een beschrijving gegeven van de waterstandskenmerken en besproken op welke wijze deze kenmerken kunnen worden geïnterpreteerd om tot een schatting van de G.H.W. en G.L.W. te komen. In dit hoofdstuk zal nu worden nagegaan wat de betrouwbaarheid is van de tijdens de profielbeschrijvingen gemaakte schattingen van G.H.W. en G.L.W.

Bij het nagaan van de betrouwbaarheid van de geschatte G.H.W. en G.L.W. heeft het geen zin deze te vergelijken met beschikbare waterstandsgegevens van een vrij korte periode, b.v. 1 of 2 jaar. Uit de beschikbare waterstandsgegevens van de jaren 1953 t/m 1959 is n.l. gebleken, dat tussen de jaren onderling grote verschillen in waterstanden kunnen voorkomen. Zou men de betrouwbaarheid van de schattingen controleren met behulp van de waterstandsgegevens uit een vrij korte periode dan is de kans groot dat de berekende waarden voor G.H.W. en G.L.W. sterk zijn beïnvloed door eventueel voorkomende extreme standen. De schattingen van G.H.W. en G.L.W. zijn echter gebaseerd op in de profielen aanwezige waterstandskenmerken. Deze kenmerken zijn het resultaat van het normale verloop van het grondwater over een lange periode. De frequentie van het voorkomen van extreem hoge of lage standen is in het algemeen klein. Terwijl dus de tijdsduur die verloopt tussen 2 perioden van extreem hoge of lage standen in het algemeen vrij groot is, is de duur van een periode met extreem hoge of lage

standen zelf, meestal vrij kort. Rekening houdend met deze factoren, lijkt het onwaarschijnlijk, dat door extreem hoge of lage standen blijvende kenmerken in het profiel worden veroorzaakt. Veldwaarnemingen zijn hiermee in overeenstemming. Zo bleek b.v. dat in de zeer droge zomer van 1959, bij alle onderzochte profielen de grondwaterstand op dat moment aanmerkelijk beneden de bovenzijde van de geheel gereduceerde zone lag.

In fig. 6 en 7 zijn de berekende waarden voor G.H.W. resp. G.L.W. (y) uitgezet tegen de geschatte waarden voor G.H.W. en G.L.W. (x). Deze berekende G.H.W. en G.L.W. zijn verkregen uit de HW-3 en LW-3 methode (hoofdstuk V). Hierbij dient te worden opgemerkt, dat bij ongeveer de helft van het aantal buizen waterstandsgegevens beschikbaar waren over een periode van 7 jaren. De rest van het aantal buizen had een opnameduur variërend van 3 tot 6 jaar.

Berekend werd de regressie van y op x. Voor de schattingen van de G.H.W. werd als regressievergelijking gevonden $y = (0,86 \pm 0,03)x + 9,5$. De regressievergelijking voor de schattingen van de G.L.W. was $y = (0,85 \pm 0,05)x + 23$. De correlatie-coëfficiënt voor schattingen van G.H.W., resp. G.L.W. was 0,94 resp. 0,89. In tabel 3 wordt nog een nadere informatie verstrekt over de mate waarin berekende en geschatte waarden van elkaar afwijken.

Tabel 3. Overzicht van de mate waarin de geschatte G.H.W. resp. G.L.W. afwijken van de berekende G.H.W. resp. G.L.W.

Verschil tussen berekende en geschatte waarden in cm	In % van het aantal profielen	
	G.H.W. (75 prof.)	G.L.W. (72 prof.)
10 cm of minder	64%	68%
15 cm of minder	87%	78%
20 cm of minder	92%	97%

De regressielijnen blijken in de fig. 6 en 7 bij benadering op de 45° lijn te liggen. De spreiding is bij de schatting van de G.H.W. wat groter dan bij de G.L.W., speciaal bij de hoogste standen. Uit fig. 6 en 7 en tabel 3 kan worden geconcludeerd dat de schatting van G.H.W. en G.L.W. m.b.v. waterstandskenmerken met redelijke betrouwbaarheid mogelijk is.

In het voorgaande werd een indruk verkregen met welke mate van betrouwbaarheid een schatting van G.H.W. en G.L.W. mogelijk is. Van belang is het nu na te gaan wat de betekenis van deze betrouwbaarheid is voor de schatting in grondwatertrappen (Gt's), zoals die op de systematische bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 zal worden weergegeven. De volgende door de Hydrologische Commissie voorgestelde Gt-indeling wordt hier gebruikt (tabel 4).

Tabel 4. Grondwatertrappenindeling in dit rapport toegepast.

Gt's	G.H.W.	G.L.W.
I	-	<50
II	-	50-80
III	<40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>120

In de zandgebieden komen alleen de Gt-trappen III, V, VI en VII in belangrijke oppervlakten voor. Van de overige Gt's was dan ook geen of slechts een enkele buis aanwezig.

In hoofdstuk VI werd reeds vermeld, dat bij elk profiel de G.H.W. en de G.L.W. werd geschat. Men kan nu dus nagaan in welke grondwatertrap elk profiel volgens de schatting terecht komt. Deze schattingen zijn in fig. 8 weergegeven. Deze fig. zegt evenwel niets omtrent de juistheid van de schattingen. Door profiel voor profiel de geschatte en de gemeten waarden voor G.H.W. en G.L.W. en tegelijk hun plaatsen ten opzichte van de Gt-grenzen te vergelijken, komt men tot een beoordeling van de Gt-schattingen. Slechts in het geval, waarbij de schattingswaarde en de berekende waarde voor G.H.W. en/of G.L.W. aan weerszijden van een Gt-grens liggen, is er sprake van een foutieve Gt-schatting. Tabel 5 geeft een overzicht van de juistheid van de Gt-schatting, uitgedrukt in % van het aantal profielen en gerangschikt per Gt, waarbij zich 3 gevallen voordoen.

- a. de berekende en de geschatte Gt stemmen overeen;
- b. de berekende Gt is droger dan de geschatte;
- c. de berekende Gt is natter dan de geschatte.

Tabel 5. Resultaat van de Gt-schatting, uitgedrukt in % van het aantal profielen.

Berekende Gt t.o.v. geschatte Gt	Geschatte Gt:							
	III		V		VI		VII	
	G.H.W.	G.L.W.	G.H.W.	G.L.W.	G.H.W.	G.L.W.	G.H.W.	G.L.W.
a. (gelijk)	89	89	82	94	86	100	100	100
b. (droger)	11	11	18	n.v.t.	9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
c. (natter)	n.v.t.	0	n.v.t.	6	5	0	0	0
aantal profielen	27		17		22		8	

In fig. 9 zijn de resultaten van de tabel nog eens grafisch weergegeven.

Het aantal juiste schattingen binnen de G.H.W.-grenzen van een bepaalde Gt, varieert dus van 80-100% en binnen de G.L.W.-grenzen van 90-100%. Tevens blijkt de betrouwbaarheid van de schattingen bij de drogere Gt's hoger te liggen dan bij de nattere.

Bij de vaststelling van de grenzen van de Gt-indeling werd niet alleen rekening gehouden met de landbouwkundige betekenis, maar ook met de karteertechnische mogelijkheden. Zou men b.v. de G.H.W.-grens van <30 cm bij de Gt-III om landbouwkundige redenen willen verhogen tot <30 of <20 cm, dan blijkt uit berekeningen dat daardoor de betrouwbaarheid van de schattingen terugloopt van 89% tot 66% resp. 58%.

VIII. VERSCHILLEN IN GRONDWATERSTANDEN IN DE JAREN 1953 t/m 1959.

In de voorgaande hoofdstukken werd reeds enkele malen gewezen op de grote verschillen in grondwaterstanden tussen de jaren onderling. Voor de belangrijkste bodemtypen wordt nu in het kort nagegaan welke orde van grootte deze verschillen kunnen aannemen.

Een globaal inzicht in de verschillen in hoogte en laagste grondwaterstanden tussen de jaren onderling wordt verkregen in fig. 10. Van 36 stambuizen, die alle volledig zijn opgenomen over de jaren 1953 t/m 1959 is voor elk jaar en per buis de HW-3 en LW-3 berekend. Vervol-

gens is voor ieder jaar van alle buizen gezamenlijk de gemiddelde HW-3 en LW-3 berekend. De gevonden waarden zijn door lijnen met elkaar verbonden. Het verschil tussen de gevonden gemiddelde HW-3 en LW-3 van de 36 buizen in een bepaald jaar noemen we de jaarlijkse fluctuatie van het grondwater. De gemiddelde jaarlijkse fluctuatie wordt in fig. 10 weergegeven door het gearceerde gebied, dat aan de bovenzijde wordt begrensd door de gevonden waarden voor de gemiddelde HW-3 en aan de onderzijde door de gevonden waarden voor de gemiddelde LW-3. Aldus is een globaal beeld verkregen van de verschillen in laagste en hoogste standen en de wisselingen in de jaarlijkse fluctuatie, die in 1953 t/m 1959 optraden.

In fig. 11 is voor een 40-tal stambuizen de jaarlijkse fluctuatie weergegeven, maar nu gemiddeld per bodemtype. Zowel de grootte van de jaarlijkse fluctuatie, als de mate waarin deze aan schommelingen onderhevig is, blijken mede afhankelijk te zijn van het bodemtype.

Fig. 12 geeft een inzicht in de wisselingen in laagste standen, die zich tussen de jaren onderling kunnen voordoen. De berekeningsmethode was als volgt:

Voor elke buis is per jaar de LW-3 berekend. Vervolgens is voor elke buis de LW-3 van het jaar 1955 als vergelijkingsmaatstaf gekozen, m.a.w. LW-3 voor 1955 = 0. Voor iedere buis is nu berekend wat de afwijking van de LW-3 in een bepaald jaar is t.o.v. de LW-3 van die buis in het jaar 1955. Deze afwijkingen zijn vervolgens per bodemtype en per jaar gemiddeld. De per bodemtype gevonden gemiddelde afwijkingen voor de diverse jaren zijn door lijnen met elkaar verbonden. Uit fig. 12 valt op te maken, dat ook de mate waarin de jaarlijkse laagste standen aan schommeling onderhevig zijn, mede afhankelijk is van het bodemtype.

De verschillen in waterstanden die zich tussen de diverse jaren voordoen worden hoofdzakelijk veroorzaakt door klimatologische omstandigheden. Evenwel is blijkens fig. 11 en 12 de invloed die van de klimatologische omstandigheden op de waterstanden uitgaat voor alle bodemtypen verschillend. De belangrijkste klimatologische factor, die van invloed is op de grondwaterstanden is voor de zandgronden de neerslag. In fig. 13 worden de neerslaghoeveelheden en de grondwaterstanden uit de jaren 1953 t/m 1959 met elkaar vergeleken. Het bovenste gedeelte van de figuur heeft betrekking op de neerslag - weergegeven als maandcijfers van het station Almelo (getrokken lijn). De gestippelde lijn geeft de gemiddelde maandcijfers van het betreffende station weer, over de periode 1921 t/m 1950. Deze gestippelde curve herhaalt zich dus ieder jaar op precies dezelfde wijze. Perioden met van normaal afwijkende neerslag vallen hierdoor direct in het oog. Het onderste gedeelte van fig. 13 heeft betrekking op de grondwaterstanden van 3 profielen gedurende de jaren 1953 t/m 1959 (getrokken lijn). De gestippelde lijn geeft voor de betreffende profielen de gemiddelde waterstandscurve weer, berekend zoals is weergegeven in hoofdstuk III. Deze gestippelde curve herhaalt zich dus ook ieder jaar op gelijke wijze. Van de gemiddelde waterstandscurve afwijkende waterstanden blijken bij de 3 profielen steeds in dezelfde periode en in dezelfde richting op te treden. Door deze wijze van weergegeven is het mogelijk op eenvoudige wijze vergelijkingen te maken tussen perioden met van normaal afwijkende neerslag en de beweging van het grondwater in overeenkomstige perioden. Daarbij blijkt, dat slechts dan van de gemiddelde waterstandscurve afwijkende waterstanden optreden, als ook afwijkende hoeveelheden neerslag t.o.v. het normaalcijfer voorkomen.

Op gelijke wijze zijn nog de neerslagsommen van de stations Wapenveld en Lochem verwerkt en ook de waterstandsgegevens van 8 andere stambuizen, verspreid liggend in Overijssel. Zowel de neerslagcurven, als de curven van de grondwaterstanden vertonen afwijkingen op dezelfde

tijdstippen en in dezelfde richting, als die welke voorkomen in fig. 13. Hierdoor wordt tevens de bruikbaarheid van de in hoofdstuk III beschreven gemiddelde waterstandscurve (grafische curve) bevestigd.

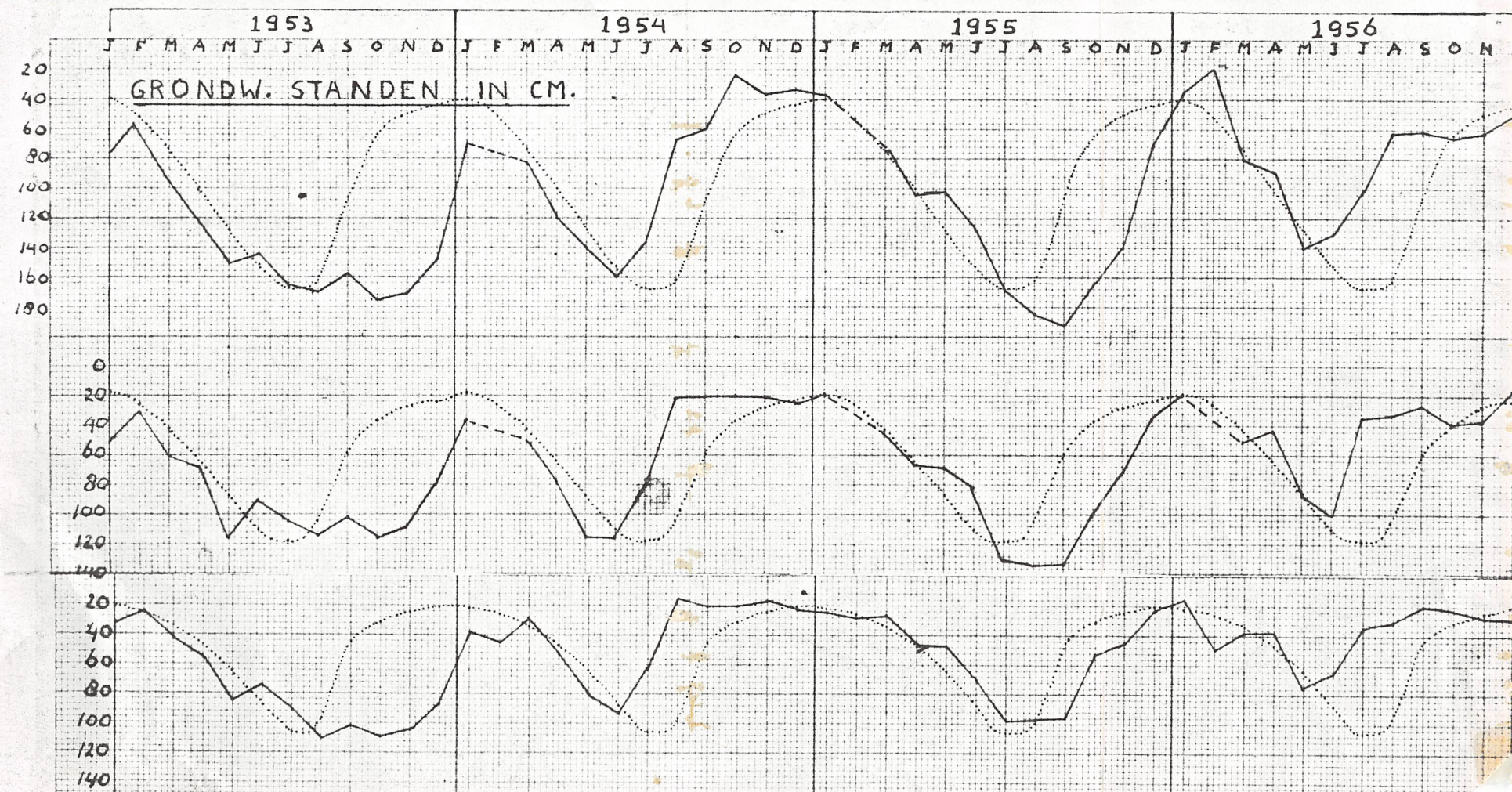
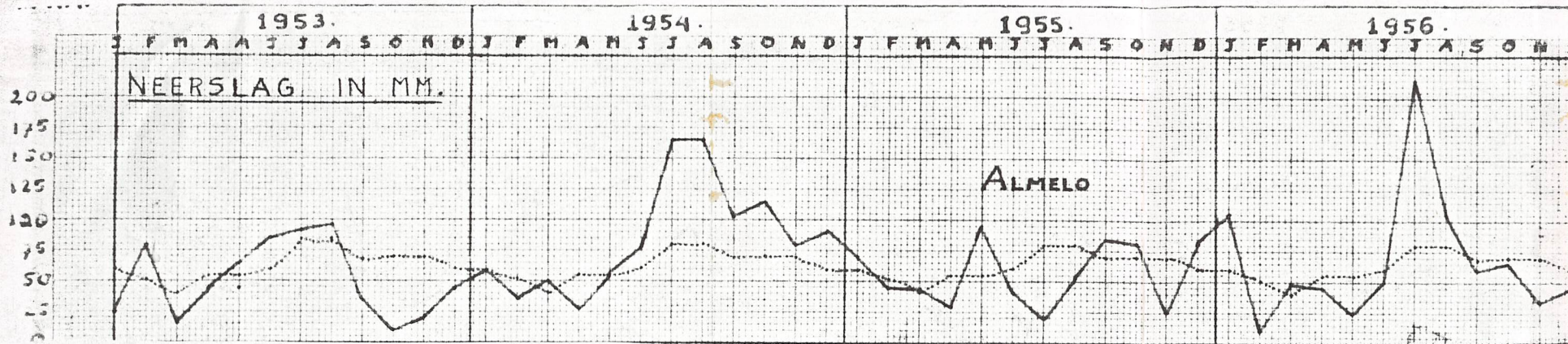
IX. SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

In Overijssel werden van ruim 100 C.O.L.N.-stambuizen, voornamelijk uit het zandgebied, de waterstandsgegevens verzameld van de jaren 1953 t/m 1959. Bij de buizen werden profielbeschrijvingen gemaakt, waarbij vooral aandacht aan de waterstandskenmerken werd besteed. Eveneens werd tijdens de profielbeschrijving een schatting van de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand gemaakt, op basis van de in de profielen aanwezige waterstandskenmerken. Vooral in verband met de invoering van een grondwatertrappenindeling voor de systematische bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, is het van belang inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van de geschatte grondwaterstanden. Uit de verwerking van de waterstandsgegevens en de gegevens verkregen bij de profielbeschrijving zijn de volgende conclusies te trekken:

1. Het vervaardigen van een gemiddelde waterstandscurve uit de tijdstijghoogtelijnen van meerdere jaren m.b.v. het rekenkundig gemiddelde geeft een onbevredigend resultaat, vooral omdat de gemiddelde curve vrij sterk wordt afgevlakt en de vrij scherpe stijging van het grondwater in nazomer en herfst niet uit de curve blijkt.
2. Door die standen van de verschillende jaren met elkaar te vergelijken die zich op een overeenkomstige plaats van de jaarlijkse grondwaterstandscyclus bevinden, wordt een representatieve gemiddelde grondwaterstandscurve verkregen. Deze grondwaterstandscurve heeft de karakteristieke eigenschappen van de individuele tijdstijghoogtelijnen behouden.
3. Door toepassing van de HW-3 en LW-3 methode worden waarden voor G.H.W. en G.L.W. verkregen, die bij benadering gelijk zijn aan G.H.W. en G.L.W., zoals die kunnen worden afgelezen van de gemiddelde waterstandscurve.
4. De schatting van G.H.W. en G.L.W. in het veld bij zandgronden in Overijssel met behulp van de waterstandskenmerken heeft een redelijke betrouwbaarheid.
5. De toekenning van grondwatertrappen aan kaarteenheden op de systematische bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 is eveneens met redelijke betrouwbaarheid mogelijk. Het aantal juiste schattingen binnen de diverse G.H.W. grenzen varieert van 80-100% en van de diverse G.L.W. grenzen van 90-100%.

X. LITERATUUR.

- | | | |
|-------------------------------|------|---|
| Edelman, C.H. | 1950 | Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Amsterdam. |
| Freeve, J. | 1958 | De landbouwwaterhuishouding in de provincie Overijssel, C.O.L.N.-rapport no. 5. |
| Stol, Ph.Th. | 1960 | Grondwaterstanden onder verschillende klimatologische omstandigheden. Landbouwk. Tijdschrift, 72ste jaargang. |
| Stol, Ph.Th. en
B. Vrijhof | 1958 | De landbouwwaterhuishouding in de provincie Zuid-Holland, C.O.L.N.-rapport no. 9. |



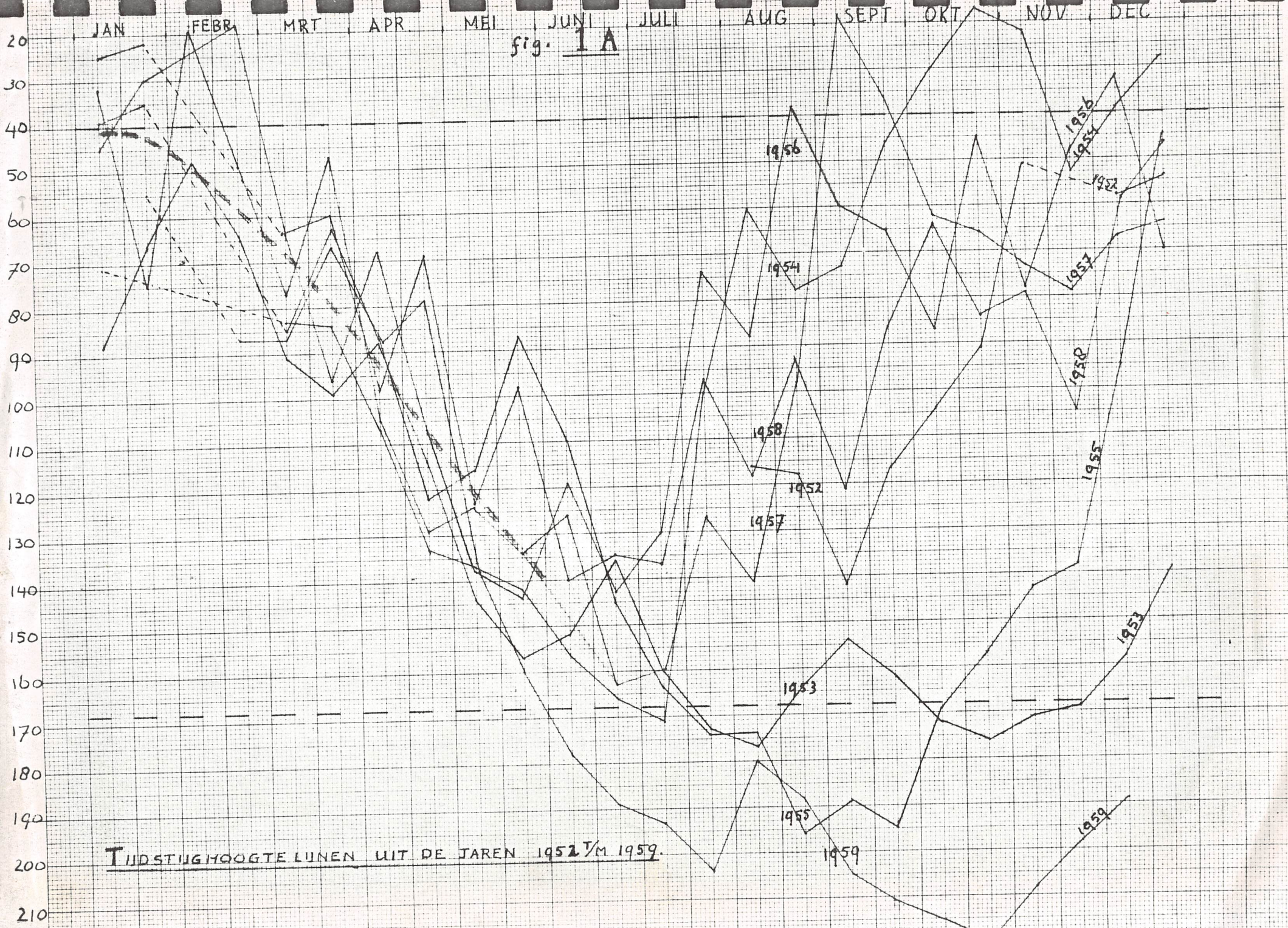
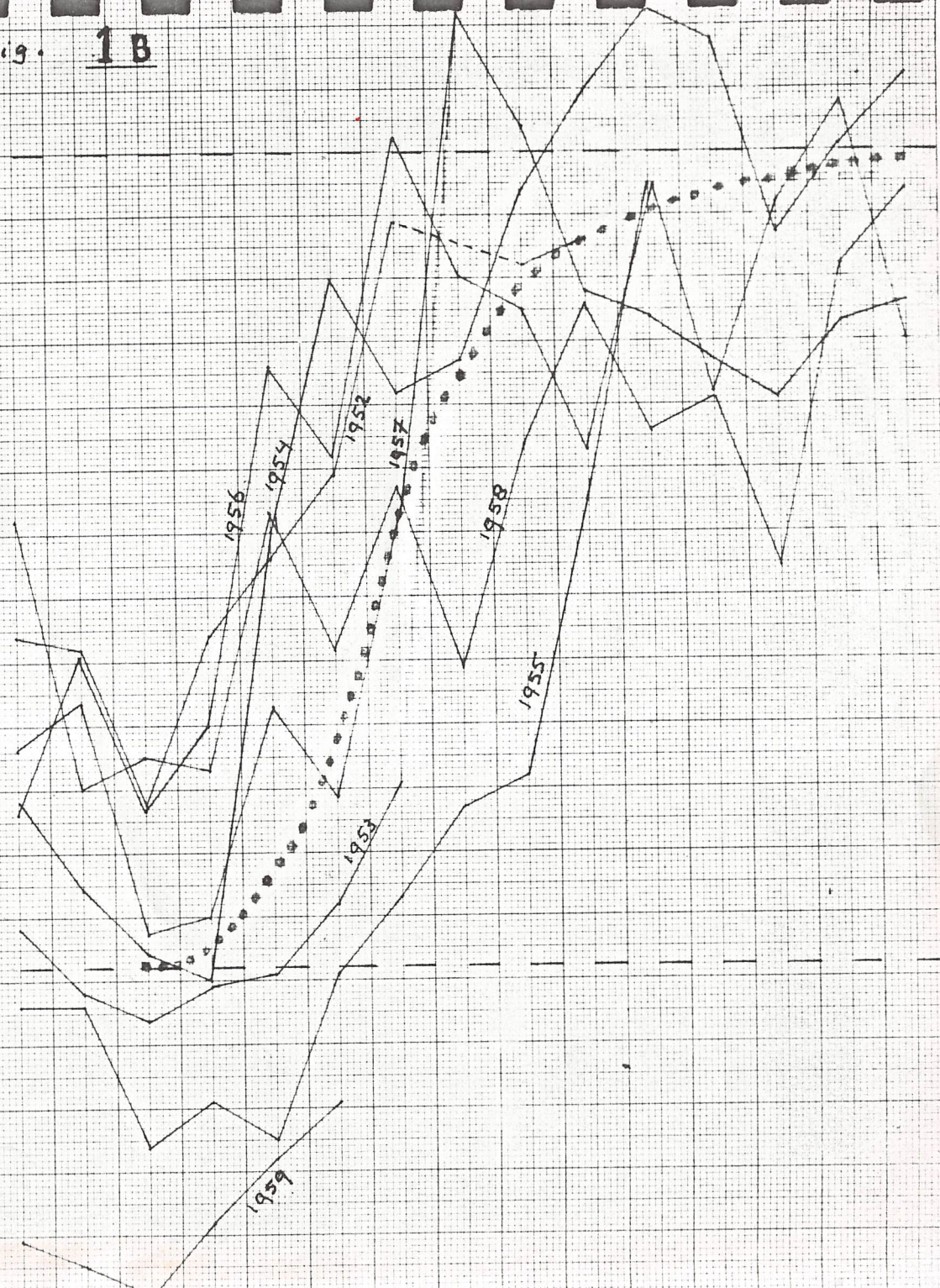


fig. 1A

TUJDSUIGHOOGTE LUNEN UIT DE JAREN 1952 T/M 1959.

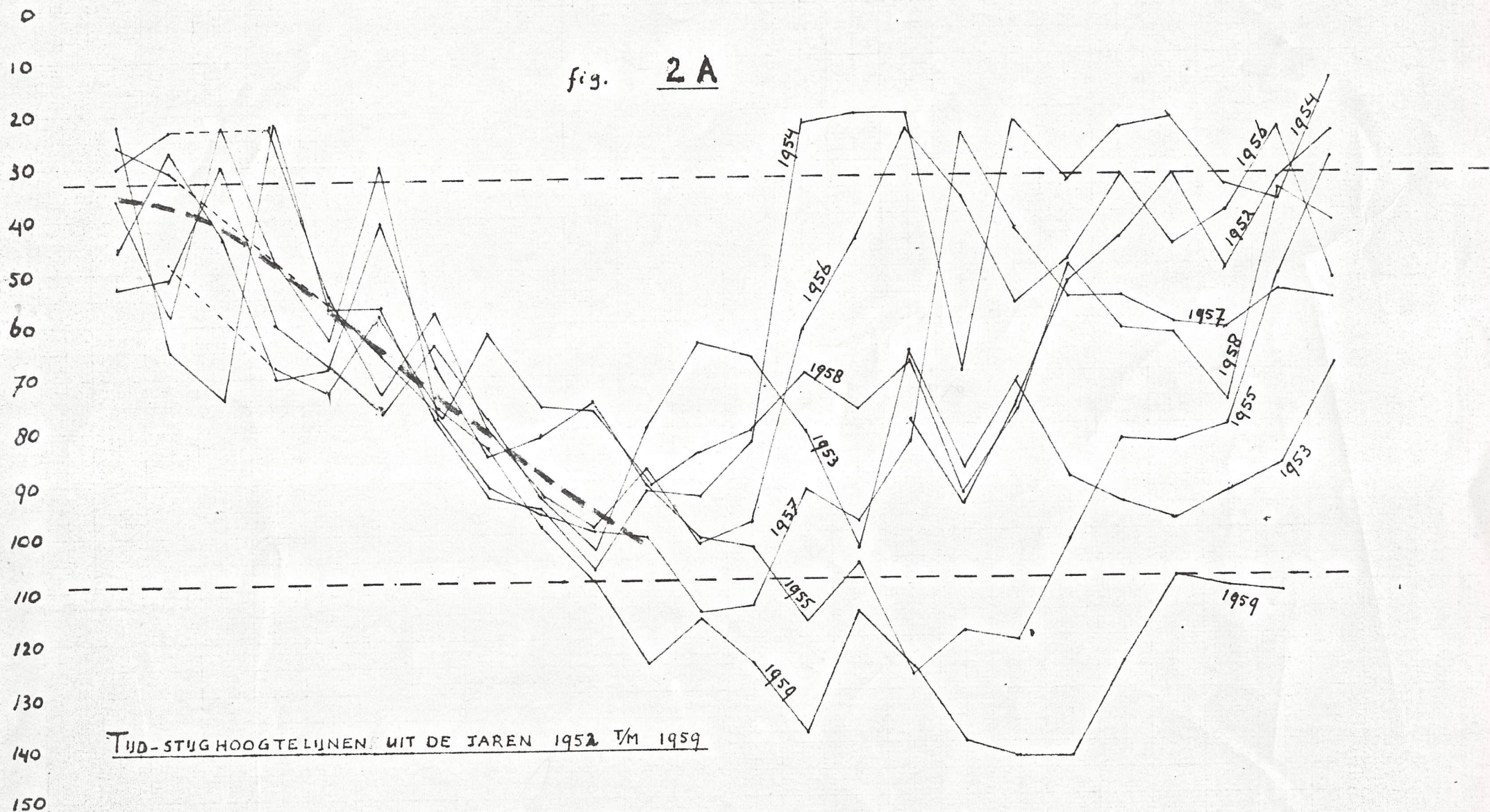
fig. 1 B

TUJSTUJHOOGTE LUNEN UIT FIG. 1A
ZODANIG VERSCHOVEN DAT DE MINIMA
OP ÉÉN VERTICAAL KOMEN TE LIGGEN.



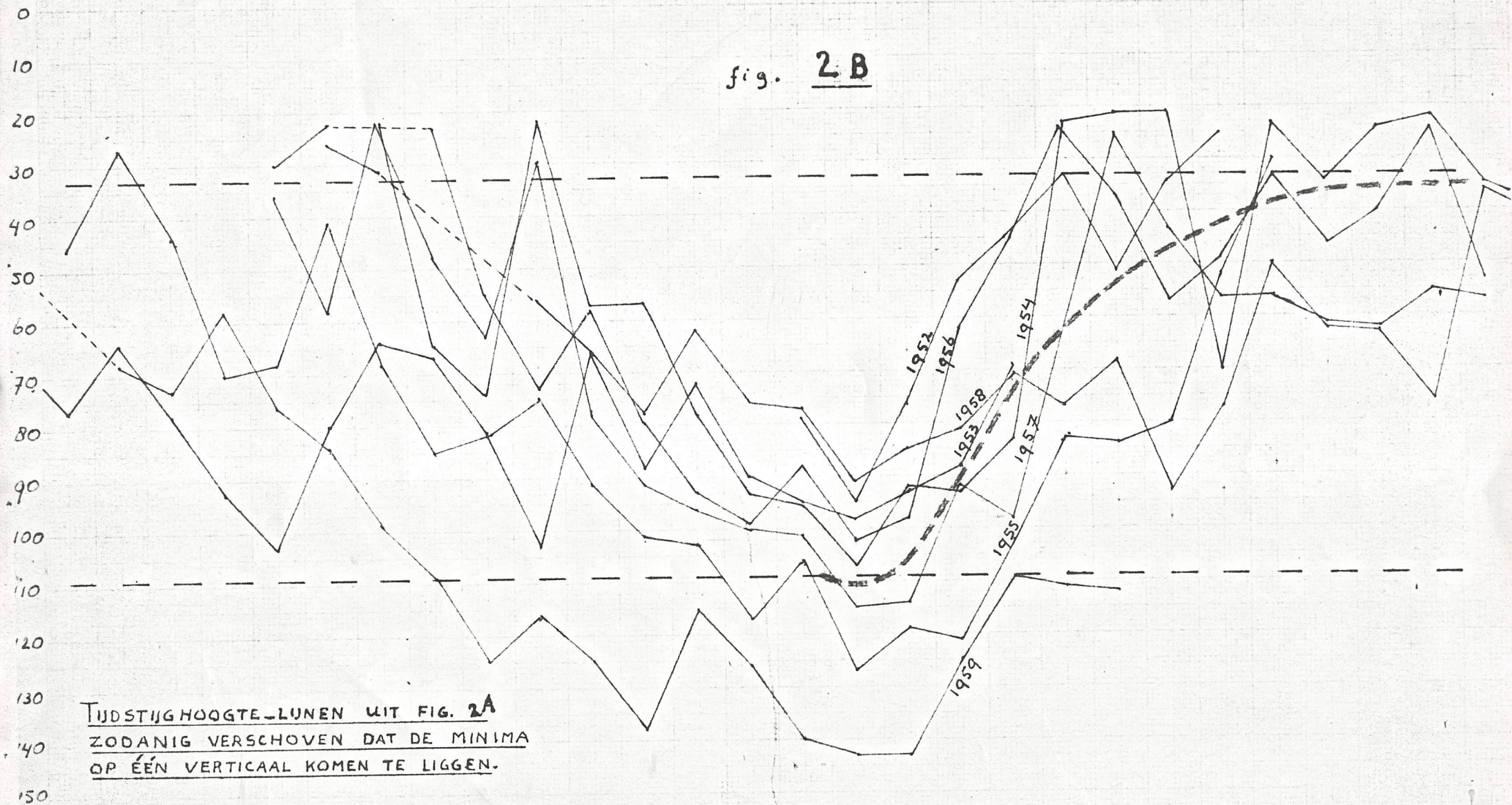
JAN. , FEBR. , MRT. , APR. , Mei , Juni , JULI , AUG , SEPT. , OKT. , NOV. , DEC. ,

fig. 2A



TID-STUIGHOOGTELIJNEN UIT DE JAREN 1952 T/M 1959

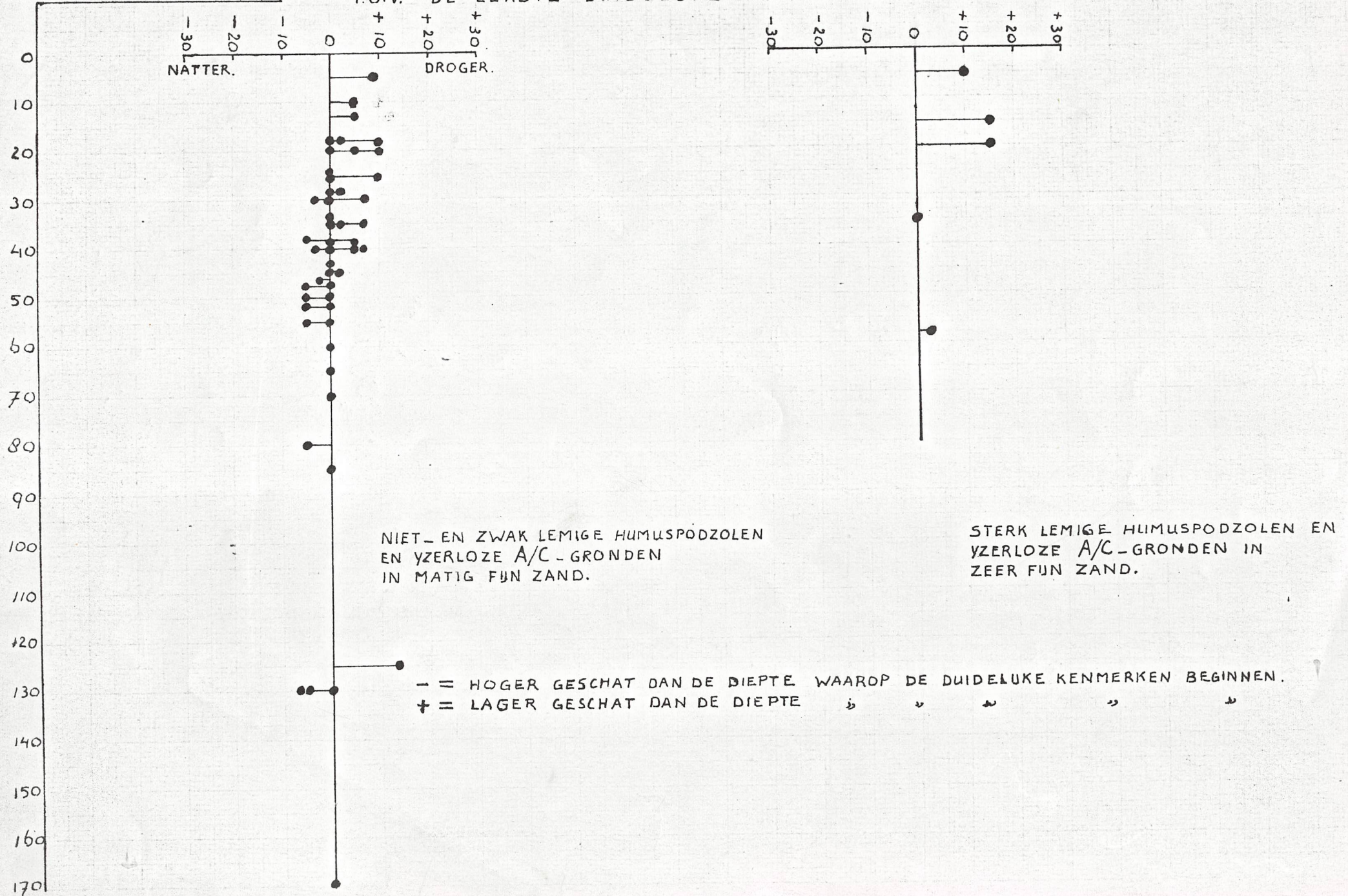
fig. 2B



DIEPTE V.D. HOOGSTE
 DUIDELIJKE KENMERKEN
 IN CM. - M.V.

LIGGING VAN DE GESCHATTE G.H.W.
 T.O.V. DE EERSTE DUIDELIJKE KENMERKEN.

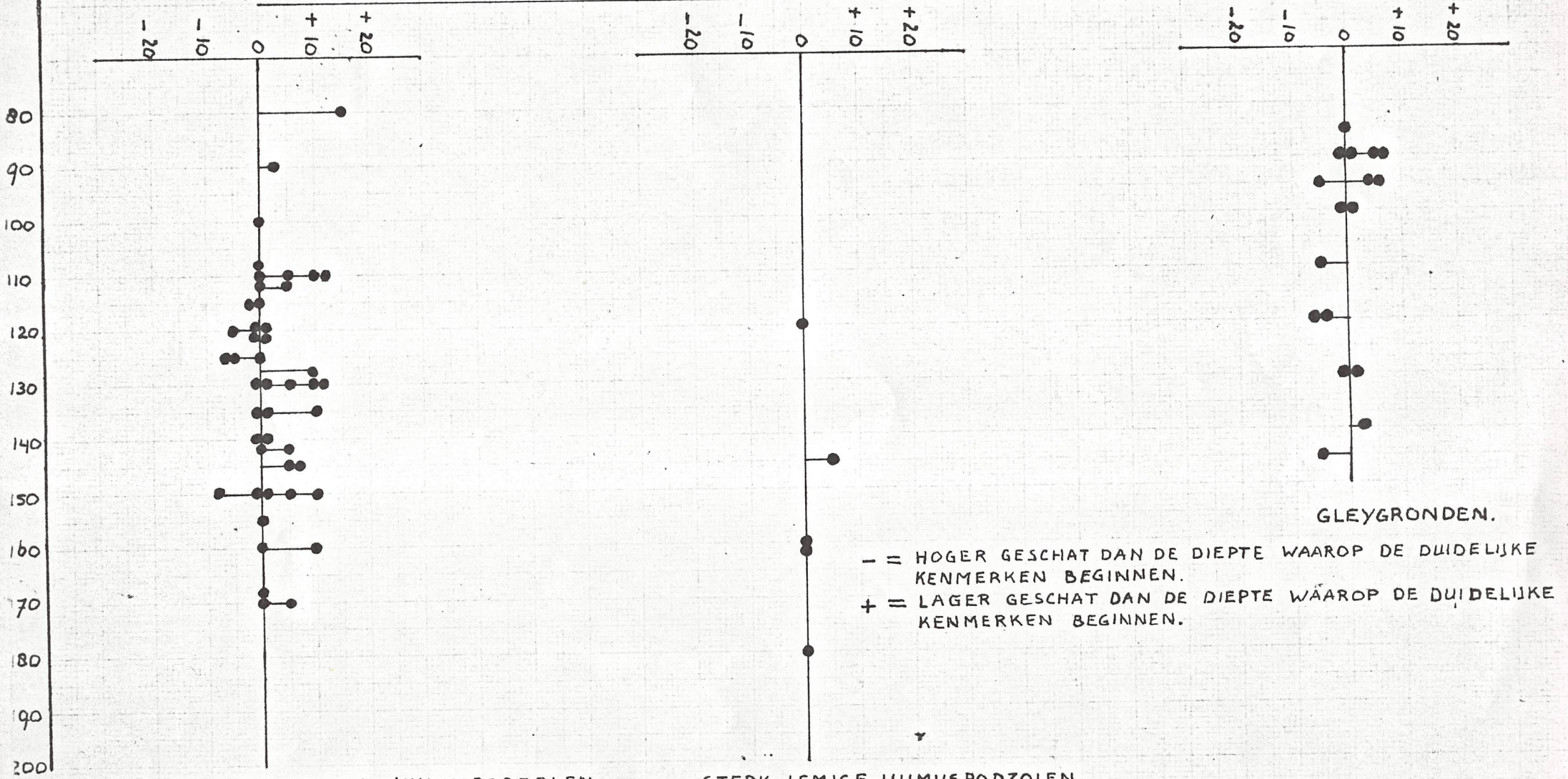
fig. 3



DIEPTE VAN DE KENMERKEN
VOOR DE LAAGSTE STAND
IN CM. - M.V.

fig. 5

LIGGING VAN DE GESCHATTE G.L.W. T.O.V. DE KENMERKEN VOOR DE LAAGSTE STAND.



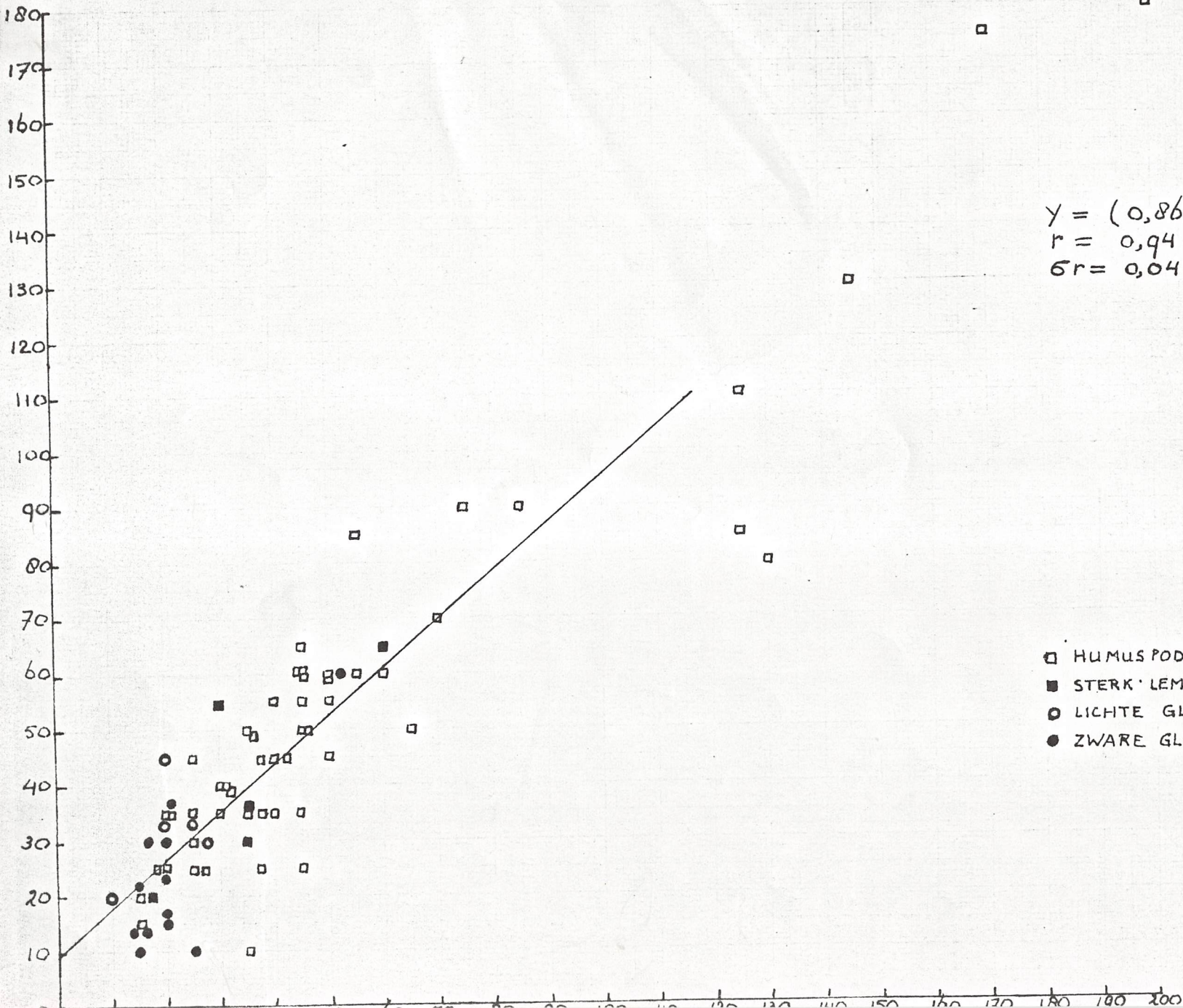
NIET- EN ZWAK LEMIGE HUMUSPODZOLEN
EN UZERLOZE A/C-GRONDEN IN
MATIG FVN ZAND.

STERK LEMIGE HUMUSPODZOLEN
EN UZERLOZE A/C-GRONDEN IN
ZEER FVN ZAND.

GLEYGRONDEN.

Diepte G.H.W. in cm. - M.V.

fig. 6

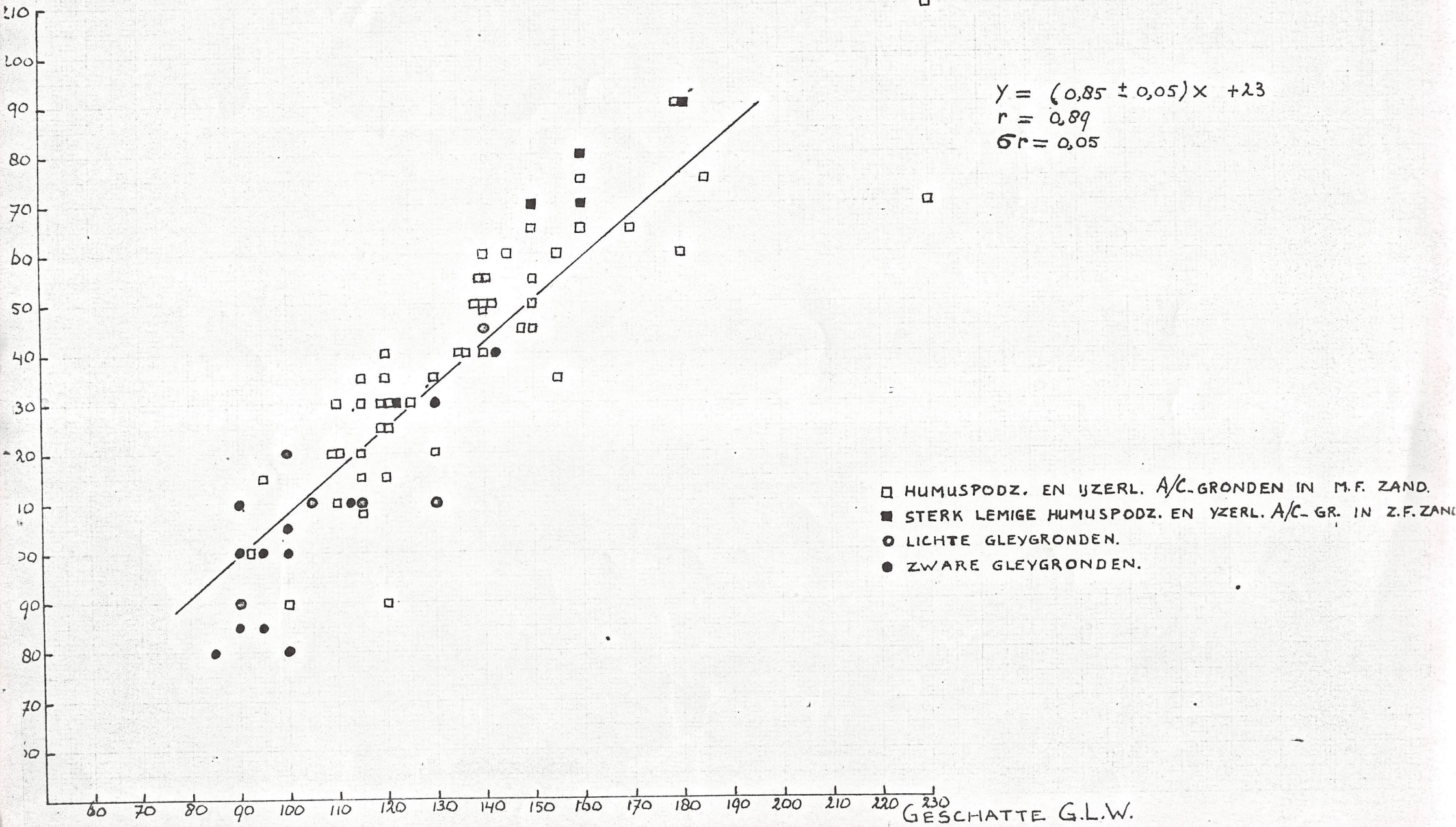


$$y = (0,86 \pm 0,03)x + 9,5$$
$$r = 0,94$$
$$\sigma_r = 0,04$$

- HUMUSPODZ EN YZERLOZE A/C-GRONDEN IN M.F.ZA.
- STERK LEMIGE HUMUSPODZ. EN YZERL. A/C-GR. IN Z.F.
- LICHTE GLEYGRONDEN.
- ZWARE GLEYGRONDEN.

Diepte G.L.W. in cm. - M.V.

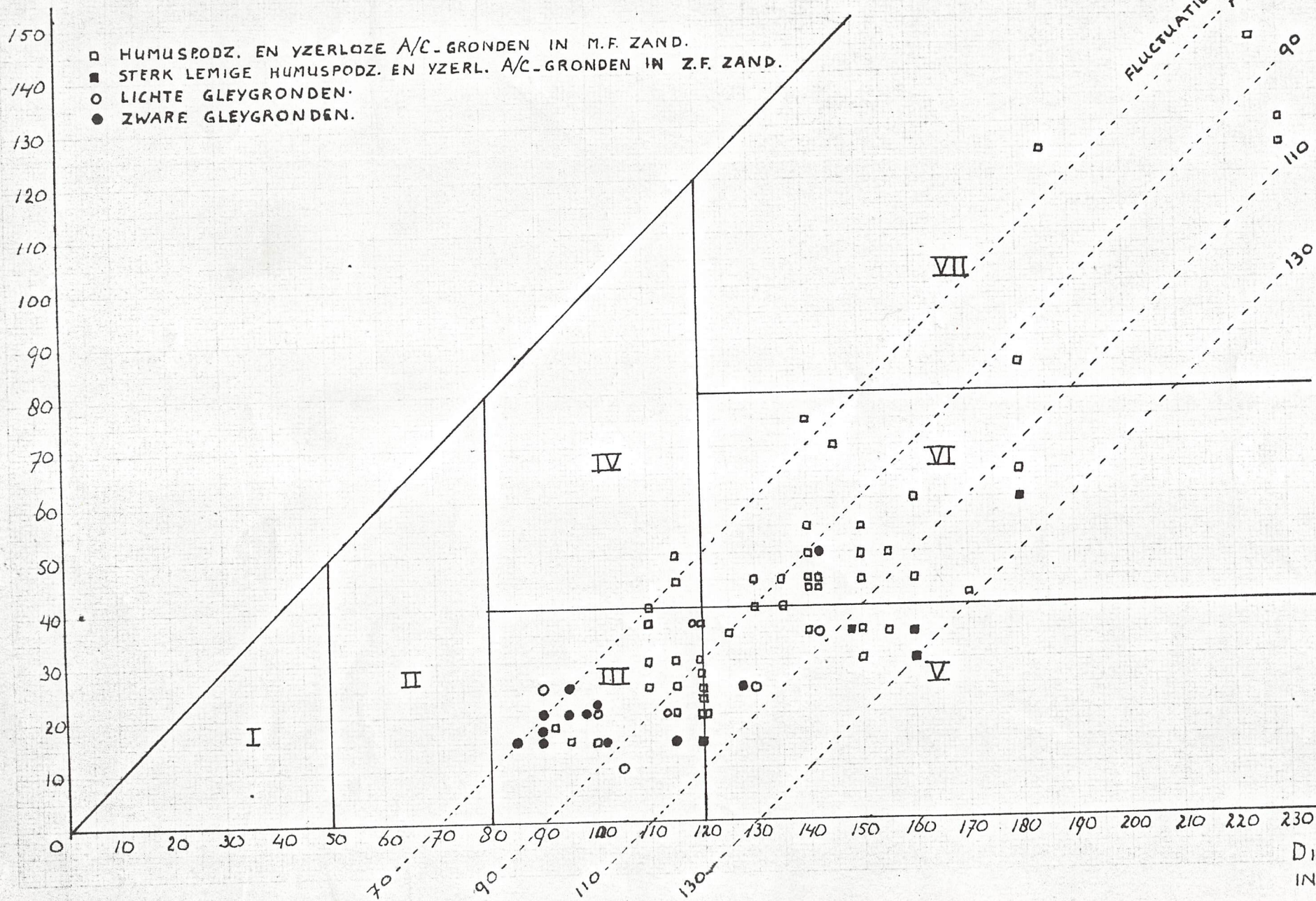
fig. 7



GESCHATTE WAARDEN VOOR G.H.W. EN G.L.W.
UITGEZET IN GT-DIAGRAM.

fig. 8.

DIEPTE VAN G.H.W.
IN CM. -M.V.



DIEPTE VAN G.L.W.
IN CM. -M.V.

OVERZICHT VAN HET AANTAL PROFIELEN IN % EN PER GT.,
WAARVAN :



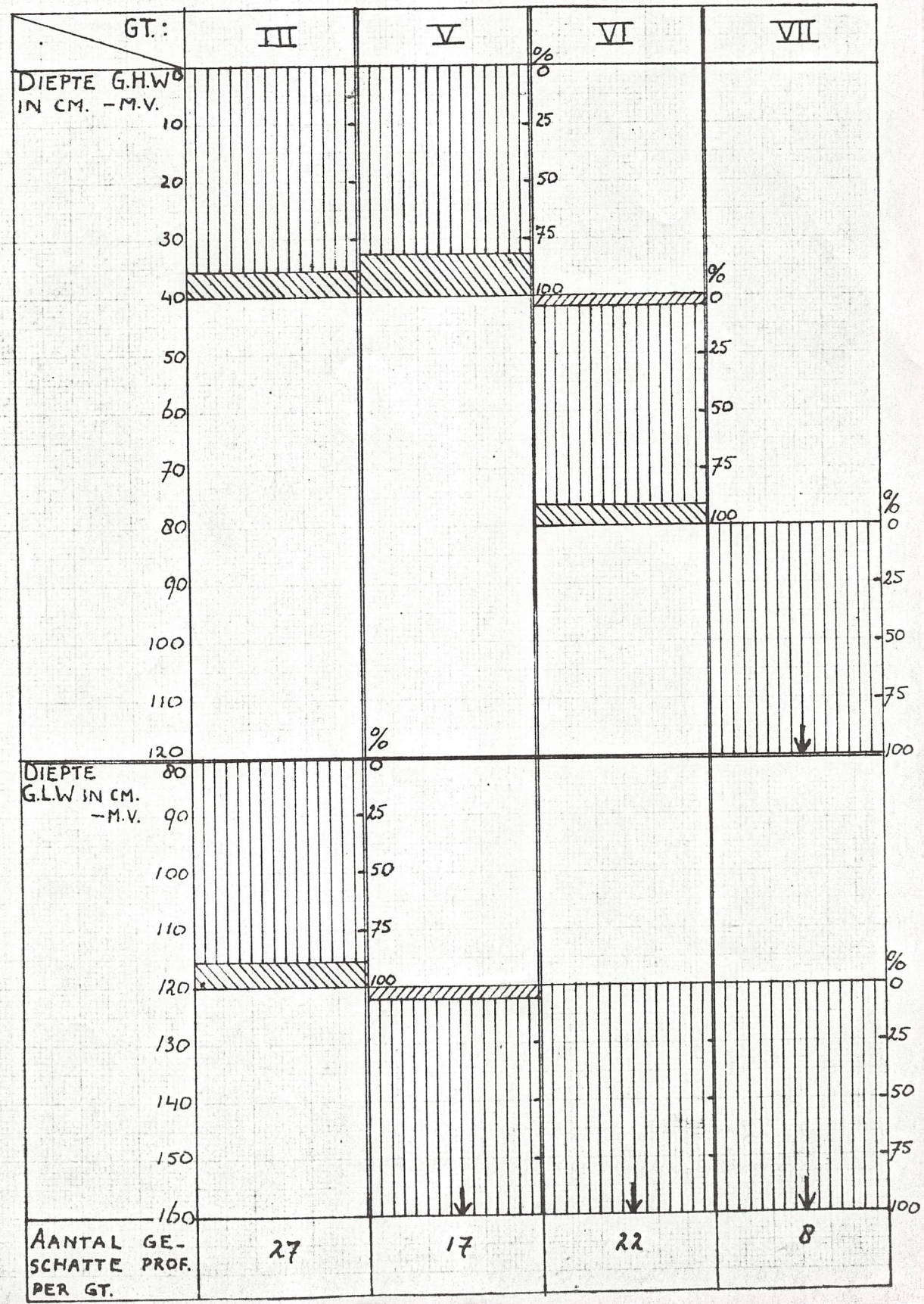
ZOWEL DE BEREKENDE - ALS GESCHATTE WAARDE VOOR G.H.W. RESP. G.L.W., VALT BINNEN DE G.H.W. - , RESP. G.L.W.-GRENZEN, DIE ZIJN GESTELD VOOR DIE GT. WAARIN HET PROFIEL IS GESCHAT.



DE BEREKENDE G.H.W., RESP. G.L.W. DROGER IS DAN OVEREENKOMT MET DE G.H.W. RESP. G.L.W. GRENZEN, DIE ZIJN GESTELD VOOR DIE GT. WAARIN HET PROFIEL IS GESCHAT.



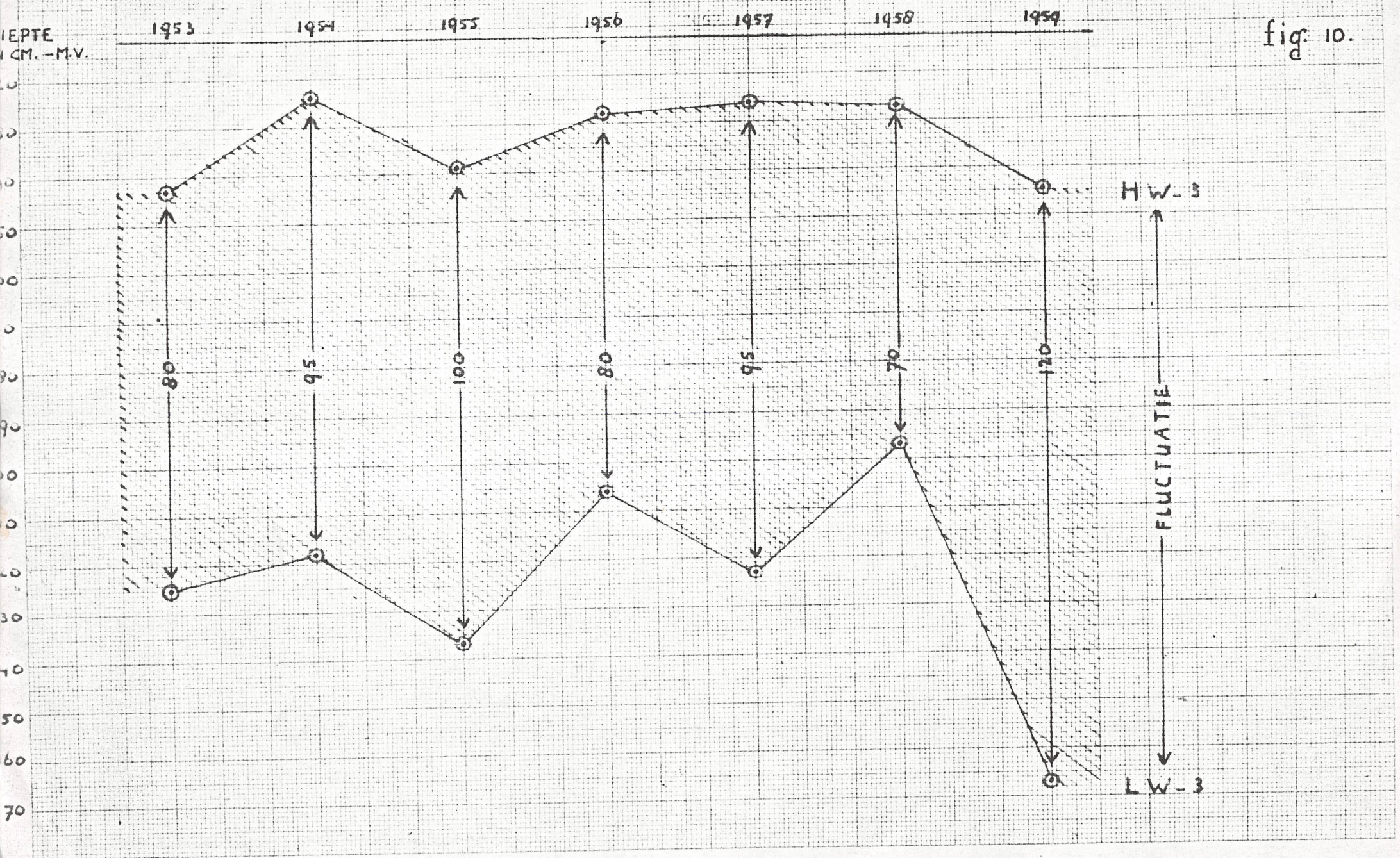
DE BEREKENDE G.H.W. RESP. G.L.W. IS NATTER DAN OVEREENKOMT MET DE G.H.W. - , RESP. G.L.W. GRENZEN, DIE ZIJN GESTELD VOOR DIE GT. WAARIN HET PROFIEL IS GESCHAT.



GEMIDDELTE WISSELING IN HOOGSTE EN LAAGSTE STANDEN IN DE JAREN 1953 t/m 1959
 BEREKEND UIT DE JAARLIJKE HW-3 EN LW-3 VAN 36 BUIZEN IN ZANDGRONDEN, DIE ALLEN VOLLEDIG ZUN OPGENOMEN IN DE PERIODE 1953 t/m 1959.

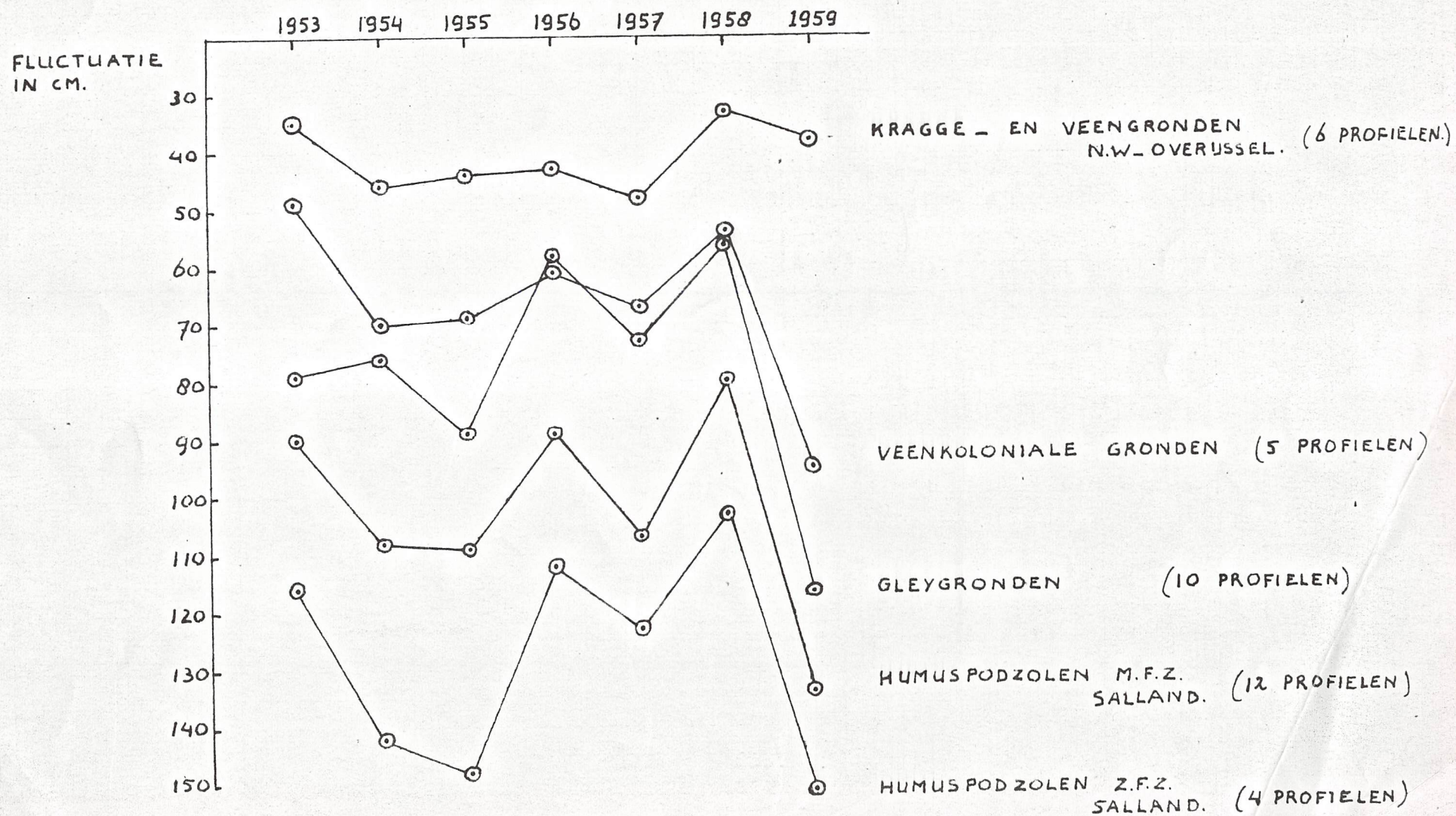
LEPTE
 CM. -M.V.

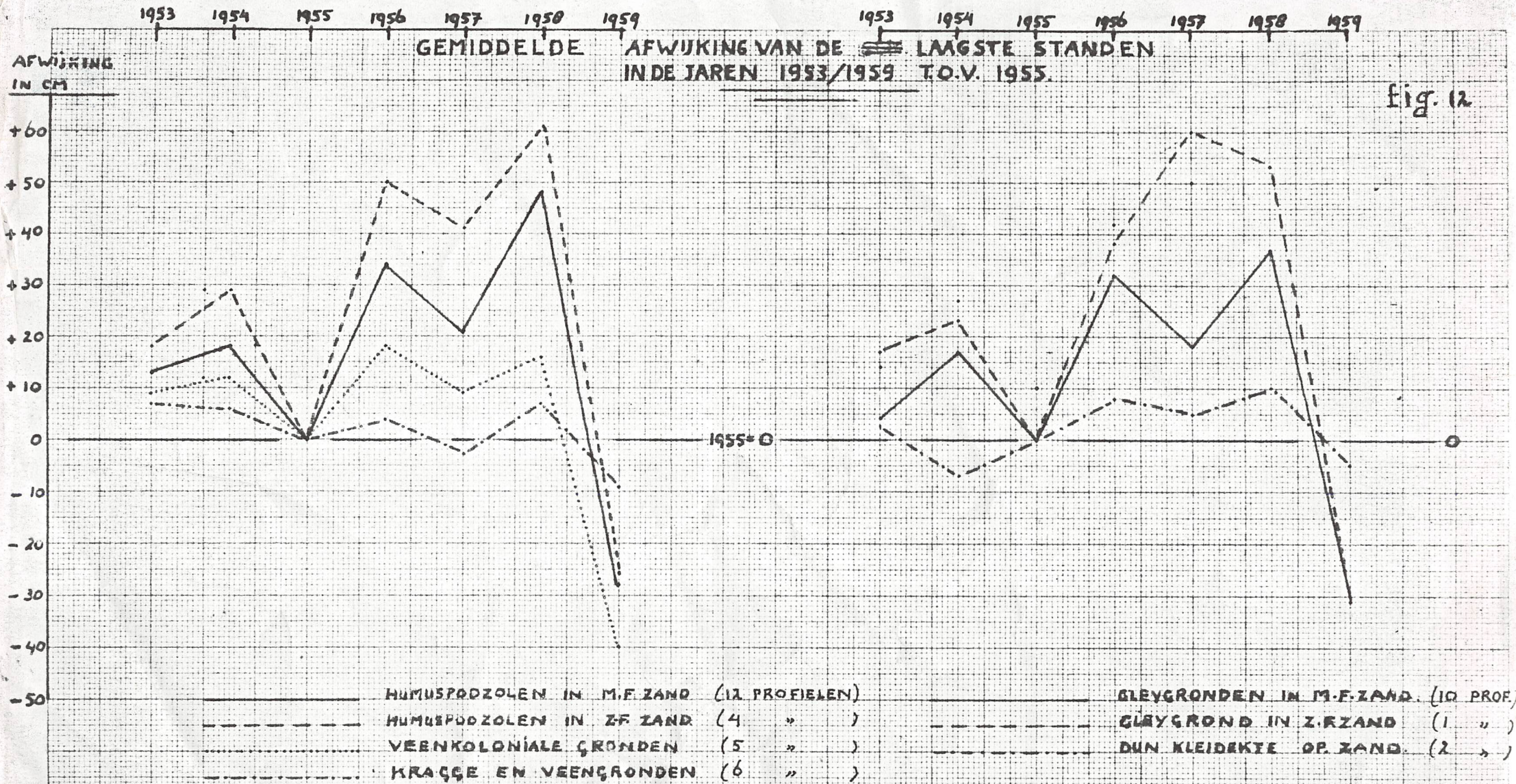
fig. 10.



DE WISSELING IN DE FLUCTUATIES IN DE JAREN 1953/1959
 BIJ ENKELE BODEMTYPEN IN OVERUSSEL.

fig. 11.





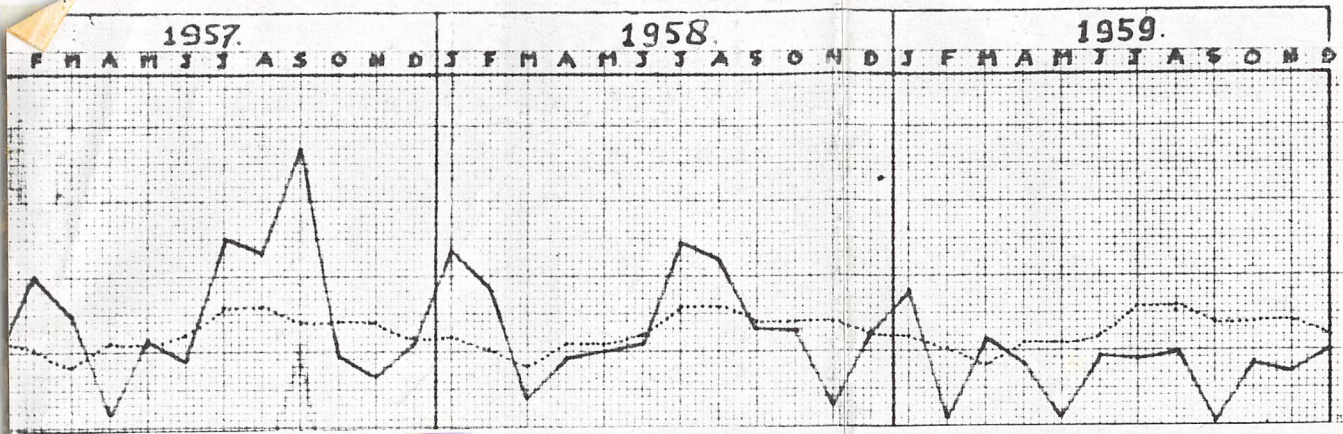
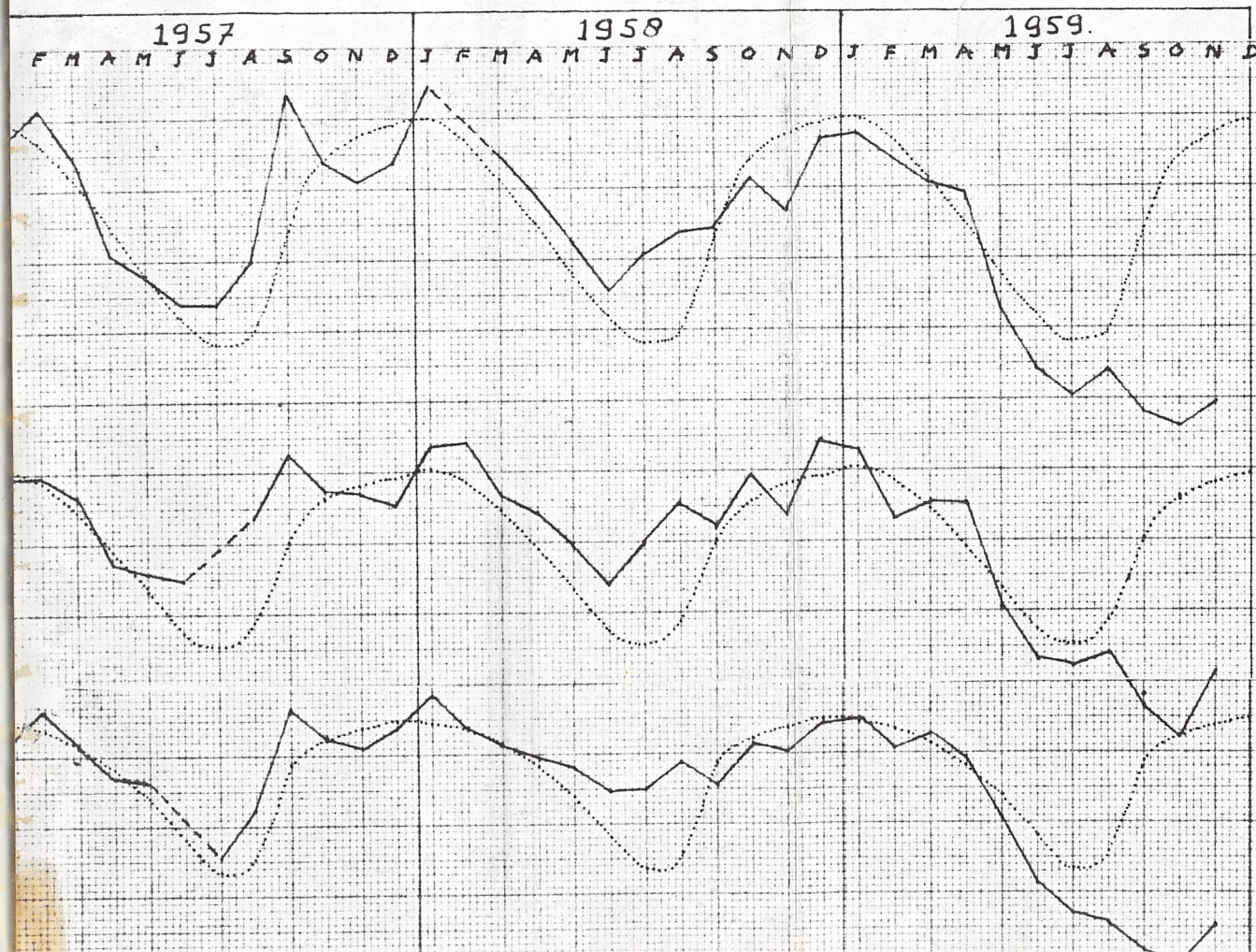


fig. 13

— NEERSLAG VERLOOP (MAANDSOMMEN.)
 GEMIDDELD NEERSLAG VERLOOP.
 (MAANDSOMMEN 1921 $\frac{1}{2}$ 1950)



HUMUSPODZOL
 HETEN 27 H-28

— GRONDWATERSTANDSVERLOOP.
 GEM. GRONDWATERSTANDSVERLOOP 1953 $\frac{1}{2}$ 1959
 (GRAFISCHE CURVE)

HUM.
 YZERLOZE A/C
 LUTTENBERG 28 A-14

GLEYGROND
 ENTER 28 D-7