

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT,
GRONINGEN

DE GRANULAIRE SAMENSTELLING VAN NEDER- LANDSCHE GRONDSOORTEN

DOOR

PROF. DR. O. DE VRIES

INLEIDING

Landbouwkundigen en bodemkundigen hebben over het algemeen een vrij goed, globaal beeld van den Nederlandenschen bodem, dat ten deele berust op kaarten — die van Staring, de Geologische Kaart met bijbehorende overzichtskaarten, en verschillende kaarten van speciale gebieden —, ten deele op kennis van het terrein, verkregen bij reizen en door vakstudie.

De behoefte aan een meer systematisch doorgevoerde algemeene inderling der Nederlandsche gronden deed zich nog niet sterk gevoelen; en met name is de granulaire analyse daarbij niet de plaats gaan innemen, die deze zich in andere landen — b.v. in Amerika en Ned.-Indië — veroverd heeft. Het vrij omvangrijke materiaal, dat ter zake aan het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut en het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek in den loop der jaren verzameld werd, bleef ongeordend en ongebruikt; slechts af en toe werd er eens een greep uit gedaan, of werd een speciaal onderdeel voor publicatie bewerkt.

Het leek gewenscht eens uit dien rijken voorraad te putten en te trachten tot vormgeving en overzichtelijke samenvatting te geraken. Een voor de Sectie Nederland der Internationale Bodemkundige Vereeniging te houden voordracht gaf daartoe gereede aanleiding. In het volgende is een en ander, eenigszins uitgebreid en gecompleteerd, bijeengebracht.

Daarbij heeft alleen de bedoeling voorgezet om een eerste geordend overzicht te geven van de hoofdtrekken van den feitelijken toestand, zooals die blijken de verzamelde monsters in ons land wordt aangetroffen. Op de landbouwkundige beteekenis van de gevonden granulaire samenstelling, op de fijnere details van de verhoudingen der verschillende subfractie's en op den invloed daarvan op de physische en mechanische eigenschappen van den grond wordt in dit geschrift niet ingegaan.

In beschouwing zijn genomen monsters van de bouwvoor bij akkerland of de zodelaag bij grasland, en monsters van den grond vlak daaronder; maar ook monsters uit den dieperen ondergrond, tot 10 à 20 m diep. Immers de landbouwkundige belangstelling gaat verder dan de bovenste laag tot 15 à 25 cm, die voor de voorziening met plantenvoedingsstoffen en de bodemvruchtbaarheid de belangrijkste is: tot 1 à 2 meter diepte reikt het wortelareaal en is de samenstelling van den grond voor de wateropname van groote beteekenis, terwijl verdere grondlagen tot 10 à 20 m diep een landbouwkundig belangrijke rol spelen bij de waterbeweging (doorlatendheid, regeling van den grondwaterstand). Het te geven overzicht

151006

zal voorts, naar wij verwachten, van eenig belang kunnen zijn voor bodemkundige studies van algemeen aard en voor werkers op ander gebied dan dat van den landbouw.

AANWIJZINGEN BIJ DE GRAFISCHE VOORSTELLINGEN

Terwijl in Hoofdstuk XI wat meer in detail wordt ingegaan op de onderzoekingsmethoden en hulpmiddelen voor het weergeven der resultaten, moge hier ter inleiding even uiteengezet worden dat de resultaten der granulaire analyse in het volgende in beeld worden gebracht door distributie- en sommatiecurven, en voorts door het M-cijfer (mediaan van de sommatiecurve) en het U-cijfer (soortelijk oppervlak van de zandfractie). Daarbij worden de distributiecurven als blok- of wel als lijn-grafieken afgebeeld, al naar aard en bedoeling van het geval, maar steeds

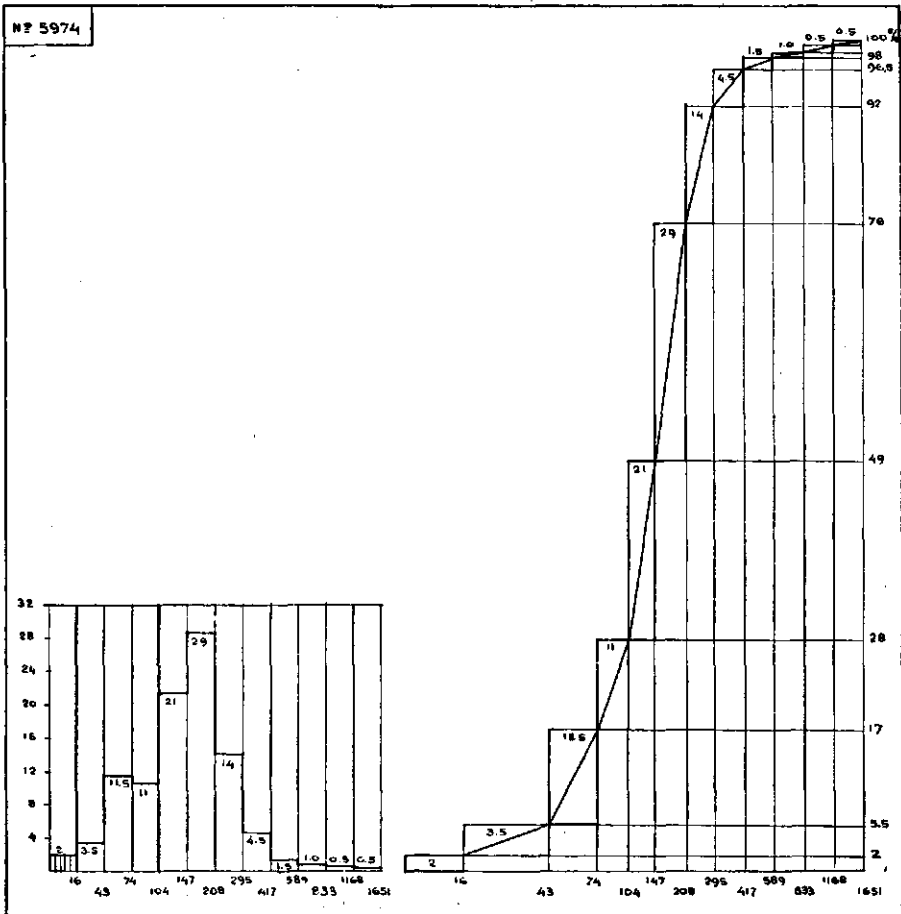


Fig. 1. Voorbeeld van een distributiecurve en de daarbij behorende sommatiecurve, met de wijze waarop de tweede uit de eerste ontstaan is.

met gelijke abscis (elke subfractie een even groot stuk op de abscis, onafhankelijk van de korrelgrootte); voor de sommatiecurven worden op de abscis de logaritmen van de korrelgrootten afgezet, waardoor, bij de gebruikte subfractiegrenzen, ook een in hoofdzaak gelijke indering wordt verkregen. Als ordinaat worden in beide gevallen gewichtspercenten afgezet.

En eenvoudig voorbeeld van een verdeelingscurve geeft figuur 1, terwijl daarnaast de daarbij behorende sommatiecurve is afgebeeld. Men ziet hoe het meest karakteristieke, sterk gebogen gedeelte van de distributiecurve, de top, bij de sommatiecurve een nagenoeg rechte lijn vormt en daardoor minder in het oog springt, terwijl de beide „voeten” van de distributiecurve ook in sommatiecurve duidelijk — zij het op andere wijze — in beeld gebracht worden.

Figuur 2 toont een tweetoppige distributiecurve; in de daarbij beho-

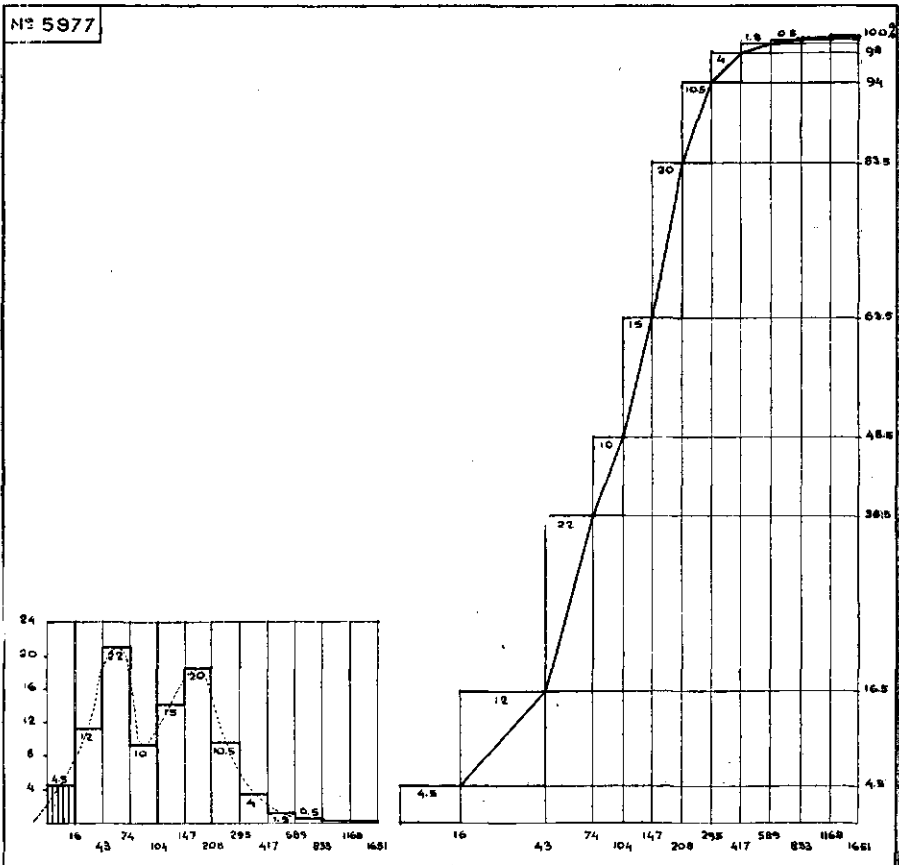


Fig. 2. Hetzelfde als in fig. 1, voor een geval van tweetoppigheid bij de distributiecurve, wat slechts een kleine deuk in de sommatiecurve geeft. Met een stippellijn is de — moeilijk te schatten — afgeronde „werkelijke” distributiecurve aangeduid.

rende sommatiecurve komt deze tweetoppigheid slechts tot uiting door een kleine afwijking van het regelmatig verloop, een kleine deuk in de lijn, en is dus veel minder opvallend. Zoekt men naar tweetoppigheid als karakteristiek kenmerk, of wil men in het algemeen een steilere dan wel een bredere en lagere distributiecurve gebruiken als kenmerk van het bodemtype, dan beeldt men de resultaten dus het beste als distributiecurve af. Uit figuur 1 en 2, en vooral ook uit de verdere figuren voor sommatiecurven, ziet men dat men de sommatiecurven betrekkelijk gemakkelijk en zonder veel fouten of onzekerheden kan afronden tot de „werkelijke” sommatiecurve, die zou ontstaan wanneer men den grond in een zeer groot aantal subfractie's had verdeeld. Bij de distributiecurve is het afronden tot de „werkelijke” curve, vooral bij een eenigszins steilen top, slechts bij zeer grove benadering mogelijk (zie fig. 2): de distributiecurve benadert de werkelijke korrelverdeeling veel minder nauw, haar vorm is in veel sterker mate van het aantal subfractie's en de daarvoor gekozen grenzen afhankelijk.

Heeft men de sommatiecurve behoorlijk afgerond, dan kan men daaruit de cijfers voor elke fractieverdeeling aflezen en de betreffende distributiecurve opmaken (zie b.v. fig. 15); ook kan men van de eene distributiecurve via de sommatiecurve overgaan op een andere, met andere fractieverdeeling. Wij komen op het gebruik en de eigenaardigheden van beide vormen van grafische voorstelling in hoofdstuk XI terug en wezen hier slechts op enkele punten, die bij het lezen der volgende hoofdstukken van belang zijn.

Vermeld moge nog worden dat in de distributie-blokfiguren, die bij de beschrijving der grondsoorten in de volgende hoofdstukken gebruikt worden, meestal ook de percentages grind, humus en koolzure kalk zijn aangegeven (rechts), met de teekens die daarvoor door Normalisatiecommissie 38 zijn opgesteld (grind: onregelmatige ronde figuurtjes; humus: golflijntjes; koolzure kalk: T-figuurtjes), terwijl het afslibbaar gedeelte links, overeenkomstig hetzelfde voorschrift, door verticale arceering wordt aangegeven. Wenscht men kleuren te gebruiken, zoo zijn daarvoor vastgesteld groen (afslibbaar), geel (zand), oranje (grind), bruin (humus) en helblauw (koolzure kalk).

HOOFDSTUK I

Duinzand

Als eerste type kiezen wij het duinzand, en wel meer in het bijzonder het duinzand van de geestgronden, dat voor tuin- of landbouw in cultuur is. Dit blijkt, ofschoon het een vrij groot areaal beslaat — omstreeks 50 000 hectare — zeer eenvormig van granulaire samenstelling te zijn, en is daardoor een geschikt eerste voorbeeld, ter bespreking van verschillende grootheden in hun onderling verband.

Gegevens over de granulaire samenstelling van duinzand zijn gepubliceerd door Ir. C. KALISVAART in zijn onderzoek „Over de mechanische samenstelling en de practische waardeering van een aantal Hollandsche

zeezandgronden" ¹⁾), waarbij hij monsters uit den Anna Paulownapolder, de Zijpe en het Koe gras vergeleek met monsters uit de bloembollenstreek tusschen Haarlem en Leiden. Voor ons doel kiezen wij, uit zijn tabellen, 19 als „oud duinzand" gekarakteriseerde monsters, waarbij wij ons beperken tot monsters, die de typische samenstelling van duinzand hebben en niet met veen of klei vermengd zijn.

Van elke bemonsterde plek werden door KALISVAART als regel drie monsters genomen, van de lagen 0—25, 25—50 en 50—75 cm; soms tot 60 of 40 cm diep, wanneer men in het profiel op andere lagen stuitte; een enkele maal ook een dieper gelegen vierde laag tot 110 cm. Bij de granulaire analyse werden de drie monsters van één plek gemengd en tezamen onderzocht. De cijfers zijn in de genoemde publicatie in Tabel 4, op blz. 430, en Tabel 8, op blz. 446, te vinden en worden hier niet herhaald; de hier gebruikte plekken zijn KALISVAART's nos. 1—3, 5—7, 9—13, 15, 17, 18, 20 en 24—27. Deze monsters zijn afkomstig uit de bollenstreek tusschen Haarlem en Leiden, zie ook het kaartje 1 c, blz. 455.

Uit deze 19 monsters hebben wij er nu eenige gekozen, die verschillende typen — uiterste en middelste — weergeven; in figuur 3 vindt men daarvan de distributiecurven afgebeeld, terwijl figuur 4 de sommatiecurve van het gemiddelde van deze groep (dikkere lijn), met eenige typische voorbeelden en (gestippeld) twee uiterste gevallen laat zien. De distributiecurven vertoonen alle een gering gehalte (enkele procenten) aan afslibbare deelen en aan humus, benevens wat koolzure kalk; alleen het achtste monster, dat niet tot de groep van 19 behoort, bevat wat meer afslibbaar en ook wat meer van het fijnste zand, en wordt door KALISVAART vermeld als een goeden narcissengrond, waarvoor een wat grooter waterhoudend vermogen vereischt is. Bij de meeste monsters is subfractie 147—209 mu de grootste en ligt het M-cijfer dan ook bij 160—190 mu; de nos. 6 en 7 in figuur 3 hebben hun top één subfractie meer naar rechts en een M van 210 resp. 225. Vanaf n°. 1 neemt de „linker schouder" — wanneer wij ons het figuurtje voorstellen als met den rug naar ons toegekeerd — af, de rechter schouder komt geleidelijk hoger, tot deze zelf top wordt. Men lette verder op het lage gehalte aan de drie fijne zand-subfractie's 16—104 mu; subfractie 417 en grover bevatten ook slechts weinig (0,8 % of minder), zoo weinig dat dit gedeelte door KALISVAART niet naar subfractie's gespecificeerd wordt opgegeven.

Met toenemend M-cijfer neemt het U-cijfer af; alleen monster n°. 8 wijkt af: het zou volgens het M-cijfer in figuur 3 tusschen de nos. 5 en 6 moeten staan, maar volgens het U-cijfer tusschen nos. 1 en 2. Het wat hogere gehalte aan fijne subfractie's, vooral 16—43 mu, is oorzaak van deze afwijking en wordt omgekeerd door deze verhouding tusschen M en U geïndiceerd; zooals gezegd, is dit een gemengde grond en niet een typisch duinzand.

De sommatiegrafiek voor deze groep monsters, die in figuur 4 afgebeeld is, toont hoe eenvormig van granulaire samenstelling deze groep is: de curven vormen een enge bundel, terwijl het afwijkende monster n°. 8 met het reeds zooeven besproken, wat hogere gehalte aan fijne bestanddeelen,

¹⁾ Verslag. Landb. Onderzoek. 41 (1935), 127.

er aan het benedeneinde uitloopt. Opmerkelijk is de bijna rechte hoek, die de curven vooral onderaan, maar ook wel bovenaan, maken; men mag dit als karakteristiek voor een door den wind sterk gesorteerde afzetting beschouwen, waarbij de fijnere korrels uitgeblazen en verder meegevoerd zijn, terwijl de grovere of niet meegenomen konden worden tot waar het tot duinvorming kwam, of reeds ontbraken in het moedermateriaal, het zeezand. Wij komen op dit punt in Hoofdstuk III terug.

Als tweede groep nemen wij 57 monsters uit de omgeving van *Velsen*, waar in verband met den bouw van een tunnel onder het Noordzeekanaal

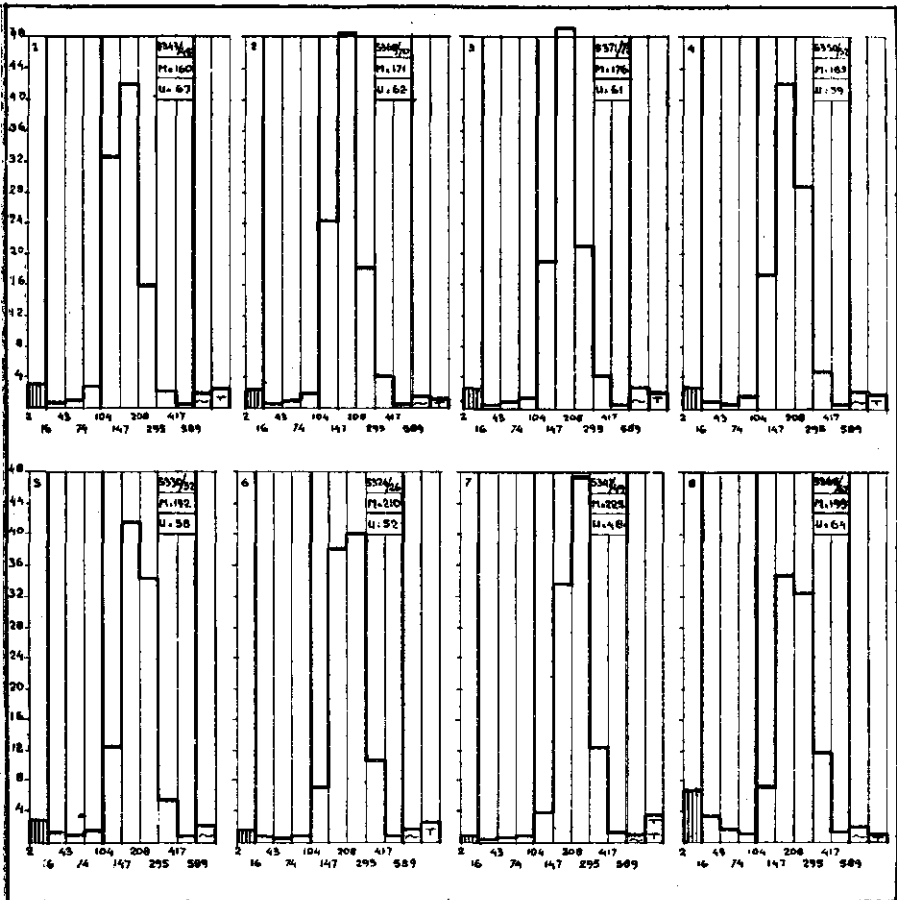


Fig. 3. Acht monsters duinzand (geestgrond) uit de streek tusschen Haarlem en Leiden, volgens gegevens van C. KALISVAART. Steile top, platte voeten; geleidelijk toenemend M-cijfer en afnemend U-cijfer.

een opname van de bodemgesteldheid plaats vond. Daartoe werden bij boringen tot 2 m diepte waarnemingen over de samenstelling van den grond gedaan en monsters van de op het oog te onderscheiden lagen

verzameld, waarvan omstreeks een derde gedeelte (95 van de 293 monsters) in het laboratorium onderzocht werd. De kleimonsters uit het gebied van den vroegeren IJ-boezem, en de monsters van veenlagen of van gemengde lagen vooreerst buiten beschouwing latende, blijven er 57 op granulaire samenstelling onderzochte monsters duinzand over.

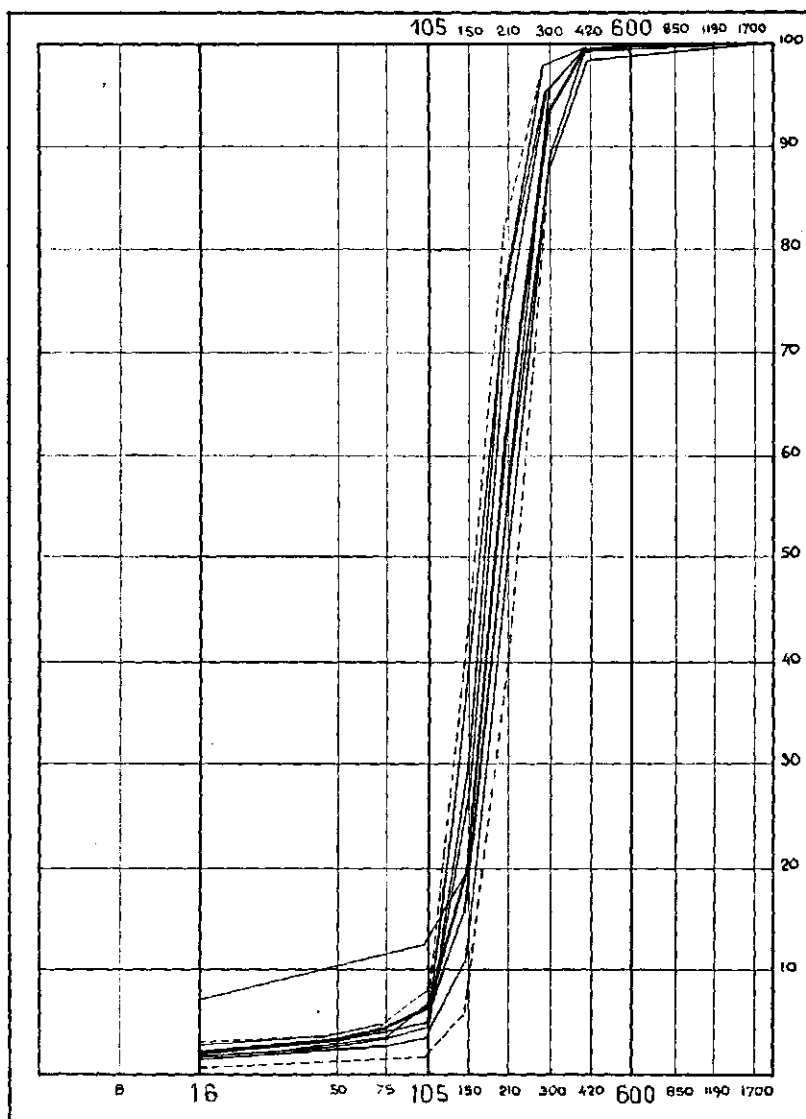


Fig. 4. Sommatiegrafiek voor de groep van 19 monsters duinzand (gemiddelde, uitersten en enkele voorbeelden). Gemiddelde $M = 187$. Zeer vlak benedeneinde, behalve voor één monster, no. 8 in fig. 3, dat buiten deze groep valt (wat weinig duinzand).

Ook uit deze groep werden eenige typen en uitersten gekozen om een beeld te geven van de granulaire samenstelling. Zooals men uit figuur 5 ziet, lijkt deze zeer veel op die van de vorige groep, maar is de eenvormigheid nog grootter: bij alle monsters ligt de top in de subfractie 150—210 μ , terwijl de M-cijfers van 162 tot 179 uiteenloopen (in tabel I van 160 tot 181); bij verscheiden monsters is de „hals” aanzienlijk langer dan in figuur 3, en valt er dus een veel grootter deel der korrels (tot 60 %) juist in één subfractie. In de sommatiegrafiek (figuur 6, links) komt dit tot uitdrukking in een nog iets steiler verloop van het middelste gedeelte, dan bij de vorige groep, terwijl de lijnen een zéér enge bundel vormen, wijzende op een zéér eenvormige granulaire samenstelling.

Over het algemeen daalt het U-cijfer met stijgend M-cijfer vrijwel regelmatig (zie tabel I achteraan en ook fig. 5); het sterk humeuze, wat

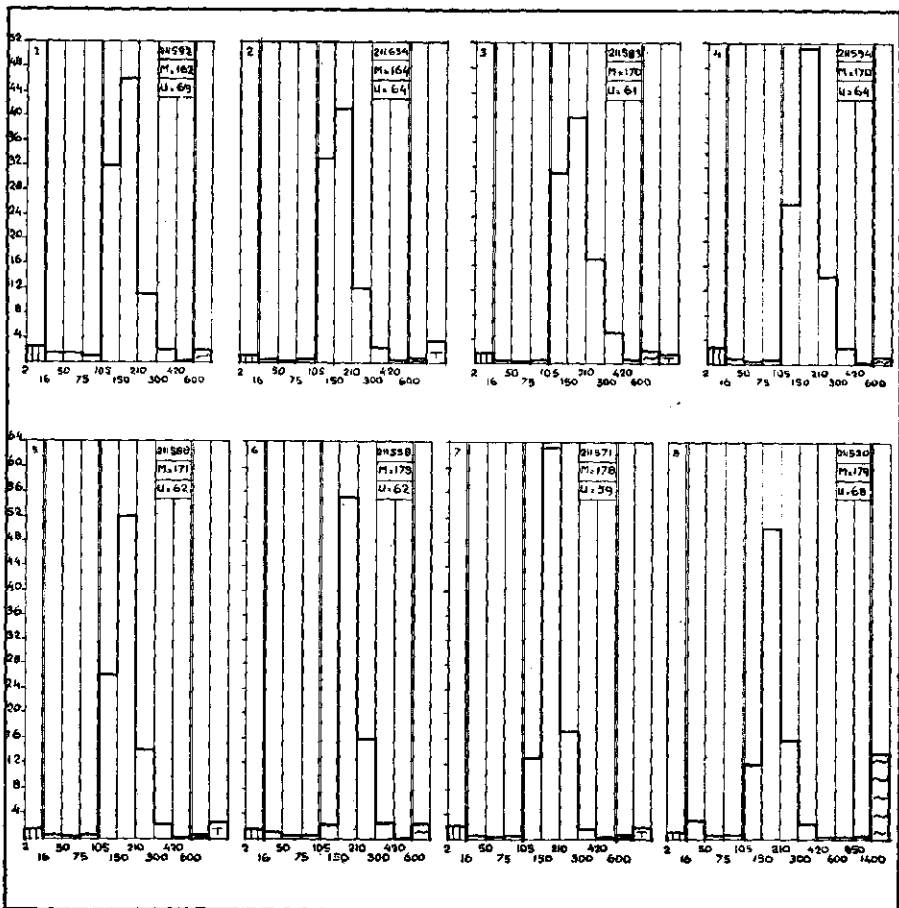


Fig. 5. Distributiecurven voor acht monsters duinzand uit een groep van 57 uit de omgeving van Velsen.

venige monster 8 uit figuur 5 geeft een kleine afwijking te zien door een wat grooter gehalte aan fijner zand. Hier, en in het bijzonder ook in de sommatiegrafiek figuur 6, valt het vrijwel ontbreken van korrels kleiner dan 105 μ en groter dan 300 μ op: ook hier vindt men het beeld van een zeer sterk gesorteerd zand, waarbij 80—95 %, gemiddeld 88 %, in de drie subfractie's tusschen de grenzen 105 en 420 μ valt.

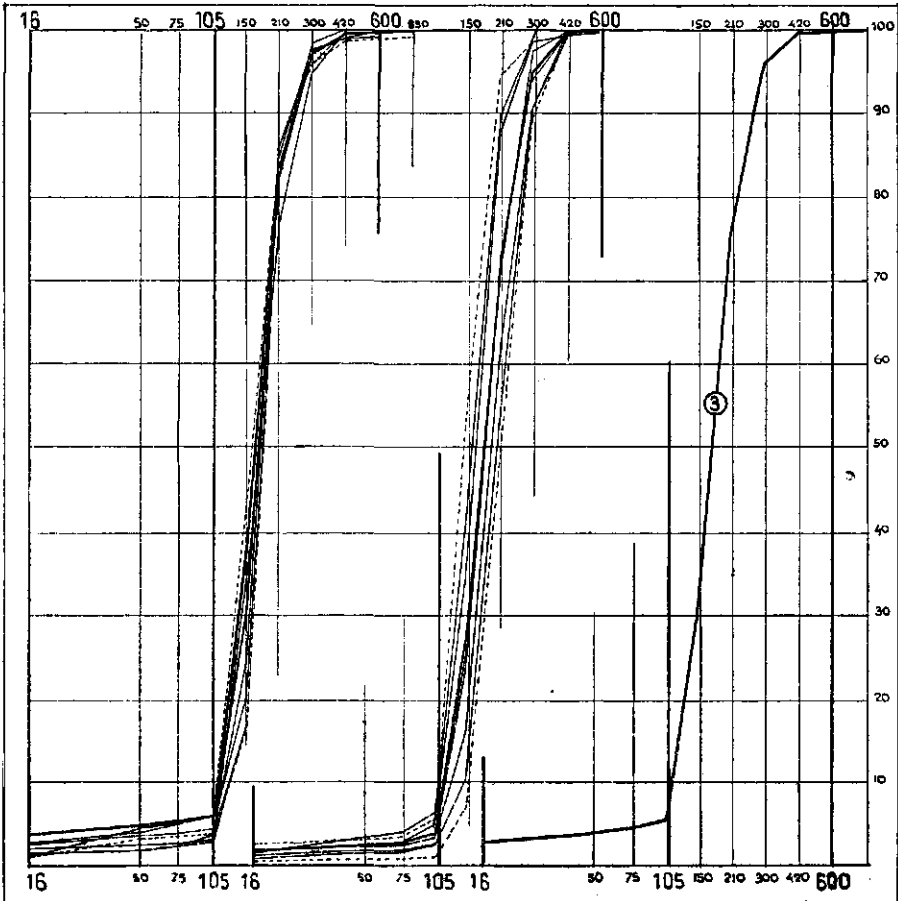


Fig. 6. Sommatiecurven voor duinzand. Links: gemiddelde, uitersten en enkele andere monsters uit de groep van 57 monsters uit de omgeving van Velsen: zeer enge bundel, zeer eenvormige granulaire samenstelling. Midden: hetzelfde voor de groep van 56 monsters uit de omgeving van Bennebroek. Rechts: algemeen gemiddelde van 132 monsters duinzand, zie tabel 1, met een M-cijfer van 174.

In figuur 7 vindt men de distributiecurven voor alle 57 monsters uit deze groep in den vorm van een lijngrafiek. Men ziet een hoe enge bundel deze curven vormen; er is een lichte verschuiving van iets fijnere tot iets grovere monsters, waarbij het type met bijna gelijke fracties 105/150

en 150/210 overgaat in het meest voorkomende type met een steilen top in fractie 150/210; en verder is er nogal verschil in gehalte aan afslibbaar 0/16, naarmate de grond wat meer of minder fijnste deelen bevat, dus b.v. met wat meer of minder klei vermengd is geraakt.

Een derde groep vormen 56 monsters uit de bloembollenstreek rond *Bennebroek*, dus uit een zuidelijker gelegen, beperkt gebied. Hier werden,

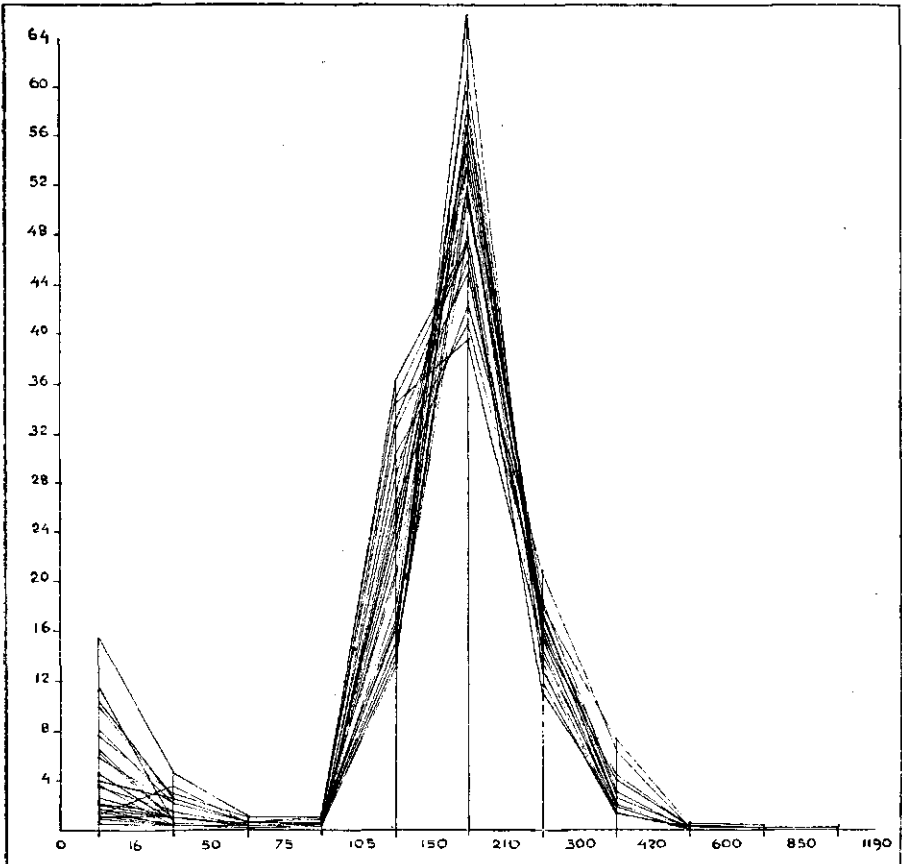


Fig. 7. Distributie-lijngrafiek voor de 57 monsters duinzand uit de omgeving van Velsen.

in verband met een onderzoek over bepaalde verschijnselen bij de waterhuishouding (het zogenaamde Lisse-effect), door Ir. A. J. Zuur in 1934 op zestien plekken monsters genomen van drie of vier lagen tot 60 of 70 cm diep (meest 0—20, 20—40 en 40—60; deels 0—10 en 10—20), welke monsters afzonderlijk werden onderzocht. De resultaten vindt men in Tabel II, terwijl de sommatiegrafiek van het gemiddelde voor deze groep, met eenige typen en uitersten, in figuur 6 (midden) is opgenomen. Het

beeld is ongeveer hetzelfde als bij de beide vorige groepen, met een tusschenliggend M-cijfer en U-cijfer.

Uiteraard geven deze drie groepen uit een beperkt gebied geen volledig beeld van alle Nederlandsche duinzanden; daartoe zal een representatief materiaal ook uit andere streken verzameld moeten worden, waarbij men zich niet zal mogen beperken tot gronden, die in cultuur zijn, maar ook gronden uit de duinen zelf, en liefst monsters van verschillende ligging ten opzichte van de duinvormende krachten, bij het onderzoek zal moeten betrekken.

Vooreerst echter kan het aantal van in totaal 132 monsters een behoorlijk gemiddelde en een voorloopig beeld over de spreiding geven; de cijfers voor de gemiddelden der drie groepen en voor het gemiddelde van alle monsters vindt men in Tabel A (blz. 576) terwijl het algemeen gemiddelde, dat ons bij verdere vergelijkingen als hoofdlijn voor het duinzand zal dienen, in figuur 6 rechts afzonderlijk is afgebeeld. Karakteristiek is het gemiddelde van omstreeks $M = 175$, het steile verloop van het middelste deel der sommatiecurve tusschen de grenzen 105 en 300 mu, waarin meer dan 90 % van het monster valt, en de zeer vlakke voet met een bijna rechtehoekigen overgang bij 105 mu, toonende dat nagenoeg alle fijnere korrels door den wind uitgesorteerd zijn. Het geringe gehalte aan korrels grover dan 300 mu kan er op wijzen dat deze door den wind niet meegetransporteerd zijn; maar het kan ook zijn oorzaak erin vinden dat deze grovere korrels reeds elders bij het uitgangsmateriaal bleven liggen, b.v. vóór het transport door de zee. Wij komen op deze punten in Hoofdstuk III terug.

Gewezen kan verder worden (zie Tabel I en II achteraan) op het als regel lage humusgehalte der duinzanden, dat alleen hooger wordt (b.v. hooger dan 3—4 %) in geval er veen of andere organische resten mee vermengd geraakt zijn; en op het al of niet aanwezig zijn van koolzure kalk, zooals bekend een factor van beteekenis bij de indeeling der duin-gronden. Verder op het eventueel voorkomen van deeltjes grooter dan 2 mm in den vorm van schelpresten.

HOOFDSTUK II

Löss

Als tweede voorbeeld van een betrekkelijk eenvoudig en eenvormig grondtype kiezen wij den lössgrond, die in ons land voornamelijk in Zuid-Limburg voorkomt, en waarvan de samenstelling en eigenschappen o.a. beschreven zijn in de mededeeling van Ir. F. J. A. DECHERING: „Rapport over het onderzoek van een 94-tal monsters uit Zuid-Limburg, hoofdzakelijk afkomstig van de lössgronden" ¹⁾. De daar gegeven grafieken en cijfers zullen wij hier niet overnemen; de 75 monsters, die door DECHERING als echte lössgronden werden beschreven — naast enkele andere grondsoorten uit dat gedeelte van ons land, zooals verweeringsgrond van het krijt en kleefarde, en naast de niet-typische menggronden — vindt men

¹⁾ Verslag. Landbk. Onderzoek. 42 (1936), blz. 225.

TABEL A

Omschrijving	Aantal mon-sters	Hu-mus	CaCO ₃	Afslib-baar	Zand-fractie	Subfracties in procenten op minerale deelen												M	U
						0-16	16-43	43-74	74-104	104-147	147-208	208-295	295-417	417-589	589-833	833-1168	1168-1651		
Bollenstreek . . .	19	1,5	1,9	2,5	94,1	2,5	0,7	0,6	1,1	15,6	42,2	31,1	5,9	0,4	—	187	58		
Bemnebroek . . .	56	1,2	3,7	1,5	93,6	1,7	0,4	0,4	1,3	23,7	44,7	22,7	4,8	0,3	—	174	60		
Velsen	57	2,4	0,8	3,5	93,3	3,7	1,2	0,4	0,7	24,1	52,0	15,0	2,5	0,2	—	170	65		
Gemiddeld	132	1,8	2,2	2,5	93,5	2,7	0,8	0,8	1,2	23,9	46,5	20,0	3,8	0,2	—	174	62		

in fig. 8 afgebeeld in distributie-lijngrafieken, en wel verdeeld in vier groepen, naarmate de grootste subfractie (top) valt tusschen 16 en 35 resp. tusschen 35 en 50 mu, en naarmate het afslibbaar gedeelte groter of kleiner is. Binnen elke groep is de variatie niet groot, en ook als geheel mag men de groep eenvormig noemen. Dit blijkt ook uit de sommatie-

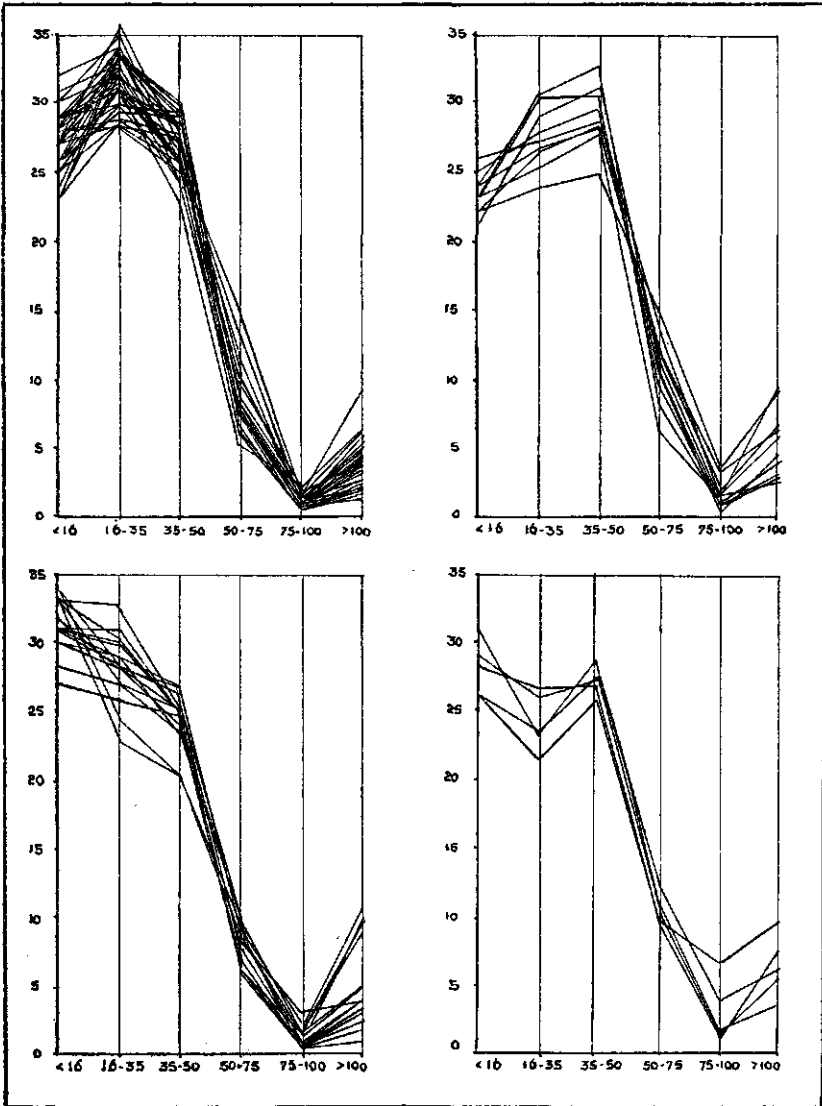


Fig. 8. Distributie-lijngrafieken voor 75 monsters lössgrond naar F. J. A. DECHERING, verdeeld in vier groepen naar lager (bovenste twee) of hooger gehalte aan afslibbaar (onderste twee), en naar gelang de subfractie 16—35 mu domineert (links) dan wel die van 35—50 mu (rechts). Per groep zeer eenvormig van samenstelling.

curven, waarvan een groep (gemiddelde, enkele typen en uitersten, de laatste als onderbroken lijnen) in fig. 9 is afgebeeld.

Ter vergelijking met andere monsters geeft fig. 10 de distributiegrafieken van acht van deze monsters. De afslibbare deelen zijn in één fractie vereenigd, terwijl de deeltjes grooter dan 100 μ niet in subfractie's

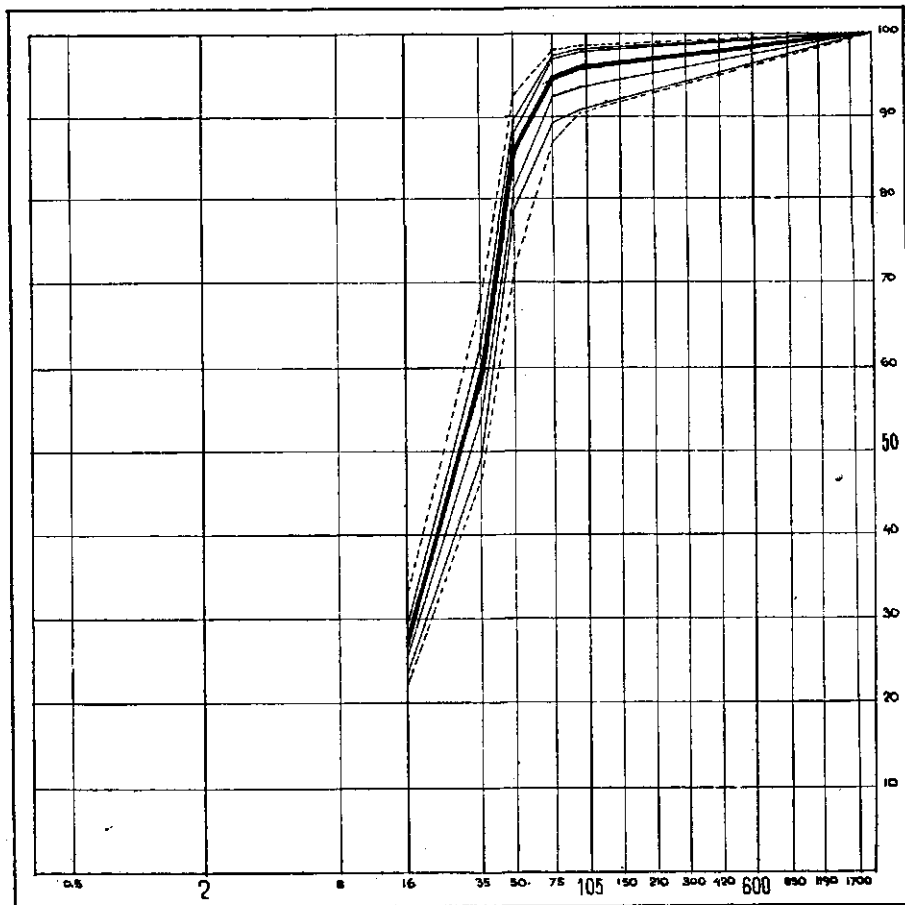


Fig. 9. Sommatiecurven voor het gemiddelde, de uitersten en enkele andere monsters uit de groep van 75 lössmonsters van fig. 8.

verdeeld zijn en deze fractie dus een wat hoge kolom te zien geeft. In overeenstemming met fig. 8 valt de top bij een deel der monsters in subfractie 16—35, bij andere in subfractie 35—50 μ . De M-cijfers staan bij de lössgronden al merkbaar onder den invloed van de grootte der afslibbare fractie, waarvan een toename de sommatiecurve naar links verplaatst en dus een lager M-cijfer geeft.

Ten einde een volledig beeld te krijgen, vullen wij deze door

DECHERING gepubliceerde gegevens aan met die voor drie andere groepen. Ten eerste een groep van 15 lössmonsters, die bij verschillende gelegenheden uit Limburg werden ontvangen en die op dezelfde wijze (methode KOPECKY) onderzocht werden, zie Tabel III; ten tweede een serie monsters, die onderzocht werden volgens de zeefmethode (Amerikaansche zeven), zie Tabel IV; en voorts twee groepen monsters uit een beperkt gebied ten Zuid-Westen van Voerendaal, waar een plaatselijk onderzoek naar de bodemgesteldheid verricht werd. Deze laatste monsters werden volgens de

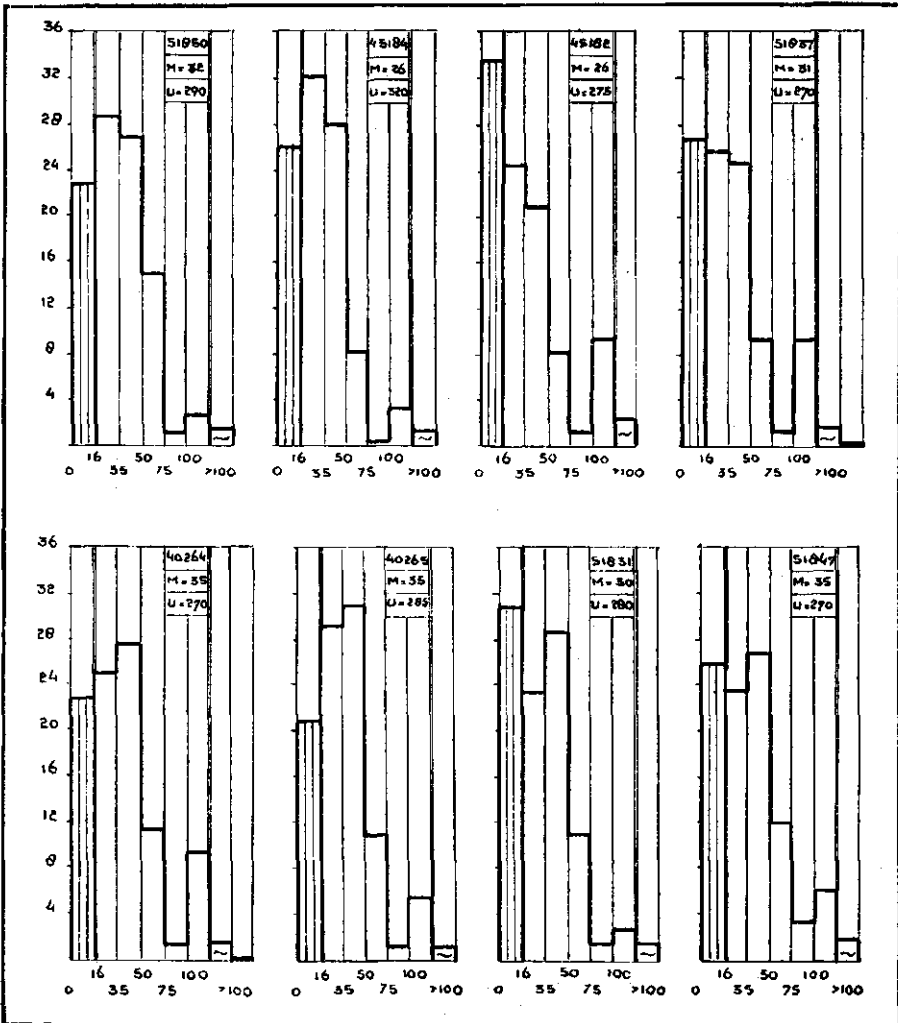


Fig. 10. Distributie-blokgafieken van acht monsters uit de groep van 75, die in fig. 8 en 9 is afgebeeld. Verschil in gehalte aan afslibbaar, betrekkelijk geringe verschillen (o.a. verschuiving van den top) bij de de subfractie's van het zand.

methode KOPECKY onderzocht, en zijn naar hun geologischen aard onderscheiden in twee groepen: onverplaatste en verplaatste löss (zie tabellen V en VI).

De sommatiegrafieken (gemiddelde, grenzen en enkele voorbeelden) van de eerste twee groepen vindt men in fig. 11, terwijl in fig. 12 distributiefiguren zijn gegeven van een viertal monsters uit de tweede groep: de subfractie 16—43 mu, die men bij het onderzoek met Amerikaansche

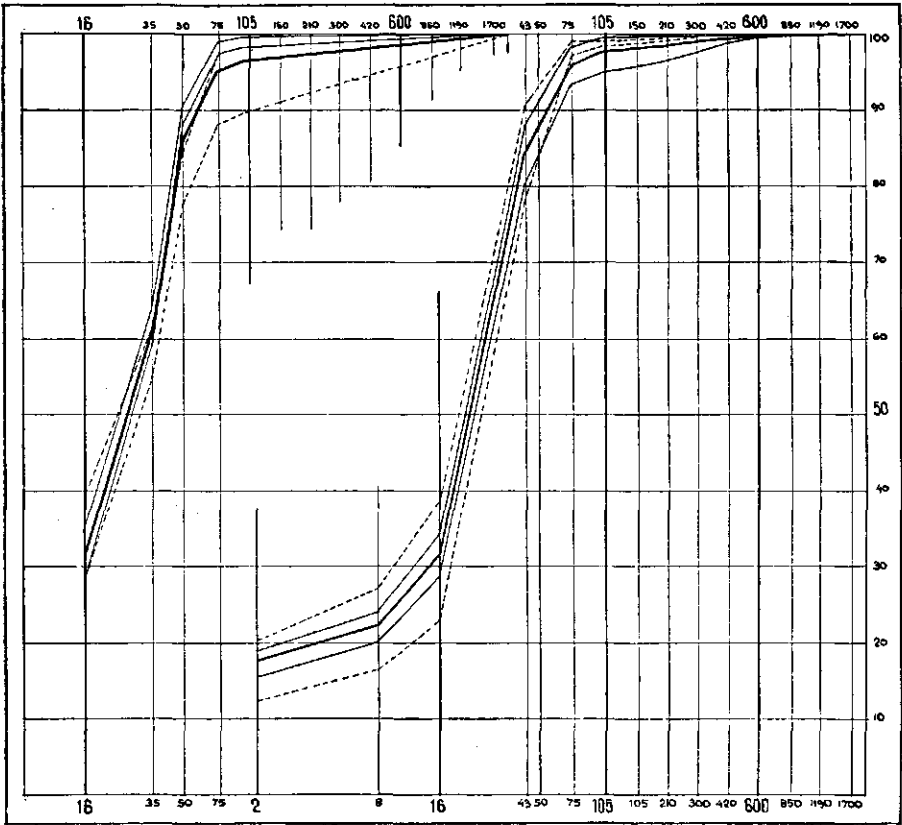


Fig. 11. Sommatiecurven (gemiddelden, uitersten en enkele andere) voor twee groepen lössgronden (zie Tabel III en IV).

zeven krijgt, omvat veel meer dan de subfractie 16—35 mu van de KOPECKY-methode en vertoont een zéér steilen top, die 46—55 % van de minerale deelen vertegenwoordigt. Op te merken is, dat bij deze groep de afslibbare deelen volgens de methode ATTERBERG bepaald werden en daarbij in drie subfractie's 0—2, 2—8 en 8—16 mu werden verdeeld; het beeld, dat men daardoor krijgt, en waarbij deze subfractie's zich ongeveer als 4:1:2 verhouden, komt zeer algemeen bij löss voor en mag waarschijnlijk als typisch voor deze grondsoort gelden.

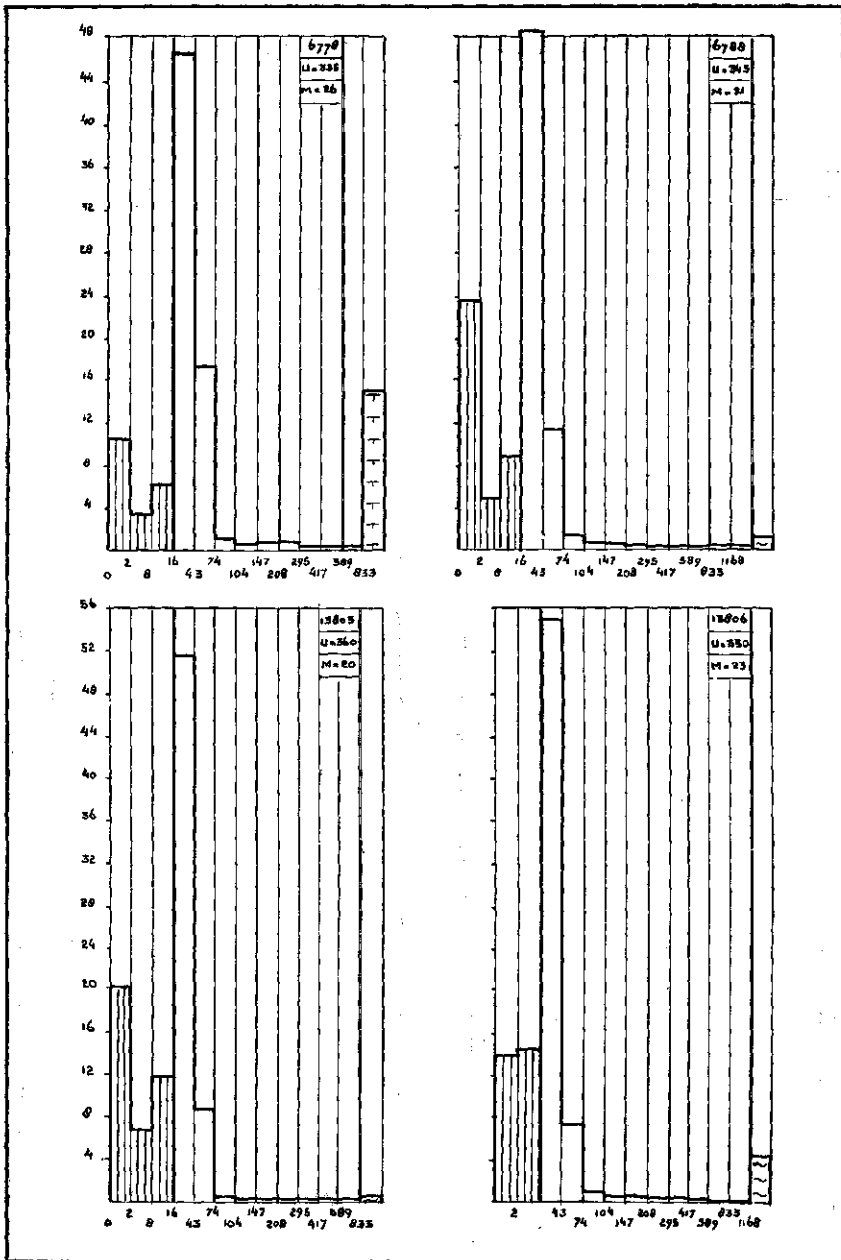


Fig. 12. Distributiecurven voor vier monsters löss uit tabel IV, onderzocht met Amerikaansche zeven. Verreweg het grootste deel valt in subfractie 16—43 mu. Bij drie monsters verdeling der slibfractie in drie subfractie's, met de karakteristieke verhouding van ongeveer 4:1:2.

De twee groepen monsters uit de omgeving van Voerendaal zijn in de distributie-lijngrafieken van fig. 13 en als sommatiecurve in fig. 14 naast elkaar gesteld. De als onverplaatst resp. als verplaatst gekarakteriseerde monsters geven een duidelijk verschil in granulaire samenstelling te zien: de verplaatste zijn in doorsnede iets slibrijker, blijkbaar door de spoelende

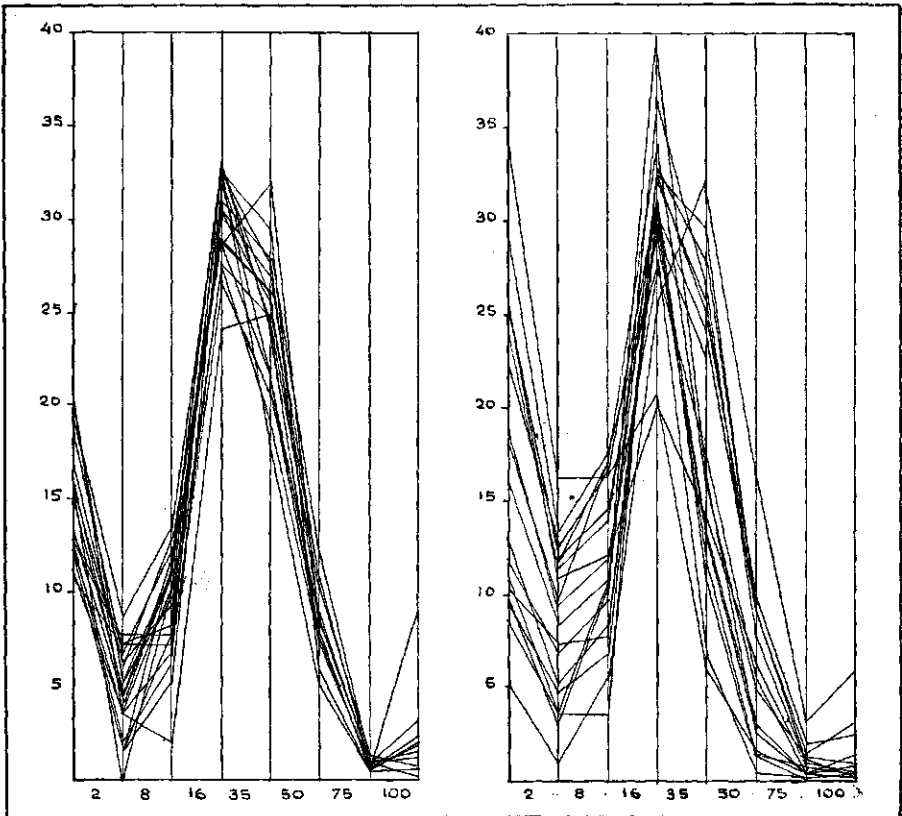


Fig. 13. Distributie-lijngrafieken voor monsters onverplaatste löss (links) en vermoedelijk verplaatste löss (rechts), de laatste met over het algemeen een hoger gehalte aan afslibbare deelen, en minder uniform van samenstelling bij de subfractie's van het zand.

werking van het water, terwijl de onverplaatste als groep merkbaar uniformer van granulaire samenstelling zijn, met de hoofdsbfractie bij 16—35 mu, die dus wellicht de karakteristieke hoofdsbfractie voor echte, onverplaatste löss is ¹⁾.

¹⁾ Of de in fig. 8 aangegeven indeeling der 75 monsters van DECHERING met dit verschijnsel samenhangt, is achteraf niet meer na te gaan, aangezien het „verplaatst zijn” van den lössgrond alleen door profielstudie op de plaats van monstername kan beoordeeld worden.

Dr. J. F. STEENHUIS, die den aard der lagen bij de groep monsters van Voerendaal naging, gebruikte daarbij voornamelijk het kenmerk, dat sommige lagen organische resten of ander materiaal bevatten, die het waarschijnlijk maken dat zij voorheen bovenlaag geweest zijn: alles, wat daarboven lag, was dus door secundaire verplaatsing (afspoeling van de heuvels) daarop gekomen. Zoo werden in de kuilen I, II, III en VI (zie

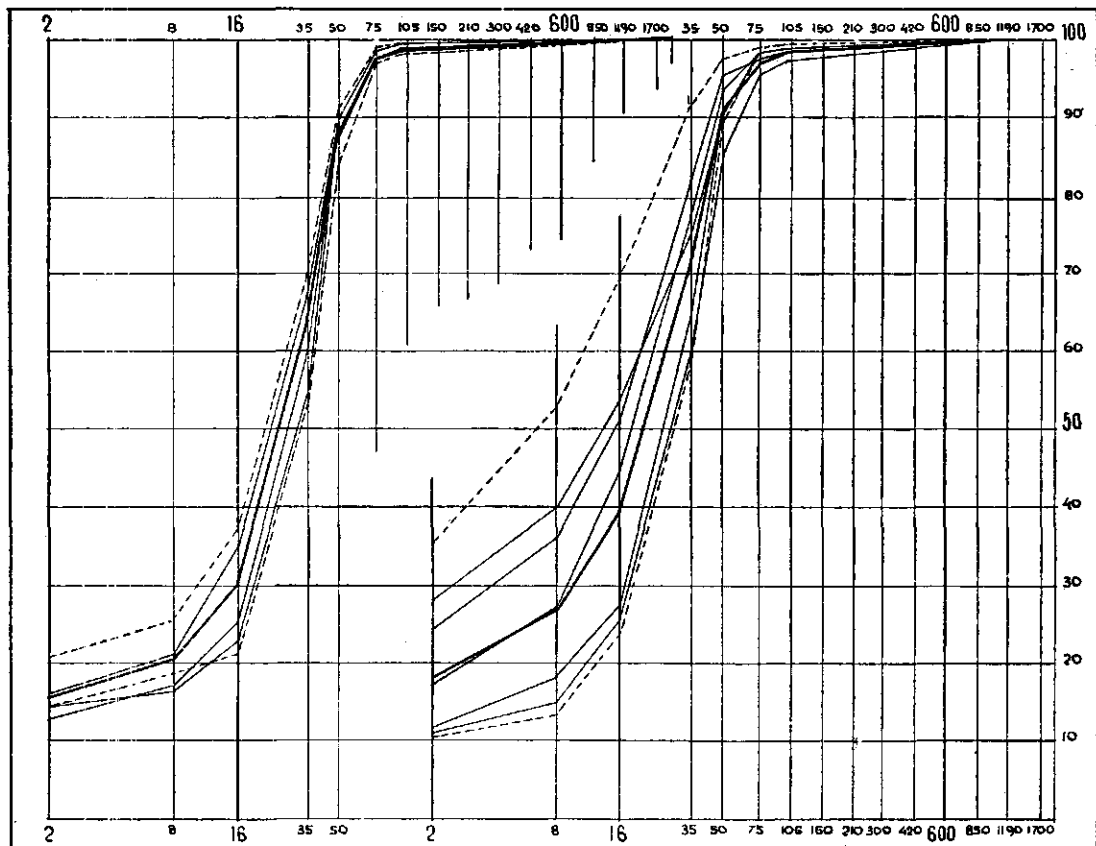


Fig. 14 Sommatiecurven van de twee groepen uit Fig. 13; zie ook Tabellen V en VI. De onverplaatste lössgronden (links) zijn veel uniformer van granulaire samenstelling dan de verplaatste.

Tabel V en VI) lagen aangetroffen met een wat hoger humusgehalte of met houtstukjes: deze lagen kunnen geen onveranderde löss zijn, maar zijn na de afzetting met genoemde bestanddeelen gemengd geraakt, vermoedelijk doordat zij eenmaal de bovenlaag vormden. Alles, wat boven die lagen aangetroffen werd, wordt nu als verplaatste löss beschouwd. De in den zool van een dalletje gegraven kuilen I, III en VI (zie Tabel VI) vertoonen een dikke laag van dezen verplaatsten grond; in de kuilen IV, V en VII, die op de helling gelegen waren, was er geen aanleiding een deel

der bovenste lagen als „verplaatst” te karakteriseeren, wat ook niet te verwachten was als de verplaatsing van den grond door afspoeling plaats moest hebben gevonden. Ook het over het algemeen iets hooger gehalte aan afslibbare deelen bij de verplaatste löss is, zooals gezegd, met deze vormingswijze vereenigbaar.

Wanneer wij nu de 132 monsters uit alle boven besproken groepen

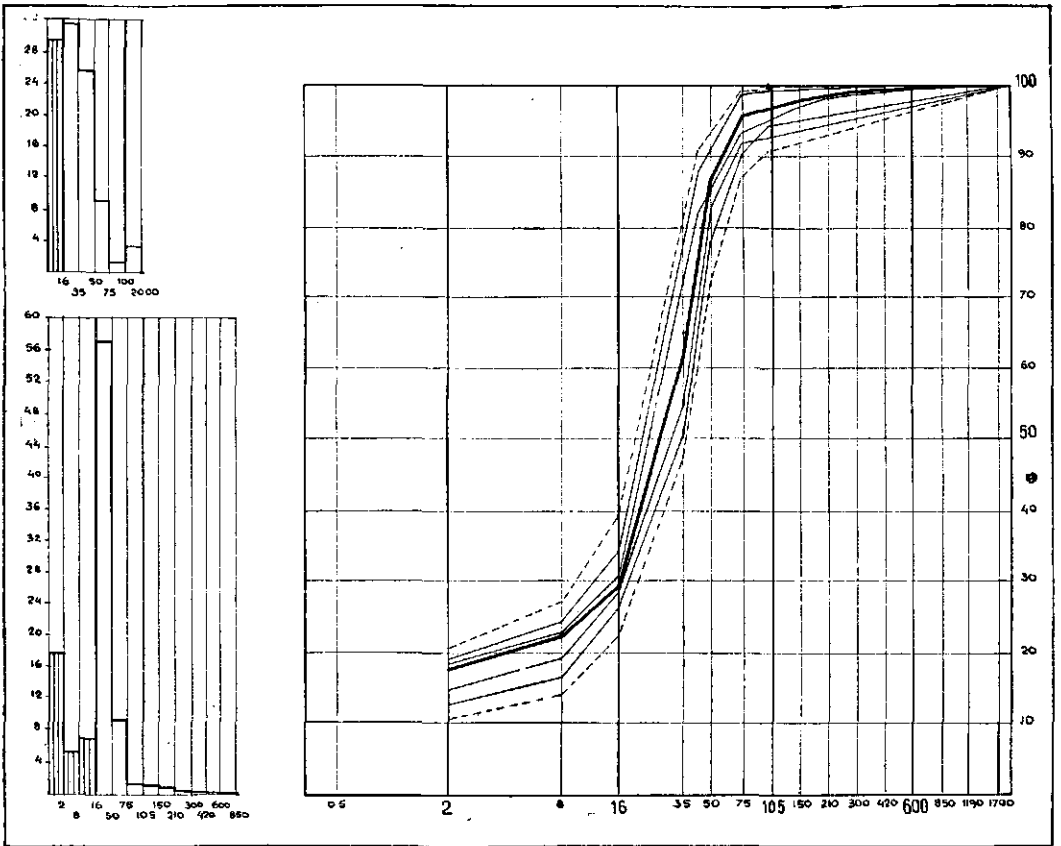


Fig. 15. Distributie-figuur voor het algemeen gemiddelde van 132 lössmonsters, links boven volgens de methode-Kopecky, links beneden onderzocht met Nederlandsche normaalzeven. Rechts sommatiegrafiek voor dit algemeen gemiddelde (dikke lijn), met uitersten en enkele andere monsters.

samenvatten en middelen, krijgen wij als *algemeen gemiddelde sommatie-curve* voor lössgronden uit Zuid-Limburg de in fig. 15 rechts aangegeven dikke lijn; met eenige voorbeelden uit de verschillende groepen, en twee uiterste monsters als grenstype, vormt dit toch nog een vrij smalle bundel van vrijwel parallel loopende lijnen, waaruit de eenvormigheid van de lössgronden duidelijk blijkt. De distributiediagrammen links in fig. 15

geven deze zelfde algemeen gemiddelde lijn weer volgens de fractie-verdeeling van de КОРЕЧЬ-methode en volgens Nederlandsche normaalzeven; deze twee distributiefiguren, die dus *hetzelfde* gemiddelde type voorstellen, verschillen uiteraard sterk, doordat de subfractie's 16—35 en 35—50 juist de grootste subfractie 16—50 in tweeën verdeelen.

Type der lösscurven

Wanneer, zoals wij in het volgende hoofdstuk zullen bespreken, deeltjes, die door storm of sterken wind over grooten afstand worden meegevoerd, maar elders weer tot afzetting komen, sommatiecurven met een M-cijfer tusschen 25 en 50 mu bezitten, vereischt het verklaring hoe in de lössgronden 20—40 % fijnere deeltjes met een diameter kleiner dan 16 mu kunnen voorkomen. Deze deeltjes zouden uit de lucht niet kunnen bezinken en kunnen als zoodanig alleen door water afgezet zijn; löss zou dan niet een zuiver aeolische afzetting kunnen wezen, er zou verplaatsing door water mede in het spel geweest moeten zijn. Echter zijn er andere verklaringen mogelijk: of de fijnste deeltjes zijn na de afzetting van de löss door verweering ter plaatse ontstaan, of deze deeltjes komen niet als zoodanig in den lössgrond voor, maar als vlokjes of klompjes met een diameter tusschen 25 en 50 mu, die in fijner deeltjes uiteenvallen bij de voorbehandeling van het monster vóór de granulair analyse (koken met waterstofsperoxyde ter verwijdering van organische bestanddeelen, koken met zoutzuur ter ontleding voor door kalk of ijzer gebonden aggregaten, zie blz. 661). Wat hiervan is, zal nader onderzocht moeten worden.

HOOFDSTUK III

De wind als sorteerdend agens bij zand- en lössgronden

De in de beide vorige hoofdstukken besproken cijfers voor het duinzand en de löss kunnen wij nu vergelijken met de gegevens van een systematische studie van door wind ontstane bodemvormingen, die te vinden zijn in een in 1898 gepubliceerde verhandeling van J. A. UDDEN ¹⁾. De voornaamste, door hem onderscheiden typen zijn in fig. 16 afgebeeld, naast de gemiddelde lijnen voor de genoemde twee Nederlandsche grondsoorten.

Wij zien dan in de eerste plaats dat de gemiddelde lijn, die UDDEN voor alle door hem onderzochte duinzandmonsters geeft, een M-cijfer heeft van 195, terwijl de normale monsters duinzand bij zijn onderzoek ongeveer liggen tusschen $M = 175$ en $M = 230$; zij vallen dus vrijwel samen met het gemiddelde en de normale lijnen voor Nederlandsche duingronden ($M = 175$; normaal gebied 145—225) en zijn als groep wat grover dan deze laatste. Dit kan veroorzaakt zijn of door een wat grootere windkracht bij de duinvorming, waardoor meer fijne deeltjes geheel uitgestoven en verwijderd, en wat grovere deeltjes in beweging gebracht zijn; of het

¹⁾ J. A. UDDEN, The mechanical composition of wind deposits. Augustana Library Publication, Rock Island, Ill. 1898.

materiaal der duinen, die UDDEN onderzocht, kan soortelijk wat zwaarder geweest zijn; of het moedermateriaal kan wat gevarieerder, met name grover van samenstelling geweest zijn. Dit laatste nu zal zeker een rol gespeeld hebben: de duinvormingen, die UDDEN onderzocht, liggen op verschillende plaatsen in het Noord-Amerikaansche continent, en slechts voor een deel blijkt dat zij opgeworpen zijn uit zand, dat b.v. van de

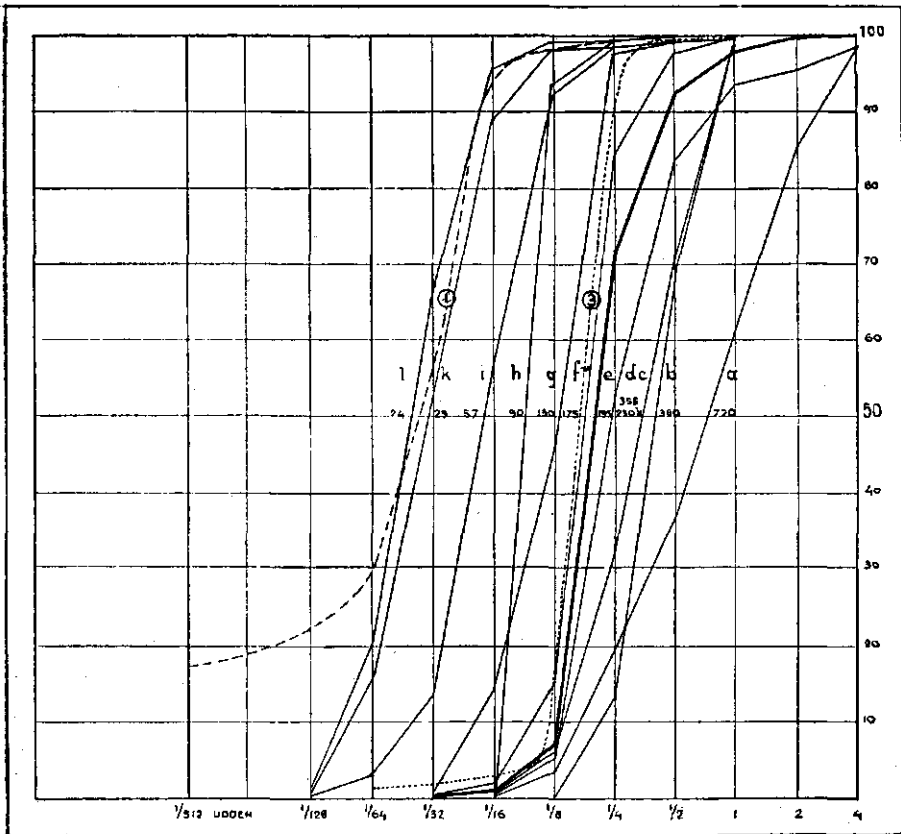


Fig. 16. Sommatiecurven voor zandmonsters in verband met transport door den wind volgens UDDEN.

kuststrook van een groot meer afkomstig, en dus door water gesorteerd was. Herhaaldelijk vermeldt UDDEN deeltjes grooter dan 2 mm, dus fijn grind, dat in ons duinzand in het geheel niet voorkomt: het door de zee aangevoerde en gesorteerde zand is vrij van grovere bestanddeelen, zelfs de subfractie boven 600 mm is er bijna niet, die boven 420 mm slechts in geringe hoeveelheid (eenige tiende procenten) in aanwezig. Uit UDDEN's publicatie blijkt niet wat de petrografische samenstelling is der door hem bestudeerde zanden; het is natuurlijk mogelijk dat er verschil is in korrelvorm of soortelijk gewicht met ons duinzand, waardoor zijne resultaten

niet zonder meer op onze omstandigheden mogen worden overgebracht. Ook over de windsnelheden geeft UDDEN geen cijfers; waarbij opgemerkt dient te worden dat zulke cijfers toch maar een gedeeltelijk beeld zouden geven, aangezien de kracht van den wind vlak boven het bodemoppervlak, waar het zand wordt opgewoeld en opgeheven, veel kleiner is dan wat hooger boven den grond.

Als grofste type beschrijft UDDEN een middelgrof, matig grindhoudend zand met een M van omstreeks 700, dat hij „lag gravel” noemt en dat door de hevigste winden niet meegenomen wordt, en dus nog juist ter plaatse blijft liggen, terwijl de fijnere deelen er uit gestoven worden. De granulaire samenstelling van dergelijke „lag gravels”, waarvan UDDEN er tien beschrijft, blijkt nogal aanzienlijk uiteen te loopen: één bevat 14,4 % korrels van 4—8 mm en 5,7 % van 8—16, met nog 33,5 % van de fractie 2—4 mm, en is dus met 53,6 % tusschen 2 en 16 mm een fijn grind volgens de Nederlandsche nomenclatuur van Normaalblad N 210; de negen andere bevatten slechts weinig korrels grooter dan 4 mm. De gemiddelde lijn is in fig. 16 met het merk a aangegeven en ligt, met een M van omstreeks 720, rechts van het grove Nederlandsche zand met $M = 650$, dat wij in Hoofdstuk IV, blz. 592, bespreken en waarnaar wij hoofdlijn 1 voor het grofste type hebben gekozen; daarenboven is de helling van de lag gravel-lijn veel minder steil en zijn boven- en onderzijde van de sommatiecurve sterk afgerond, toonende dat er geen zeer sterke sortatie heeft plaats gehad. Bij materiaal, waarbij het schoongeblazene op het niet of minder uitgeblazen moedermateriaal is blijven liggen, waardoor het vermoedelijk niet zoo volledig mogelijk uitgestoven is en makkelijk met het minder of niet uitgestoven materiaal, dat er onder ligt, vermengd raakt, valt dit niet te verwonderen en is de gevonden curve geheel begrijpelijk.

Duidelijk minder grof is het zand dat op den top van een windrichel in een zandvlakte verzameld werd (curve b in figuur 16); verplaatst zand dus vermoedelijk, dat bij den laatstelijk geheerscht hebbenden sterken wind, die de richels veroorzaakte, tot op de richels is voortgedreven (gerold) en daar nog juist op zijn plaats bleef liggen, waarbij al het fijnere er uit geselecteerd werd. Dit zand is dan ook zeer eenvormig, met een steile sommatiecurve en bijna geen voeten bij de distributiecurve; 86 % valt in de subfracties 1/4—1 mm, 99 % in 1/8—1 mm. Het heeft een M van 380 en is dus volgens de Nederlandsche nomenclatuur een matig tot middelgrof zand.

Een slechts iets kleiner M -waarde (355) vinden wij bij monster c , dat verzameld werd uit het rollende zand, dat door den wind over de vlakke gejaagd werd zonder dat het zich noemenswaard van den bodem kon verheffen. Dit is dus een tweede grensgeval: zand, dat door den wind wel in snelle, rollende beweging gebracht, maar niet mee omhoog genomen kan worden. Het spreekt van zelf dat deze grenswaarde afhankelijk is van de windsterkte, resp. de kracht van de windstooten, waarbij UDDEN observeerde, en in het bijzonder van de windsterkte vlak boven den grond.

Vervolgens vinden wij in figuur 16 een groep van vier lijnen voor normale duinzanden, met ongeveer in het midden de gemiddelde lijn e ($M = 195$), en als grofste lijn d ($M = 230$) van materiaal dat direct

aan de lijszijde van een richel of helling neervalt, terwijl f (met $M = 175$) op verschillende plaatsen voor en achter op de duinhelling het gemiddelde is van zand, dat zoowel aan de wind- als aan de lijszijde werd aangetroffen. Lijn g ($M = 180$) geeft zand aan, dat van het punt van uitblazen omstreeks 50 meter door den wind was meegevoerd. Binnen de strook, die deze groep beslaat, vallen de Nederlandsche duinzanden met hun mediaancijfers van 145—225; het gemiddelde van de in Hoofdstuk I behandelde 132 monsters was 174, dus wat lager dan het M -cijfer van 195 voor 57 monsters van UDDEN; maar door het betrekkelijk gering aantal monsters bij beide onderzoekingen, die geen van beide representatief voor het gehéél zijn, staan deze cijfers natuurlijk niet zoo vast dat men er veel conclusie's aan zou mogen verbinden.

Als speciaal type van een tamelijk fijn zand met een mediaan van 90 hebben wij in figuur 16 opgenomen een monster h , dat UDDEN op den top van een duin verzamelde en dat dus door den wind tot boven toe was meegevoerd, maar blijkbaar net niet mee de lucht in kon gaan en dadelijk neerviel waar de wind wat minder sterk was. Dit zand is, blijkens den zeer steilen vorm van de sommatiecurve (93 % in subfractie 1/16—1/8 mm) zeer sterk uitgesorteerd: alles wat zwaarder was, is op de duinhelling blijven liggen, en alles wat fijner was is op den top er uit geblazen en verder meegevoerd.

UDDEN heeft, om dit overzicht volledig te maken, verder nog een aantal monsters *atmosferisch stof* verzameld, fijn zand dat onder verschillende omstandigheden door den wind meer of minder ver werd meegevoerd. Wij hebben er daarvan slechts enkele in figuur 16 weergegeven, en wel curve i met $M = 57$, zandstof dat met een storm wordt meegevoerd en eenige mijlen verderop wordt afgezet; curve k met $M = 29$, dat het algemeen gemiddelde voor het door UDDEN onderzochte op verschillende voorwerpen afgezette atmosferische stof aangeeft, dat dus bij normalen of geringen wind nog juist blijft zweven, en curve l met $M = 24$ voor stof dat ook in normale omstandigheden, zonder krachtigen wind, in de atmosfeer blijft zweven en over verre afstanden vervoerd kan worden zonder zich af te zetten. Dit zand werd dan ook door UDDEN uit de atmosfeer zelf verzameld. Men ziet dat lijn l voor löss, die wij uit fig. 15 in fig. 16 overbrachten, met het M -cijfer van $26\frac{1}{2}$ binnen deze groep ligt. Het cijfer $M = 24$ voor stof, dat in de atmosfeer blijft zweven, valt bijna samen met het groepsgemiddelde $M = 26\frac{1}{2}$ voor löss, en blijft iets aan den linker kant, zoodat het stof, dat blijft zweven, nog iets fijner is. Het verschil zou grooter zijn, wanneer men bij löss alleen de deeltjes grooter dan 16 μ beschouwde, waardoor de sommatielijn voor löss naar beneden gestrekt zou worden en het M -cijfer omstreeks 32 zou worden. De ligging der gemiddelde lijnen zou dus in overeenstemming zijn met de vormingswijze van löss als aeolische afzetting, waarover zooveel meeningsverschil geweest is, maar die thans wel algemeen als de juiste wordt erkend. UDDEN's gegevens, waarvan slechts enkele der meest karakteristieke in fig. 16 werden opgenomen, geven aan dat $M = 25$ ongeveer de laagste waarde is, die men op de beschreven wijze vindt voor stof, dat lang in de atmosfeer zwevend kan blijven; het feit dat de M -cijfers voor Neder-

landsche löss (zie Hoofdstuk II) voor het overgrootte deel iets hooger liggen, wijst er op dat de Limburgsche löss in hoofdzaak ook uit zulk fijn stof bestaat en dus over verren afstand getransporteerd geworden kan zijn, of lang in de atmosfeer kan zijn blijven zweven.

De aandacht dient er echter op gevestigd te worden dat de stofmonsters van UDDEN, die zich afzetten, niet meer dan gemiddeld 17 % deeltjes kleiner dan 16 mu bevatten en slechts 1—2 % deeltjes kleiner dan 8 mu. De lösslijnen voor ons land liggen voor deze fractie's alle hooger; wij bespraken dit punt reeds op blz. 585, en herinneren er aan, dat uit de lucht de fijnste deeltjes (links van lijn *l* in fig. 16) zich niet afzetten, maar dat uit stilstaand water ten slotte ook de fijnste deeltjes bezinken. Hoe het met afzettingen uit stofhoudende lucht door regen gaat, zou wellicht nader onderzocht moeten worden.

Samenvattend krijgen wij voor de wind-fractioneering bij het onderzoek van UDDEN als voornaamste punten:

- M = 700 voor materiaal, dat door den wind nog juist niet in beweging wordt gebracht;
- M = 350 voor materiaal, dat door sterken wind (bij de geringere windkracht, die vlak boven den bodem heerscht) wordt voortgerold maar niet opgeheven;
- M = 200 als gemiddelde voor zandafzettingen door den wind, met een spreiding van ongeveer 175—230;
- M = 100 voor het fijnste materiaal, dat meegevoerd wordt, maar zich bij verzwakking van den wind in grootere hoeveelheid afzet;
- M = 50 voor stof, dat bij krachtigen wind of storm blijft zweven en ver wordt weggevoerd;
- M = 30 als middelwaarde voor zich bij stiller weer afzettend atmosferisch stof;
- M = 25 voor stof dat in de atmosfeer lang blijft zweven.

UDDEN zelf geeft voor de verplaatsing van het materiaal door wind, bij krachtige stooten, de volgende maximale cijfers op:

grind (1—8 mm)	een paar voet;
zand 250—1000 mu	eenige tientallen meters;
125—250 mu	minder dan een mijl;
62½—125 mu	een paar mijl;
31—62½ mu	200 mijl;
15½—31 mu	1000 mijl;
stof, fijner dan 15½ mu	rond den aardbol,

waarbij voor de laatste twee groepen geen experimenteel materiaal in de door hem gegeven cijfers te vinden is. De plaats, waar het meeste zand wordt afgezet en dus eventueel duinvorming plaats vindt, hangt dus zeker ook van de korrelgrootte-verdeeling van het uitgangsmateriaal af: bestaat dit uit grover materiaal, dan ontstaan de duinen dichter bij, en omgekeerd.

Behalve door de hoeveelheid en ligging van de voornaamste subfractie's

kan men de windvormingen ook nog bekijken — en van waterafzettingen onderscheiden — door de grove en de fijne subfractie's, de beide voeten dus van de distributiecurven. Water kan veel grover materiaal verplaatsen dan wind: is bij de laatste de bovenste grens, volgens UDDEN's onderzoek, zoo ongeveer 8 mm, terwijl in grootere hoeveelheid slechts nog de fractie 2—4 mm wordt voortgeblazen, zoo is bij water de bovengrens onbepaald: ook groote blokken kunnen, doordat zij in water soortelijk zooveel minder zwaar zijn, door een krachtigen waterstroom voortgerold en voortgeduwd worden. Zeer sterk komt dit tot uiting bij de in Ned.-Indië zoo bekende modderbandjirs, waarbij het soortelijk gewicht van de transporteerende modderbrei aanzienlijk hooger is dan dat van water, en blokken van ettelijke meters diameter met groot geweld meegevoerd worden.

Ook naar de andere zijde vindt men dergelijke verschijnselen. Deeltjes kleiner dan 25 μ kunnen door de luchtstromingen zwevende worden gehouden en komen niet tot afzetting; bij windafzettingen vindt men volgens UDDEN nooit meer dan 1 % deeltjes kleiner dan 4 μ en meestal slechts een spoor daarvan. Water voert alle deeltjes mee; maar ook de fijnste, althans de zéér fijne, met een diameter belangrijk kleiner dan $\frac{1}{2}$ μ , zetten zich uit rustig water af en vormen een bestanddeel van onze zavels en kleien, die door windafzetting niet in die samenstelling gedeponeerd zouden hebben kunnen zijn.

Daartegenover staat dat het sorteerd vermogen sterk toeneemt, naarmate de viscositeit van het medium lager en daarmee het transporteerend vermogen geringer is: lucht verspreidt zeer ver en sorteert daarbij sterk, doordat het grove eerst er uit valt en het fijnere zich pas veel verderop of in het geheel niet afzet; water sorteert minder en zet een mengelmoes af, ijs sorteert praktisch in het geheel niet. Bij de beoordeeling moet men er echter weer rekening mee houden, dat de laagjes, die door den wind worden afgezet, door de groote spreiding, die het materiaal krijgt, vaak zeer dun zijn, zoo dun dat de deeltjes zich soms tusschen de reeds aanwezige deeltjes en in de reeds aanwezige oppervlakte-laag vlijen en er dus geen zichtbare gelaagdheid ontstaat. Zoo is b.v. weinig of niets te zien van gelaagdheid bij gewoon duinzand, dat toch ongetwijfeld in laagjes werd afgezet. Natuurlijk werken wervelingen in den luchtstroom, menging door slagregen, vorst, dierlijke invloeden, wortelgroei mee om de gelaagdheid te doen verdwijnen of minder zichtbaar te maken; maar het verschil met afzettingen onder water, waarbij de gelaagdheid vaak zoo duidelijk te zien is, mag tamelijk karakteristiek voor windafzettingen genoemd worden.

HOOFDSTUK IV

Zandgronden uit verschillende geologische formatie's

Alle zand, dat in verschillende geologische tijdperken in ons land werd afgezet — voornamelijk dus het praeglaciale zand II 0, het hoogterras-zand II 1, de fluvioglaciale zanden II 4 en het laagterras-zand II 8 — is allothigeen van elders (en meestal van grooten afstand) aangevoerd. In hoofdzaak werd het door water getransporteerd, terwijl wind en stormen bij de bodenvorming ook een aandeel gehad hebben. Het is dus te ver-

wachten dat binnen elke geologische formatie zand van allerlei verschillende korrelgrootte-verdeeling zal voorkomen, terwijl er tevens meer of minder slib kan zijn afgezet, afgezien van de eigenlijke afzetting van kleilagen en van veenvorming. Karakteristieke verschillen in korrelgrootte zal men tusschen deze geologische formatie's niet mogen verwachten; wel wordt in het algemeen aangenomen dat het hoogterras-zand tot de grovere, het laagterras-zand tot de fijnere soorten behoort.

Ten einde indruk van de korrelverdeeling te geven vermelden wij drie series monsters, die door Dr. Ir. A. J. Zuur in Mei 1933 verzameld werden om eenige gegevens over dit punt te verkrijgen.

a. Een groep van 24 monsters uit het *praeglaciale hoogterras II 1* op den Noordberg dicht bij de kerk te *Heelsum*, verzameld in drie zandgroeven vrij dicht bij elkaar (zie Tabel VII). Volgens opgave betreft het hier volkomen ongestoord hoogterras; de monsters werden genomen op als geschikt uitgekozen, overigens willekeurige plekken, die 0,75 tot 3 m onder de oppervlakte gelegen waren, en wel van grove en vrij grove zanden, telkens een serie in volgorde van fijnheid. Over het algemeen waren dit dus grove, vrij grindhoudende zanden; zij vertoonden overal duidelijk gelaagdheid. Enkele monsters, zoo n°. 5896 (zie Tabel VII) met 83 % en n°. 5904 met 60 % grind, die als de grofste van de betreffende groeve werden uitgekozen, representeren lagen grind, en het hierin aanwezige, in Tabel VII vermelde zand is daarvan als 't ware slechts een bijmengsel. Een monster (n°. 5912) komt uit een laag met 21½ % afslibbaar, en is dus ook geen eigenlijke zandgrond. Bij de overige monsters bedraagt het percentage afslibbaar slechts enkele tienden, hoogstens 1,7 %.

In fig. 17 zijn voor eenige voorbeelden uit Tabel VII de distributiecurven afgebeeld. Ten deele vertoonen zij steile figuren als bij duinzand, maar met een top die van de subfractie 147/208 tot in de subfractie 295/417 bij n°. 5916 valt, of zelfs in de subfractie 417/589 bij de niet in fig. 18 afgebeelde monsters 5896 en 5897 met M-cijfers van 500 resp. 510. Enkele monsters, zooals n°. 5916, hebben een zeer vlakken linkervoet: het fijne gedeelte is daaruit even sterk uitgesorteerd als bij duinzand. Maar bij andere monsters is de linkervoet wat steiler; n°. 5903 is zelfs tamelijk hoog in de wreef.

De sommatiecurven voor de 23 zandmonsters vindt men in fig. 18, links; zij beslaan een veel breeder strook dan bij eenvormige grondtypes als duinzand en löss, terwijl de curven over het algemeen wat minder steil verlopen, zooals blijkt uit de gestippelde hoofdlijn 3, het gemiddelde voor duinzand; dit wijst op een meer gemengd, minder uitgesorteerd type.

b. Een groep van 24 monsters uit het *fluvioglaciaal*, waarvan 21 genomen uit den Zuidwand van de spoorweginsnijding bij *Assel*, ten Westen van *Apeldoorn*, en wel groepsgewijze op vijf plaatsen telkens op verschillende diepte onder elkaar (zie Tabel VIII); voorts 3 uit den Noordwand iets verderop. Dit zijn alle grove tot zeer grove zanden, met een laag humusgehalte (0,3 % of minder) en ook steeds een laag gehalte aan afslibbaar (0,3 of minder). Koolzure kalk werd in geen der monsters aangetroffen; het percentage zand is bij alle 99,4 of hooger.

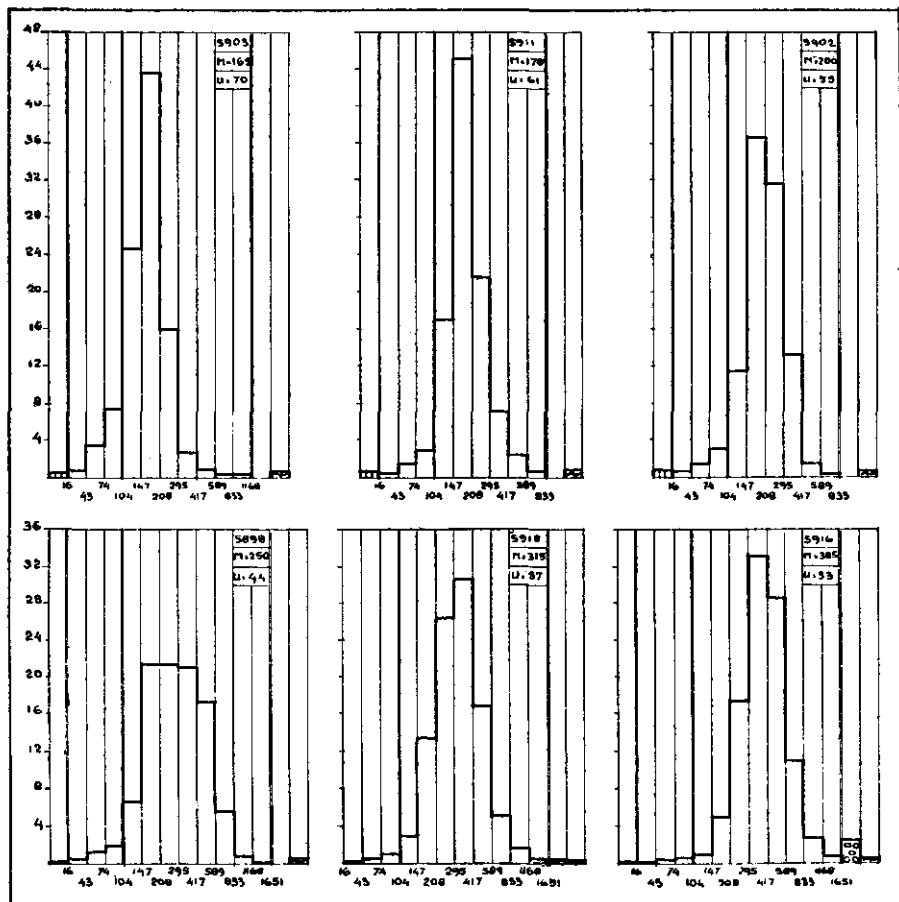


Fig. 17. Zes monsters zand uit het hoogterras van den Noordberg bij Heelsum (zie Tabel VII). Over het algemeen steil, sterk gesorteerd; maar ten deele met een minder vlakke voet dan bij het sterk uitgeblazen duinzand. De voornaamste subfractie kan zijn 147/208, maar ook 295/417; het M-cijfer loopt van 165 tot 385 (in Tabel VII, bij alle 23 zandmonsters, van 162 tot 510).

In fig. 19 zijn de distributiecurven voor acht van deze monsters afgebeeld. Enkele (b.v. nos. 5925 en 5923) sluiten zich bij vorige aan, maar met een meer naar rechts gelegen top en dus een hooger M-cijfer; andere hebben een breeder vorm, die ten deele (b.v. n°. 5929) aan de rechterzijde zeer weinig steil is. Bij n°. 5924 ligt de top zelfs in de fractie 589/833 en bedraagt het M-cijfer 655 met een U-cijfer van 18: dit is, met n°. 5928 (zie Tabel VIII) het grofste monster uit de groep en een der meest grove monsters zand, die tot nog toe onderzocht werden. De hoofdlijn 1 voor zeer grof zand werd in aansluiting aan deze beide monsters gekozen.

De sommatiecurve voor 7 van deze 24 monsters vindt men in fig. 18

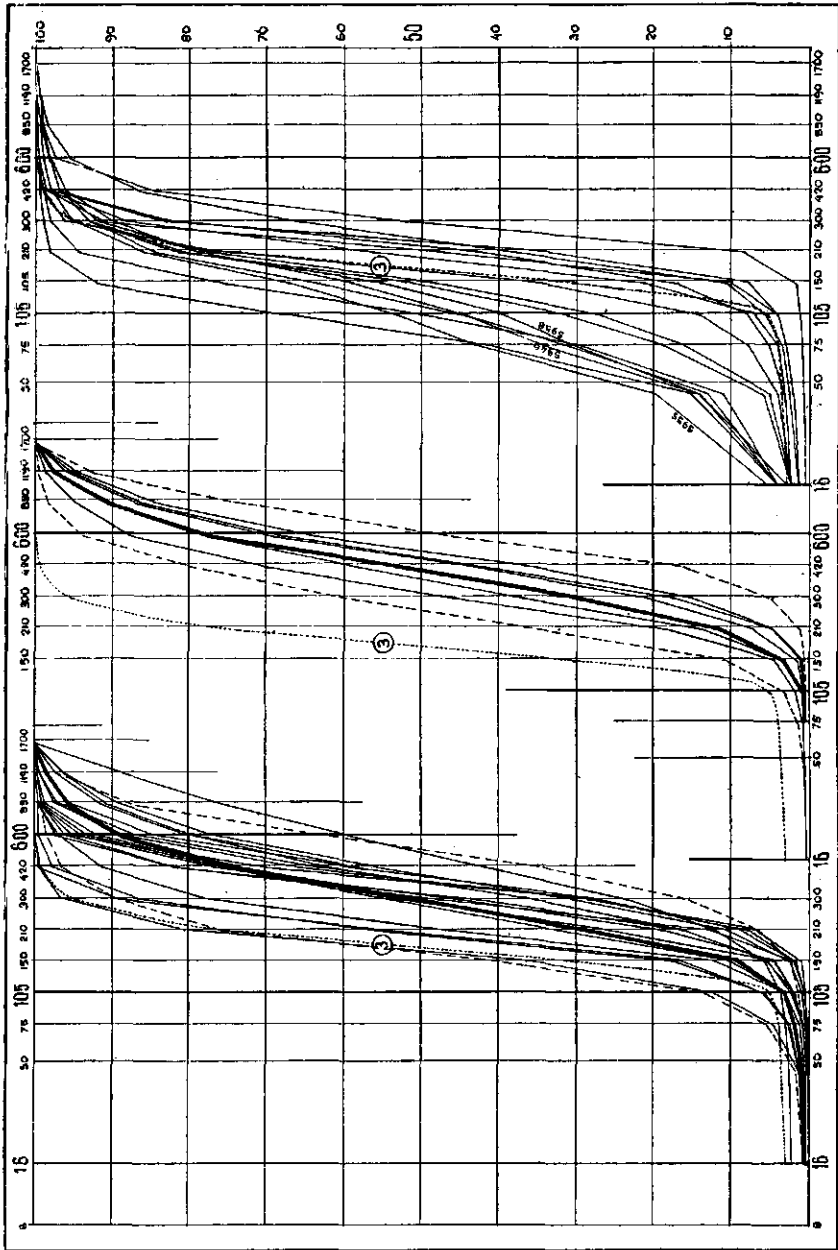


Fig. 18. Sommaticcurven voor (links) 23 monsters uit het hoogterras bij Heelsum (zie Tabel VII); in het midden 7 monsters uit het fluvioglaciaal van de spoorweg-ingraving bij Assel (zie Tabel VIII), en rechts 15 monsters uit het laagterras bij Markelo (zie Tabel IX).

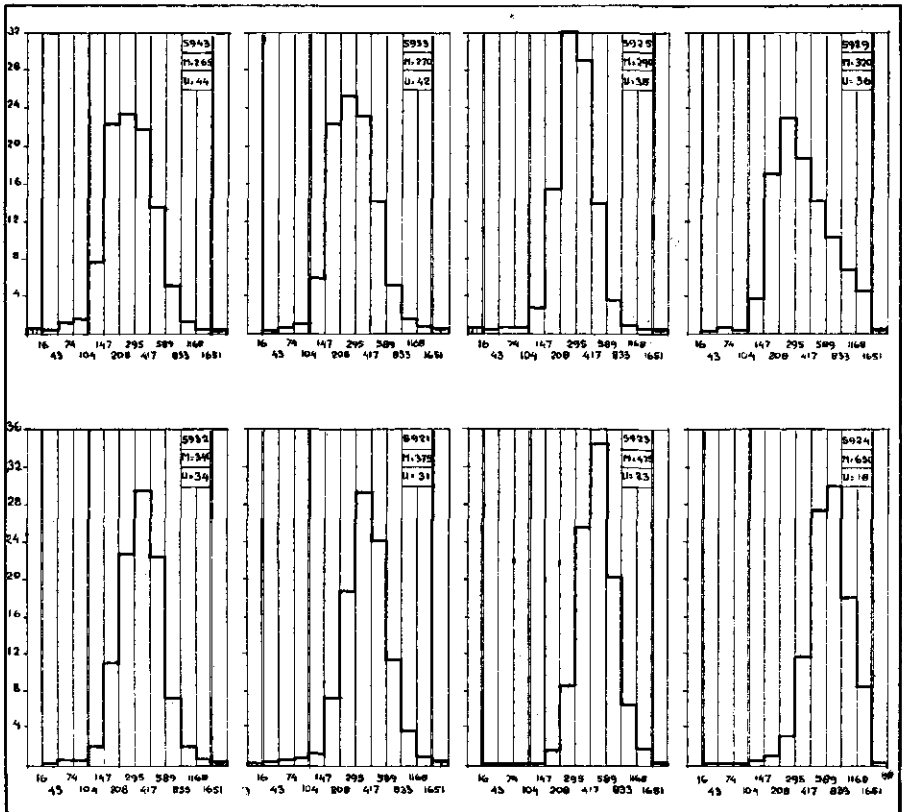


Fig. 19. Distributiecurven voor 8 monsters grof zand uit het fluvioglaciaal bij Assel (Vel.), zie Tabel VIII. Top ten deele zeer naar rechts gelegen.

als middelste groep afgebeeld. Over het algemeen verlopen de lijnen steil, maar iets minder steil dan bij duinzand (hoofdlijn 3, ook in fig. 18 afgebeeld).

c. Een serie van 36 monsters uit een *laagterras-afzetting* bij Markelo, uit den noordelijken wand van den put van het Twente—Rijnkanaal, Westelijk van de Schipbeek, en wel van vijf plekken (zie Tabel IX). Van elke plek werden monsters genomen uit op het gezicht te onderscheiden lagen op verschillende diepte. Het geheele lagenpakket is als fluvioglaciaal te beschouwen; twee monsters (nos. 5951 en 5972) bestaan uit op het zandpakket gelegen moerasveen met een betrekkelijk gering gehalte aan minerale bestanddeelen, welke monsters dus niet bij de hier besproken studie betrokken werden. Vijf monsters met een gehalte aan afslibbaar van meer dan 10 % zijn niet als zand te beschouwen; zij worden bij het overzicht der zandgronden buiten beschouwing gelaten.

Bij verschillende van deze zandgronden is het gehalte aan afslibbaar vrij hoog, tot 5 % toe; het humusgehalte is slechts bij enkele monsters

wat hooger, omstreeks 3—5 %. Het gehalte aan koolzure kalk is zeer verschillend, van gering tot bijna 20 % toe.

Beschouwt men de korrelgrootte-verdeeling der minerale deelen, dan blijkt deze zeer sterk uiteen te loopen. Fig. 20 brengt enkele typen in beeld, waarvan het eerste een vrij zware grond is, maar de overige tot de zandgronden behoren, met zeer verschillende distributiecuren, waarvan

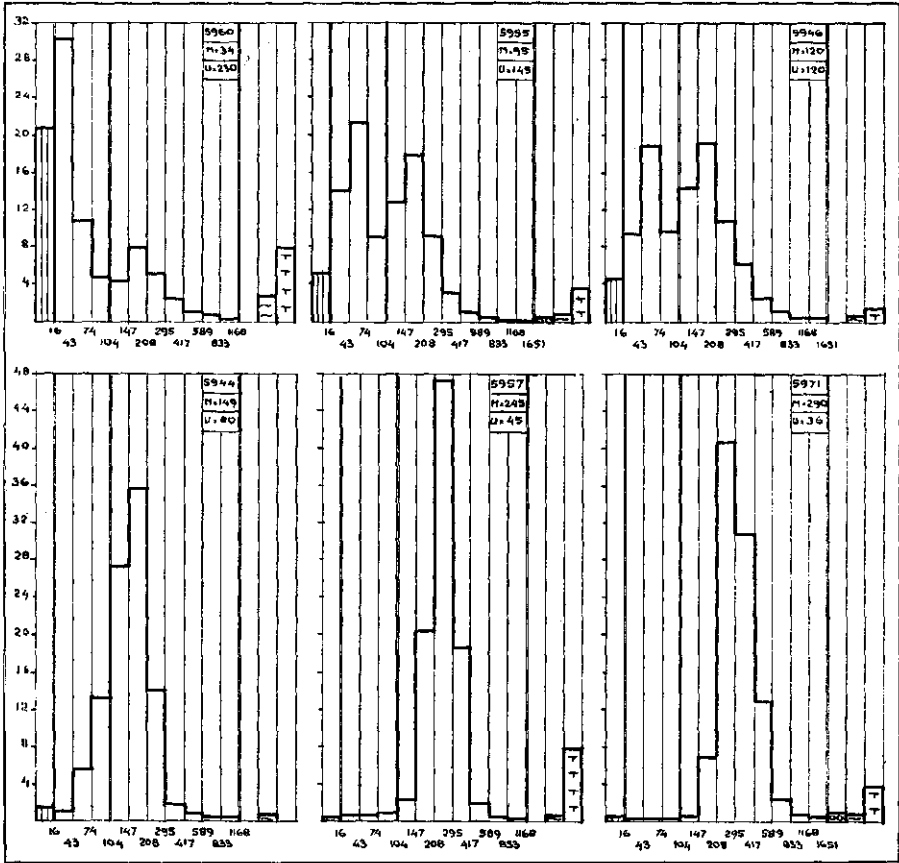


Fig. 20. Zes monsters uit het laagterras bij Markelo (O.); een vrij zware grond, twee tweetoppige zandgronden, een gemengd zand en twee stuifzanden (zie Tabel IX en de sommatiecurven in fig. 18 rechts).

twee tweetoppige. In fig. 18 zijn rechts de sommatiecurven van 15 monsters opgenomen, waaruit de groote spreiding ook duidelijk blijkt, zoowel in ligging (M-cijfer) als in helling (steiler of breder figuur). Een gemiddelde voor de 29 zandmonsters is niet berekend; dit zou bij een zoo heterogene groep natuurlijk maar beperkte beteekenis hebben. Wel kan, in vergelijking met de beide vorige groepen, deze serie monsters fijnzandiger, en ook wat klei- en veenrijker genoemd worden. Duidelijk ziet men ook in fig. 18 de

drie tweetoppige zanden, waarvan de wat minder regelmatige sommatiecurven in deze overigens vrij gelijkvormige groep opvallen.

De fijnste zanden uit deze serie (b.v. nos. 5948 en 5963) hebben een steile sommatiecurve van een overeenkomstigen vorm als de reeds besproken hoofdlijnen 1 en 3; op dergelijke zeer fijne zandgronden komen wij in Hoofdstuk V terug.

Uit ander materiaal voegen wij hieraan toe een serie van 33 monsters uit een viertal boringen tot tien meter diepte, verricht in December 1938 bij *Wagenberg* ten Noorden van Breda ¹⁾ in het *praeglaciaal ouder dan hoogterras* II 0, waarvoor de gegevens in Tabel X zijn bijeengebracht. Vier van deze monsters vallen door hun hoog gehalte aan afslibbare bestanddeelen niet onder de zandgronden; zij zijn volledigheidshalve in Tabel X opgenomen, maar buiten beschouwing gelaten bij het berekenen van het gemiddelde voor 29 zandmonsters, en komen in Hoofdstuk VII ter sprake.

Van de zandmonsters vallen er twee (nos. 16576 en 16590) op door een betrekkelijk laag M-cijfer van 171 resp. 174 met U-cijfers van 67 resp. 65, wat dus overeenkomt met de karakteristieke cijfers voor de duinzanden. Beide monsters zijn uit een betrekkelijk hoog gelegen laag (250—350 resp. 150—225 cm diep) en ofschoon zij niet geheel het type der duinzanden vertoonen, o.a. niet den zeer vlakken voet — zooals ook uit de distributiecurve voor n°. 16576 in fig. 21 en voor n°. 16590 in fig. 24 blijkt — vallen zij toch duidelijk buiten de overige groep en hebben een stuifzand-type, waarop wij in Hoofdstuk V terugkomen.

Een monster (16598) is ook wat fijner en neemt een middenplaats in; de overige 26 monsters hebben een M van 230 tot 365 en een U-cijfer van 32 tot 53. Eenige typen zijn in fig. 21 afgebeeld, terwijl de sommatiecurven in fig. 22 zijn opgenomen. Het gemiddelde met een M-cijfer van 313 werd gebruikt bij de opstelling van hoofdlijn 2 voor matig grof zand. De sommatiecurven verlopen tamelijk steil met een vrij lagen voet; zij sluiten zich in type goed bij de hoofdlijnen 1 en 3 aan.

De in dit Hoofdstuk besproken vier groepen van grondmonsters uit vier verschillende formatie's geven een oriënteerenden indruk van de verschillen in korrelgrootte-verdeeling, die in die verschillende aardlagen kunnen voorkomen. Het spreekt van zelf dat daarmee geen volledig beeld verkregen is en dat geen generalisatie's of algemeene conclusie's mogelijk zijn: pas een veel grooter materiaal uit allerlei streken van ons land zou de juiste verhoudingen bij de zandgronden uit verschillende geologische formatie's leeren kennen.

Voor één gebied, namelijk de Groninger Veenkoloniën, werden een groot aantal monsters uit den ondergrond verzameld en geologisch door Dr. J. F. STEENHUIS gedetermineerd, bij gelegenheid van boringen tot 10 meter (en

¹⁾ Deze boringen werden verricht voor een onderzoek, ingesteld door de Commissie inzake Wateronttrekking aan den Bodem (CoWaBo) in verband met een voorgenomen verandering in de bemaling van den binnenpolder Terheyden en Zwaluwe. De genomen grondmonsters werden door het Bodemkundig Instituut onderzocht, dat ter zake een rapport opstelde.

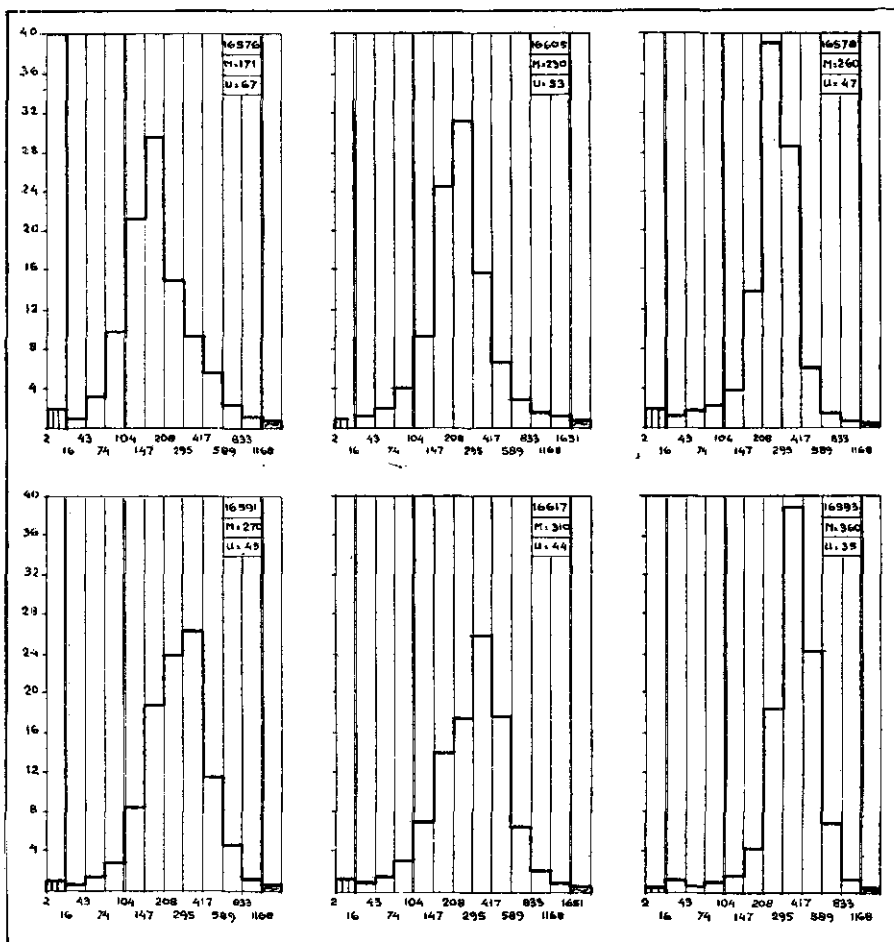


Fig. 21. Zes monsters uit het praeglaciaal ouder dan hoogterras (II 0) bij Wagenberg in de omgeving van Breda (zie Tabel X). Links boven een stuifzandachtig type uit een hooger laag met $M = 171$; overigens matig fijne tot matig grove zanden.

gedeeltelijk tot 20 meter) diepte, die verricht werden voor een onderzoek naar de waterhuishouding in dat gebied. Dit onderzoek wordt besproken in een verhandeling van Dr. S. B. HOOGHOUTD ¹⁾; de verdeling dezer monsters naar U-cijfer vindt men, met die van de bovenbesproken monsters uit tabellen VII—X, in fig. 23 afgebeeld.

Het aantal monsters uit het laagterras II 8 is vrij groot (bijna 900); de groote meerderheid vertoont U-cijfers van omstreeks 70 tot omstreeks

¹⁾ Verschijnt binnenkort in deze Verslagen onder den titel „De bodemgesteldheid in de Veenkoloniën; de doorlatendheid van de watervoerende laag tot maximaal 20 m onder het maaiveld”.

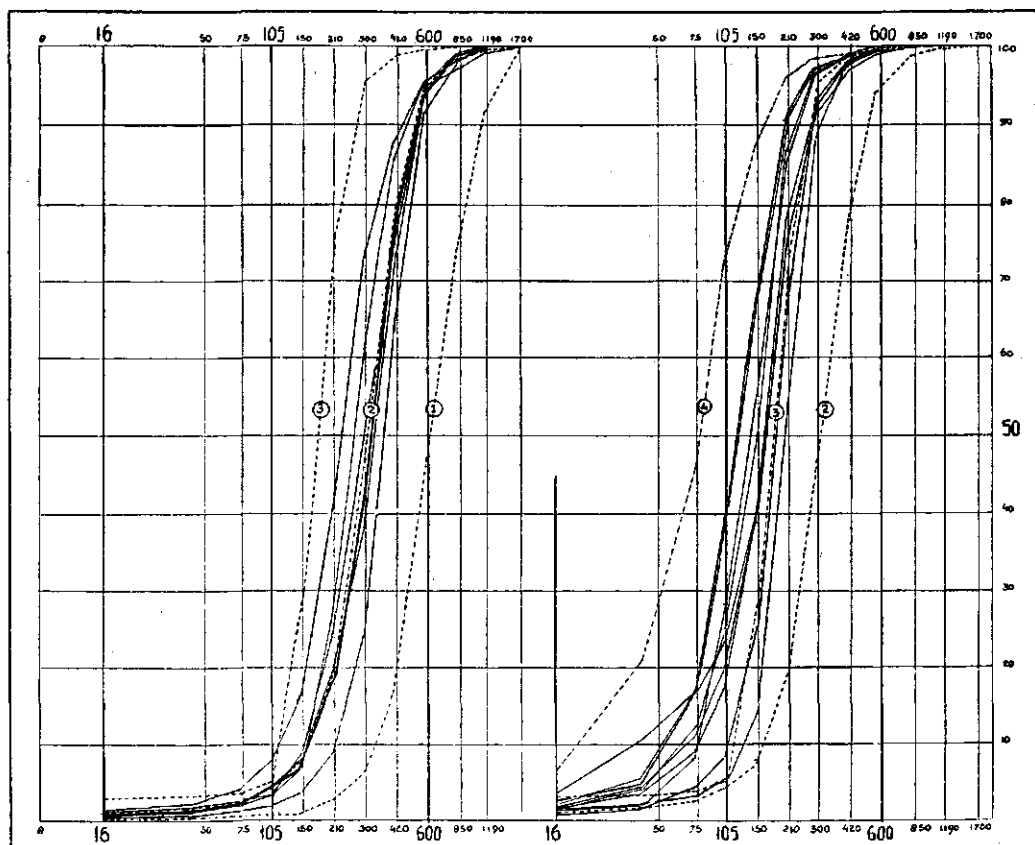


Fig. 22. Links: sommatiecurven voor vijf monsters uit het praeglaciaal II 0 in de omgeving van Wagenberg (zie fig. 21), en het gemiddelde uit tabel X. Rechts voor acht monsters uit het laagterras-zand uit de Groninger Veenkoloniën (fig. 26 en Tabel XIII).

110, overeenkomende met M-cijfers van omstreeks 100 tot 150. Dit zijn dus matig fijne tot middelfijne zanden. Maar er komen in II 8 ook matig grove en uiterst fijne zanden voor.

De betrekkelijk weinige monsters uit het praemorenale fluvioglaciaal II 3' hebben een overeenkomstige korrelgrootte; die uit het fluvioglaciaal II 4 zijn ten deele grover, evenals de beperkte groep uit het hoogterras II 1. Het praeglaciaal ouder dan hoogterras (II 0) ten slotte vertoont in de betrekkelijk kleine groep van 26 monsters vrij uniform een U-cijfer van 30—50 en omvat dus matig grove zanden.

Er is dus wel mogelijkheid dat bij een vollediger overzicht er een verschil in fijnheid tusschen de afzettingen van verschillenden geologischen ouderdom zal blijken te bestaan.

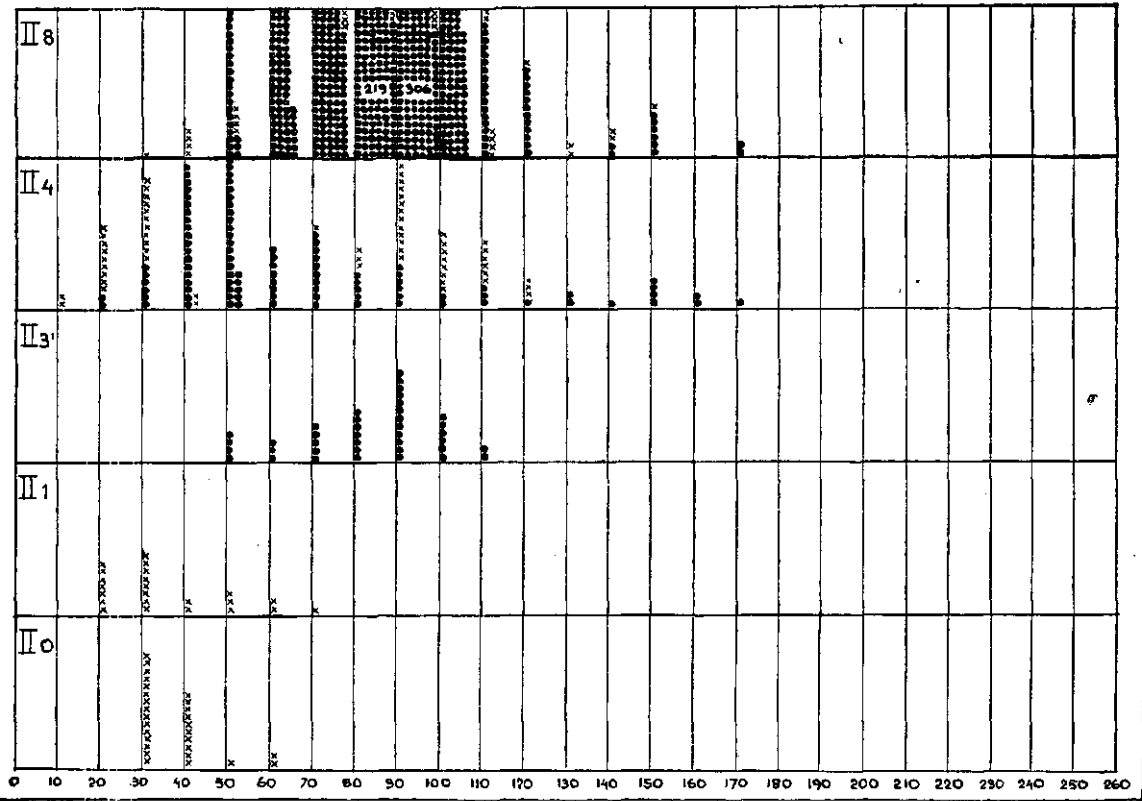


Fig. 23. Korrelgrootte-verdeeling bij zandgronden uit vijf geologische formatie's, naar het U-cijfer. Punten: monsters uit den ondergrond der Groninger Veenkoloniën. Kruisjes: monsters uit Tabellen VII—X, met eenige andere zandmonsters uit het fluvioglaciaal.

HOOFDSTUK V

Verschillende typen zandgrond

Na dit overzicht van zandgronden van verschillenden geologischen ouderdom voeren wij nu een aantal zandgronden van verschillende typen aan.

In de eerste plaats wijzen wij er op dat de in Hoofdstuk I beschreven duinzanden alle tot het typische duinzand behooren; daarnaast komen er in de duinen en bij de geestgronden natuurlijk gronden voor, die met wat veen, slib of met schelpresten vermengd zijn. Deze gronden kunnen als veen- of kleihoudend duinzand gekarakteriseerd en beschreven worden. Slechts enkele voorbeelden daarvan hebben wij in Hoofdstuk I opgenomen (o.a. nos. 211518 en 211520 in Tabel I); vele andere voorbeelden vindt

men in de op blz. 569 genoemde publicatie van KALISVAART. Wanneer men in dergelijke gevallen alleen de zandfractie beschouwt, komt het type van het sterk gesorteerde duinzand steeds duidelijk naar voren.

Iets dergelijks is natuurlijk bij de lössgronden (Hoofdstuk II) het geval; in de publicatie van DECHERING (zie blz. 575) vindt men voorbeelden van menggronden, terwijl in Tabel VI (zie blz. 674) ook enkele gemengde gronden te vinden zijn.

En evenzo b.v. in Tabel IX of Tabel X, waarin zanden voorkomen die met wat, of tamelijk veel, slib gemengd geraakt zijn, of die door veenvorming een hooger humusgehalte gekregen hebben. Al dergelijke gronden kunnen op deze basis beschreven en geclassificeerd worden.

Wij laten dergelijke gemengde gronden nu hier verder buiten beschouwing en beperken ons tot eenige verdere typische groepen zandgrond, om te zien hoe deze zich bij de vorige aansluiten.

Stuifzanden

Allereerst een serie *stuifzanden* van verschillende herkomst, die in Tabel XI zijn bijeengebracht en waarvan fig. 24 er een viertal afbeeldt, terwijl een aantal sommatiecurven in fig. 25 zijn opgenomen. De steile top en de tamelijk lage voet, de vrij rechte hoek beneden aan de sommatie-

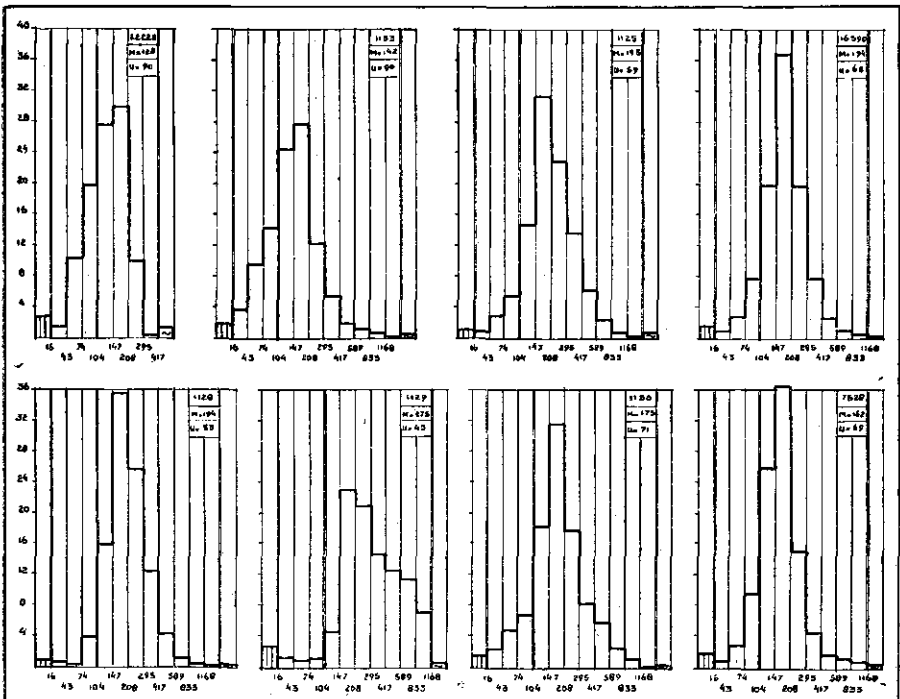


Fig. 24. Distributiecurven voor vier stuifzanden van verschillende herkomst (zie Tabel XI); daaronder vier monsters uit afgestoven terreinen, die ten deele stuifzandkarakter hebben (zie Tabel XII).

curve stempelen sommige (b.v. nos. 1125 en 16590) duidelijk als stuifzanden, zij het minder sterk uitgesorteerd dan de duinzanden; andere nos. 1133 en 22223) zijn van meer gemengden aard, hetzij doordat het fijne er niet zoo volledig uitgeblazen werd, hetzij doordat het verstoven zand met ander zand vermengd raakte.

De drie eerste monsters in de bovenste rij van fig. 25, die uit Tabel XI genomen zijn, waren ter plaatse als recent opgestoven grond te herkennen. Monster 16590 is uit boring II bij Wagenberg, zie Tabel X; deze op $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{4}$ meter diepte gelegen laag was in het profiel niet als stuifzand

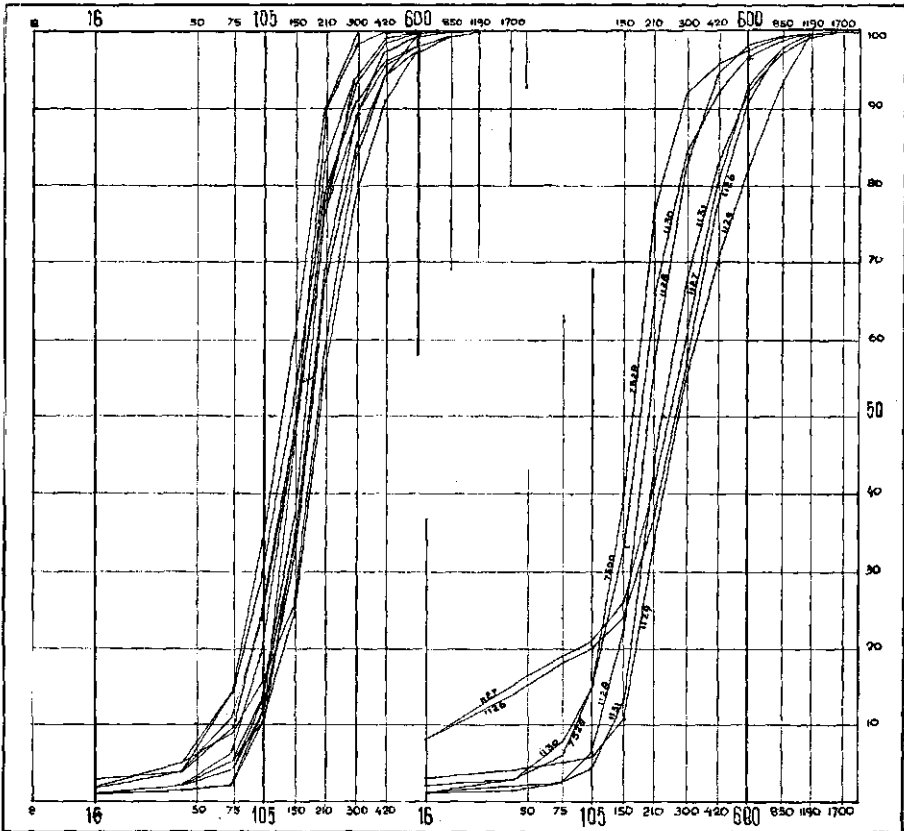


Fig. 25. Sommatiecurven voor stuifzanden uit Tabel XI (links) en voor afgestoven terreinen, benevens overstoven gronden uit Tabel XII (rechts).

herkend, maar kon door de granulaire analyse als zoodanig gekarakteriseerd worden. Zoo kan men menigmaal bepaalde lagen uit de profielopname door laboratoriumonderzoek nader determineren. Ook monster 16576 (zie Tabel X en fig. 21) met een M-cijfer van 171 heeft stuifzandkarakter, al is het niet zoo sterk gesorteerd als de duinzanden.

Met deze door den wind meegevoerde en elders gedeponeerde zanden vergelijkt men nu gaarne de uitgestoven en afgestoven plekken, waar dat

zand vandaan kwam, of den ondergrond, waarop dat zand te rusten kwam. Voor zoover daarvan monsters onderzocht werden, hebben wij die in Tabel XII bijeengebracht; de drie laatste monsters in Tabel XI waren uit opgestoven lagen, die een heipodsolgrond bedekten, dat hier niet verder beschreven wordt ¹⁾).

De door Dr. JAC. VAN DER SPEK in Mei 1922 op plek 1 in het Lierder Bosch (ten Zuiden van Beekbergen) genomen monsters nos. 1126 en 1127 wijken, zooals uit de sommatiecurve in fig. 25 blijkt, duidelijk af van het zand, dat er op gestoven is (n°. 1125 uit tabel XI): de vroegere vegetatie-laag heeft een hooger humusgehalte (2,1 %) en beide lagen hebben een veel hooger gehalte aan afslibbaar (8 resp. $7\frac{1}{2}$ %). De sommatiecurven verlopen in het onderste gedeelte veel schuiner en het is zonder meer duidelijk dat deze gronden met het erop gestoven zand dysgeen (van andere vorming) zijn.

Van de monsters 1128 en 1129 van typische afgestoven plekken, die op andere punten in het Lierder Bosch genomen werden, vertoont het eerste daarentegen de korrelgrootte-verdeeling van stuifzanden (zie fig. 24 en 25). Het is natuurlijk zeer goed mogelijk — en uit de granulaire samenstelling waarschijnlijk — dat dit zand, dat (mogelijk doordat het op een bepaalden afstand boven het grondwater ligt) thans niet afstuift, vroeger als stuifzand ter plaatse is afgezet. Op de andere plek werd een meer gemengd zand (n°. 1129) aangetroffen, met een aanzienlijk hooger M-cijfer.

Zoo heeft ook monster 1130, een afgestoven plek bij Vierhouten, stuifzand-karakter, terwijl de ondergrond (1131) een meer gemengde, grovere zandsort is. Ook de afgestoven plek in het Kootwijker zand (n°. 7528) is zonder twijfel als stuifzand gedeponeed, en zal thans door andere oorzaken (vochtgehalte?) niet meer door den wind opgenomen en vervoerd worden.

Dergelijke monsters komen uiteraard ook in verschillende oudere formatie's voor. Eenige voorbeelden uit de diepboringen bij Wagenberg (Tabel X) noemden wij op blz. 596 en blz. 601. Uit het laagterraszand, dat een belangrijke plaats inneemt in den ondergrond van de Groninger Veenkoloniën en waarvoor de door HOOGHOUT bijeengebrachte gegevens op blz. 597 genoemd werden, hebben wij een aantal monsters uitgezocht die gedeeltelijk in hun samenstelling aan stuifzand doen denken (zie Tabel XIII). De distributiecurven zijn in fig. 26 weergegeven, terwijl de sommatiecurven in fig. 22 zijn afgebeeld. De overeenkomst in samenstelling van de vier monsters in de bovenste rij van fig. 26 met de vorige groep is duidelijk; de onderste rij geeft eenigszins afwijkende monsters met hooger linker voet, die dus minder sterk gesorteerd zijn; monster 19705 heeft zelfs drie vrijwel gelijke subfracties 16—104 mu, en daardoor een duidelijke deuk in de sommatiecurve. Bij de meeste van deze monsters is de linker voet hooger in de wreef dan bij de sterk uitgestoven duinzand-monsters het geval pleegt te zijn.

¹⁾ Het profiel te Peelo, waartoe monster 77735 behoorde, vindt men door P. BRUN beschreven in „Besprekingen over het heidepodsolprofiel” (uitgave Ned. Heidemaatschappij, verkrijgbaar bij het Rijkslandbouwproefstation te Groningen), in tabel IV, op blz. 80.

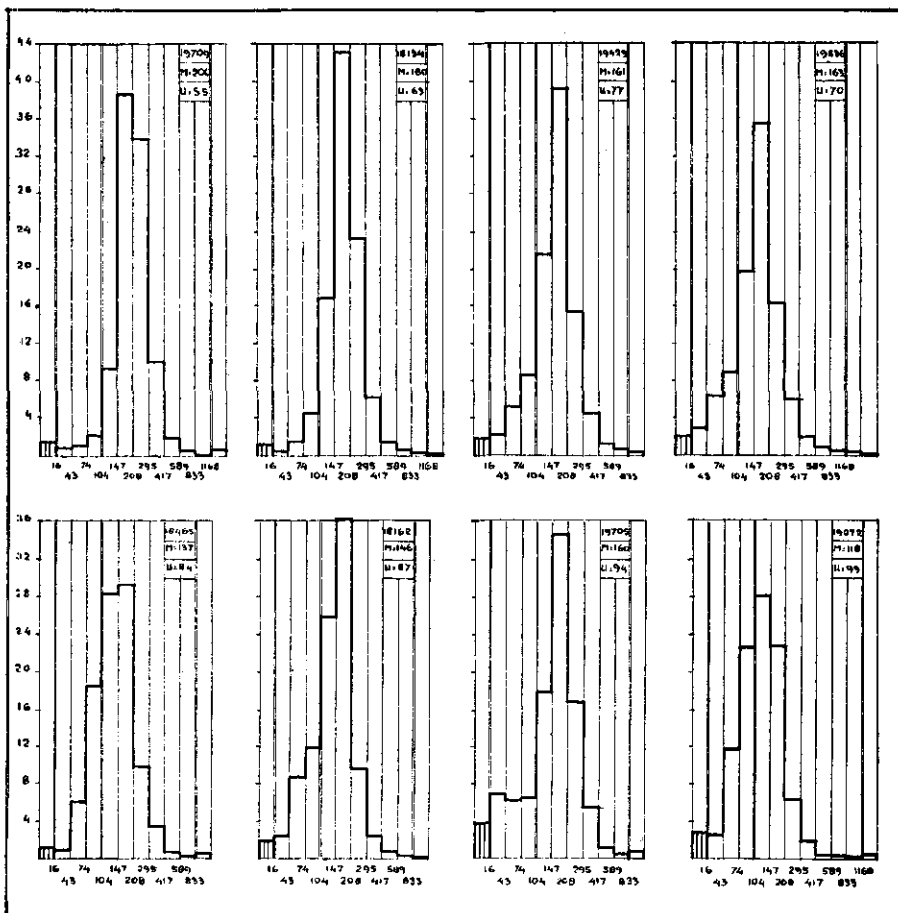


Fig. 26. Acht monsters uit het laagterras in den ondergrond van de Groninger Veenkoloniën; overgang van sterk gesorteerd stuifzandtype (monster 19709) tot monsters met hooger linkervoet en wreef.

Wadzand

Een ander type zandgrond, dat langdurig aan sorteerende krachten onderhevig is geweest, is het zeezand. Als voorbeeld daarvan kan de in Tabel XIV vermelde serie monsters wadzand dienen, die door den Landaanwinningsdienst der Domeinen in den Makkumerwaard genomen werden, voor de kust bij Ferwoud en Workum (groep A) en voor Makkum (groep C).

Aan de hand van de op een schetskaart aangegeven plaatsen van monsternamen werden de monsters in 3 resp. 2 groepen verdeeld, waarbij groep 1 het dichtst bij de kust lag.

Bij de cijfers in Tabel XIV valt allereerst op te merken dat bij het zeven van den luchtdrogen grond grove schelpresten achterbleven, waarvan de hoeveelheid in Tabel XIV afzonderlijk is opgegeven. Het percentage

koolzure kalk is in het gezeefde bepaald; dit loopt van omstreeks 1 % tot 4 % en zal hoofdzakelijk van fijnere schelpresten afkomstig zijn, die de zeef van 1 mm passeerden. Het humusgehalte is bij alle monsters zeer laag (0,2—0,5 %), terwijl 1—10 %, meest 2—6 % afslibbaar aanwezig is. Het zandgehalte is derhalve hoog, 86—98 % en gemiddeld 94 %.

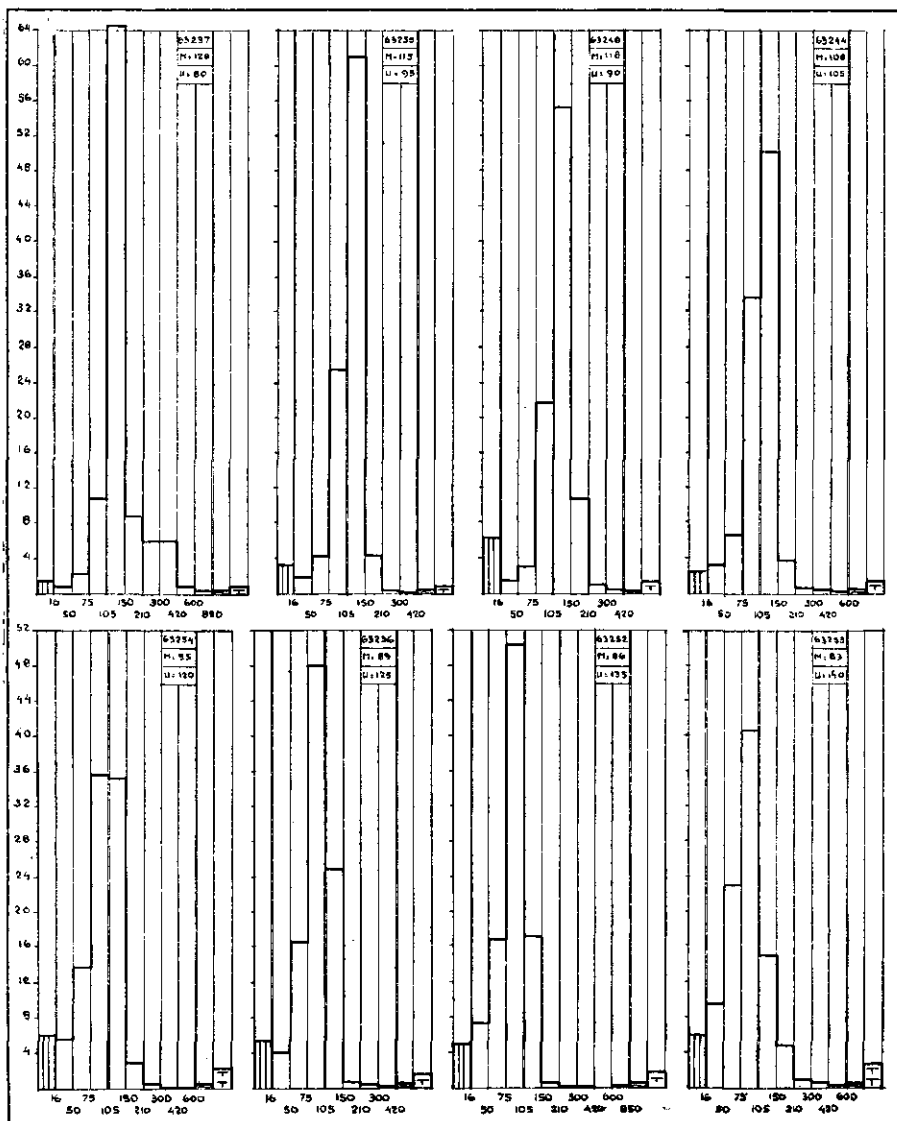


Fig. 27. Distributiecurven voor acht monsters wadzand van den Makkumerwaard. Zeer sterk gesorteerde zanden van een fijner type dan het duinzand (top deels in de subfractie 105—150, deels in die van 75—105; M-cijfer 83—128).

Verder blijkt dat het zand grover, en het gehalte aan afslibbaar kleiner is, naarmate het monster verder uit de kust genomen is; de fijnere deelen worden het verst door het opdringende water meegenomen. Dit is in overeenstemming met wat men bij den zwaarderden, meer slibhoudenden grond van het Groningerwad vindt, waar ook de grovere deelen eerst bezinken en bij de kust het fijnere terecht komt, zooals wij op blz. 626 zullen bespreken.

De distributiecurven in fig. 27 en de sommatiecurven in fig. 28 toonen het beeld van een sterk uitgesorteerd middelfijn zand, met steile curve

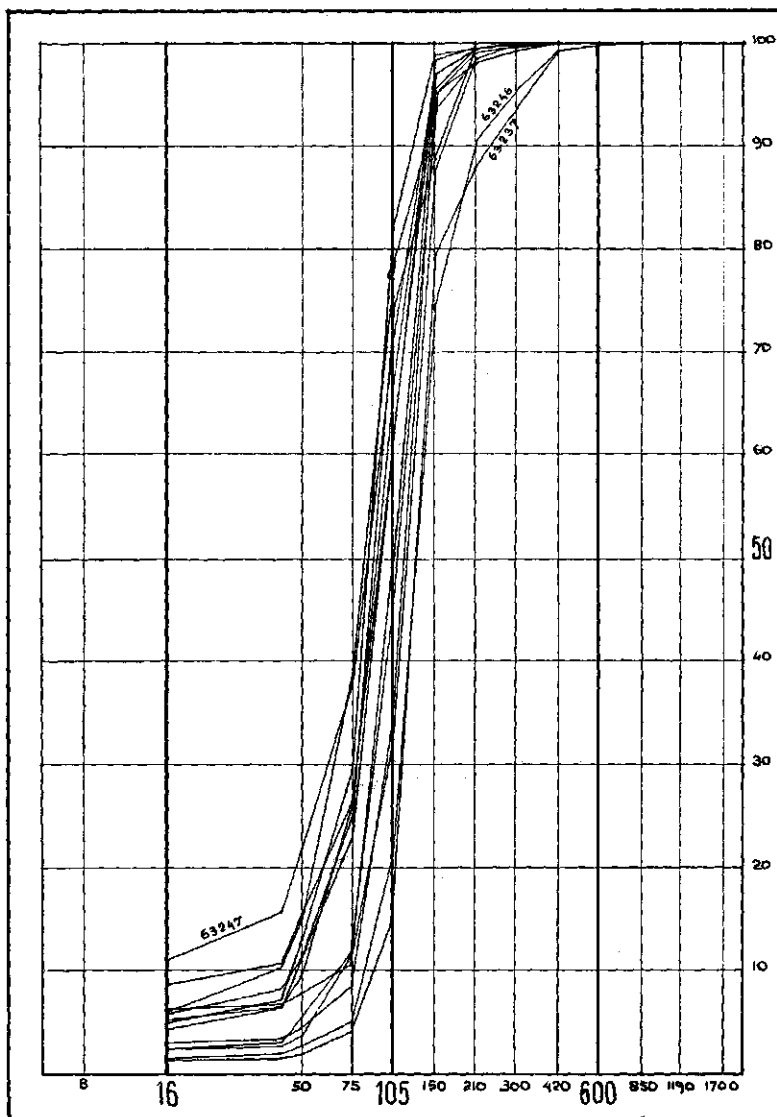


Fig. 28. Sommatiecurven voor de wadzanden uit fig. 27 en Tabel XIV.

en platte voeten (resp. bijna rechte hoeken van de sommatiecurven). Een tweetal monsters (nos. 68237 en 68246) wijkt wat af door een wat hoger gehalte aan de matig grove subfractie's 210—300, terwijl bij verscheidene het fijnste zand niet zoo sterk uitgesorteerd is, en de linkervoet wat hoger is. De groep als geheel is dan ook niet zoo erg uniform. Een der monsters (n°. 68247) bevat wat meer afslibbaar (11 % op minerale deelen) en behoort dus niet tot de eigenlijke zandgronden.

Interessant is, dat dit wadzand met een M van 85 tot 125 veel fijner is dan duinzand met een M van 150—225, gemiddeld 175. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt doordat alleen fijner zand de Zuiderzee binnengebracht is. Hoe het met zand van het Noordzeestrand staat, zal nader onderzocht moeten worden; wij haalden dit voorbeeld aan om den invloed van het transport door de zee en de sorteerende kracht van de branding te toonen, die tot dit type van vrij sterk uitgesorteerd zand leiden.

Zeetijne zanden

Wij brengen nu nog de gegevens voor een aantal zeer fijne zanden bij elkaar, die alle in de rubrieken „uiterst fijn zand”, en „zeer fijn zand”

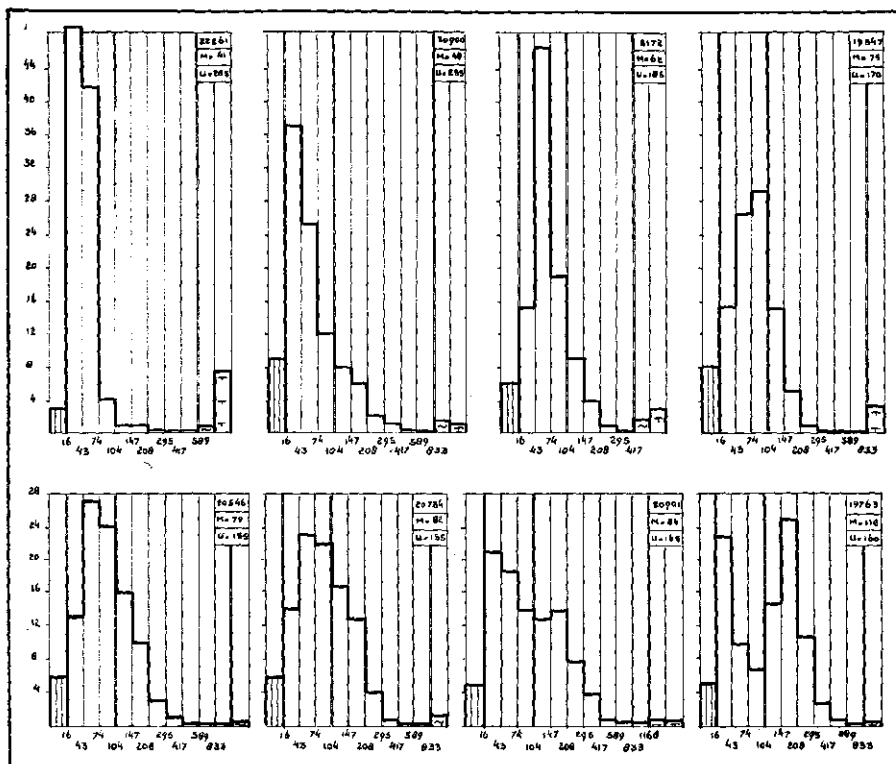


Fig. 29. Distributiecurven voor zeer fijne tot uiterst fijne zanden met U-cijfers boven 150. Links boven twee uiterst fijne zanden met M-cijfers van 41 en 48 en een top in de subfractie 16—43 mu. Rechts onder meer gemengde gronden, waarvan een met duidelijke tweetoppigheid.

van Normaalblad 210 vallen, en waarvoor men de gegevens in Tabel XV vindt. Het U-cijfer ligt steeds boven 150 en komt voor de fijnste zanden — twee speciaal met dit doel onderzochte zanden uit den Noord-Oostpolder — tot 270—285, met een M-cijfer van 44 en 41; een groep van 9 tamelijk uniforme zandmonsters uit den ondergrond van de Veenkoloniën heeft gemiddeld een M-cijfer van 79 met een U van 161, dus ongeveer dezelfde waarden als het fijnste zandmonster uit het laagterras bij Markelo (zie blz. 596 en Tabel IX).

De distributiecurven voor acht van deze monsters vindt men in fig. 29. De twee eerste daarvan geven een beeld van de uiterst fijne zanden met

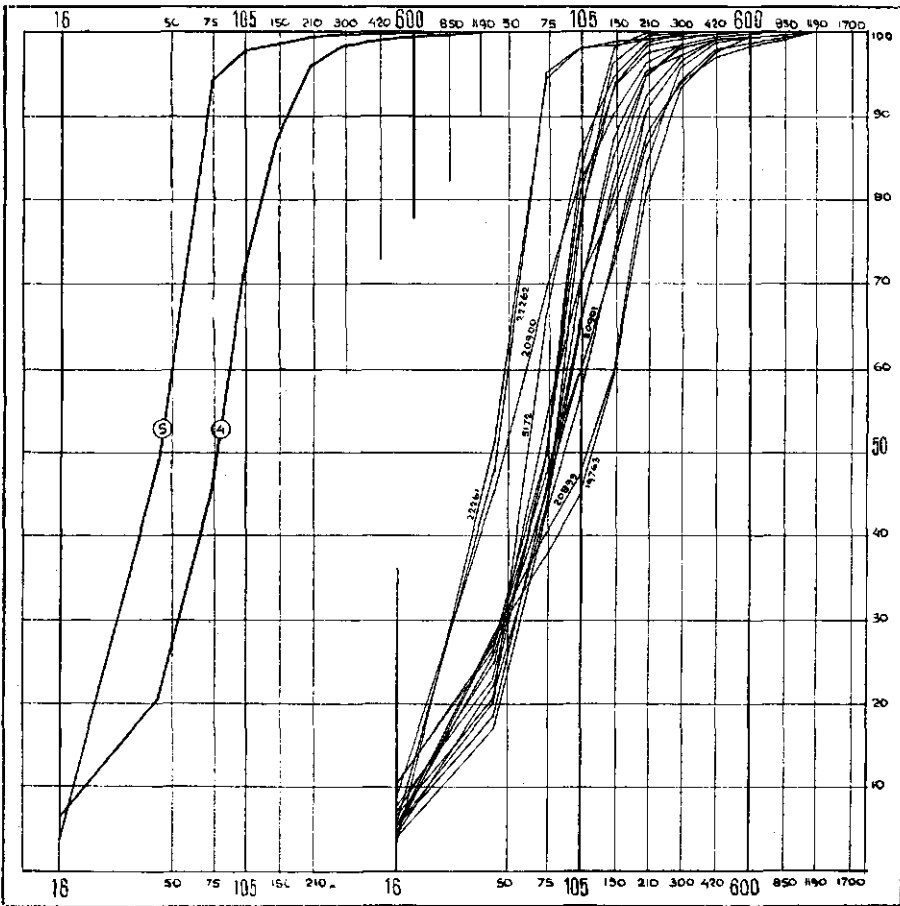


Fig. 30. Links: sommatiecurven voor hoofdtypen 5 (uiterst fijn zand, $M = 42\frac{1}{2}$) en 4 (zeer fijn zand, $M = 80$). Rechts: sommatiecurven voor de fijne zanden uit fig. 29 en Tabel XV. Links uiterst fijne zanden met M-cijfers van 41 en 44 en zeer steil verloop der curven. Groep zeer fijne tot uiterst fijne zanden met gemiddeld M-cijfer van 80 en U-cijfer 160. Rechts minder fijne zanden met hooge U-cijfers en tweetoppigheid (golvende sommatiecurve).

een M-cijfer van 41—48 en een hoogsten top in de subfractie 16—43 μ ; de sommatiecurven liggen geheel links in fig. 30. Dan volgt monster 5172 met een M-cijfer van 62, en vervolgens komen er drie uit de groep met een M van omstreeks 80, die in fig. 30 een duidelijken, tamelijk uniformen bundel vormt. Monster 20901 is een meer gemengd type, waarin allerlei fractie's goed vertegenwoordigd zijn en waarvan het bovendeel der sommatiecurve wat meer naar rechts valt; monster 19763 vertoont, evenals 20899, tweetoppigheid en een duidelijke golving in de sommatiecurve: het U-cijfer is hier hoger dan 150, namelijk 160, door het hooge gehalte aan de fijnste subfractie, maar de M-cijfers zijn niet zoo laag, 113 resp. 118, doordat men hier blijkbaar te doen heeft met een gemengd zand, dat een mengsel is van een uiterst fijn zand met een zand van stuifzandtype.

De groep van negen monsters geeft een gemiddelde lijn, die links in fig. 30 afzonderlijk is afgebeeld, en als hoofdlijn voor dergelijke fijne monsters kan gelden. Daarnaast vindt men de nog iets meer naar links gelegen gemiddelde lijn voor de twee fijnste monsters met een M van $42\frac{1}{2}$.

Zandgronden met breedten vorm

Tegenover de zandgronden, die nog al sterk aan sorteerende krachten onderhevig zijn geweest en een steilen tot zeer steilen vorm van de distributie- en sommatiecurven hebben, staan andere die sterk het type

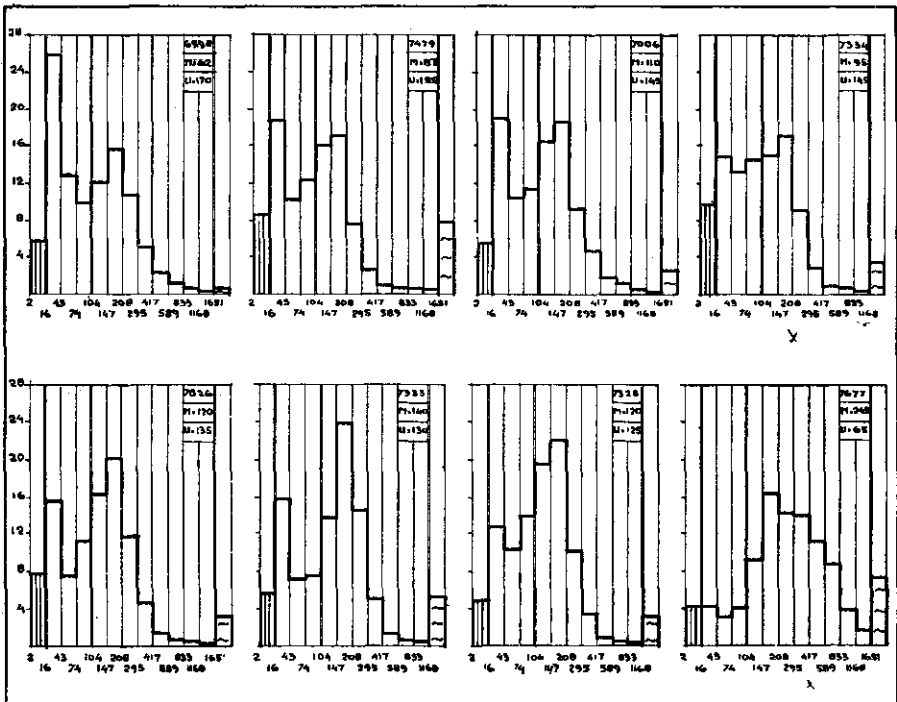


Fig. 31. Zandgronden met breedten vorm van de distributiecurve; meerdere met tweetoppigheid (zie Tabel XVI).

van menggronden vertoont. Wij hebben uit het beschikbare materiaal van verschillende herkomst een twaalfstal monsters bijeengezocht, die alle een breeden vorm van de distributiecurve vertoont. De meeste zijn uit Noord-Brabant afkomstig, een uit de omgeving van Soesterberg. De gegevens voor deze monsters zijn in Tabel XVI opgenomen; fig. 31 toont acht distributiecurven, alle van breeden vorm en meerdere met een voldoende duidelijke tweetoppigheid, terwijl men de sommatiecurven in fig. 32 (links) vindt, waarbij de niet geheel gladde vorm (tweetoppigheid) en het vrij

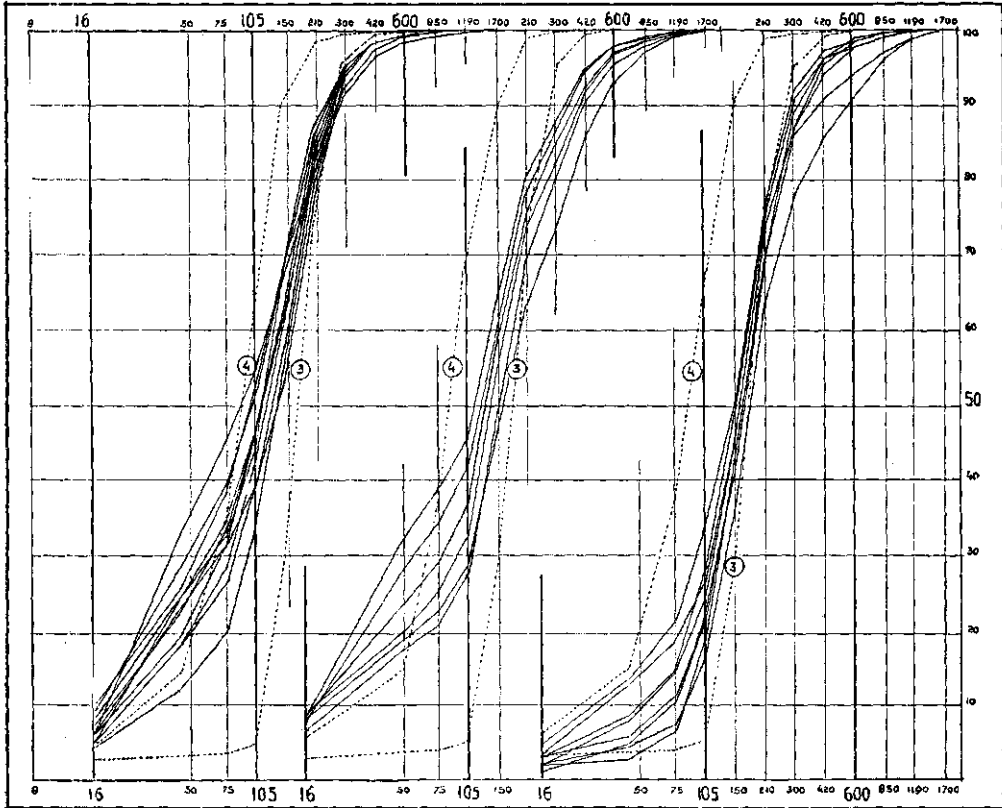


Fig. 32. Links sommatiecurven voor de zandgronden uit fig. 31, met zeer schuine voet in verband met den breeden vorm van de distributiecurve. Midden idem voor zes bouwvoormonsters uit de omgeving van Eersel (N.-Br.), matig tot middelfijne zanden van gemengd type, met behoorlijk gehalte aan humus en afslibbaar, zie fig. 33. Rechts sommatiecurven voor zand uit diverse vloeivelden, zie fig. 34.

hellend, weinig steil verloop van den voet sterk uitkomen, waardoor een duidelijk ander type sommatiecurve ontstaat dan bij de vorige, sterk gesorteerde zandgronden. Deze zandgronden zijn dus weinig gesorteerd en weinig uitgestoven; ook het vrij hooge gehalte aan afslibbaar wijst daarop, en geeft tevens aanwijzingen dat men met afzettingen uit water te doen heeft, waarbij minder sterk sorteerende krachten aan het werk waren.

Mengmonsters uit de bouwvoor

De tot nog toe beschreven zandgronden waren voor een groot gedeelte uit den ondergrond afkomstig, ongeroerd zooals zij bij hun vorming waren afgezet. Daarbij is een vermenging van lagen (zanden van verschillende formatie) natuurlijk niet uitgesloten, omdat de monsters vrijwel steeds van een vrij dikke laag worden genomen, die wellicht niet in eenmaal is afgezet. Echter is dit toch iets anders dan de bouwvoor op akkerland, die door den mensch systematisch dooreengewerkt werd en wordt. Wij geven daarom in Tabel XVII ter aanvulling nog eenige voorbeelden van bovengronden, die een tijd in cultuur en daardoor gemengd zijn; men mag daarbij allerlei samenstellingen verwachten en zal minder karakteristieke beelden krijgen. Fig. 33 toont een zestal bouwvoor-monsters uit een kaarteering in de gemeenten Eersel en Riethoven (N.-Br.). Het humusgehalte is wat hooger dan men bij normale, humusarme ondergrond-zanden pleegt te vinden; de gronden zijn tamelijk slibhoudend en behooren tot het goede type bouwland. Uit het groote materiaal zijn zes typische representanten gekozen; men ziet dat er een zekere eenvormigheid is, met den top steeds in de subfractie 105/150 en een tweede top bij 16/50,

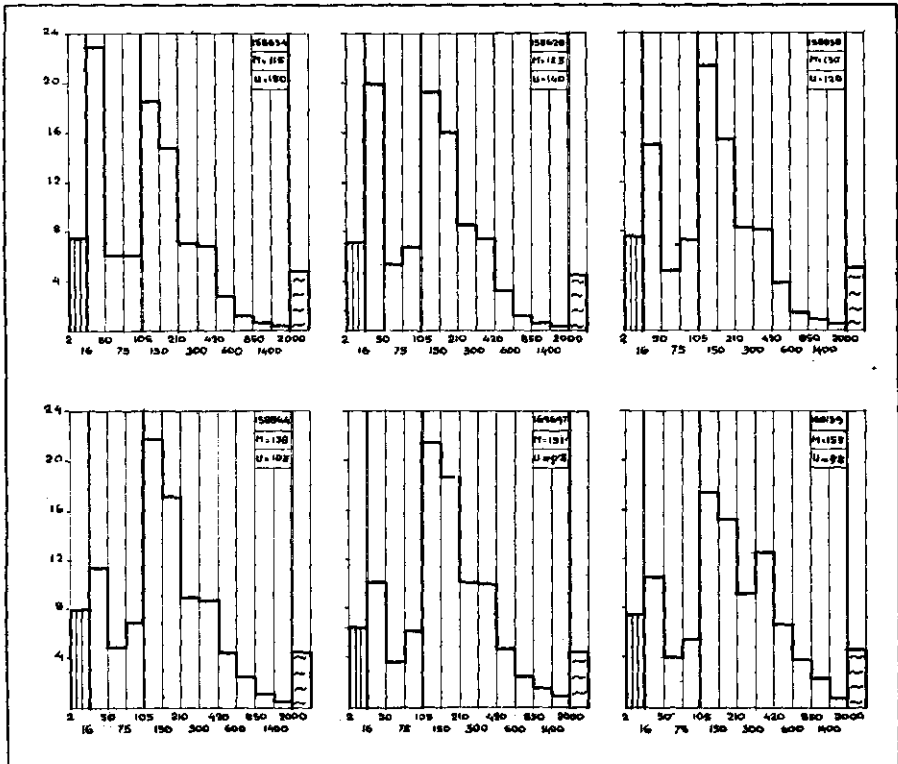


Fig. 33. Zes monsters bouwvoor uit de omgeving van Eersel, zie tabel XVII en fig. 32 midden.

welke laatste natuurlijk duidelijker naar voren treedt dan behoort, omdat de grenzen van deze subfractie ver uit elkaar liggen. Over het geheel zijn het typische mengzanden, waarin alle behalve de grofste subfractie's behoorlijk vertegenwoordigd zijn. Ook uit de sommatiecurven (fig. 32, midden) en uit de U-cijfers blijkt dat men hier met zeer fijne tot middelfijne zanden te maken heeft, waarbij de groote gehalten aan fijn zand door de hooge wreef, met een duidelijke deuk, wordt aangegeven.

Zand van vloeivelden

Als heel ander voorbeeld van een gebruiksgrond geeft fig. 34 de distributiecurven voor acht monsters zand, dat het filterbed vormt bij diverse vloeivelden, gelegen bij Tilburg, Enschede en Wierden, welke monsters in Juni 1933 door Dr. Ir. A. J. Zuur verzameld werden (zie ook Tabel XVIII). Het sterk overeenkomstige type van deze zandgronden,

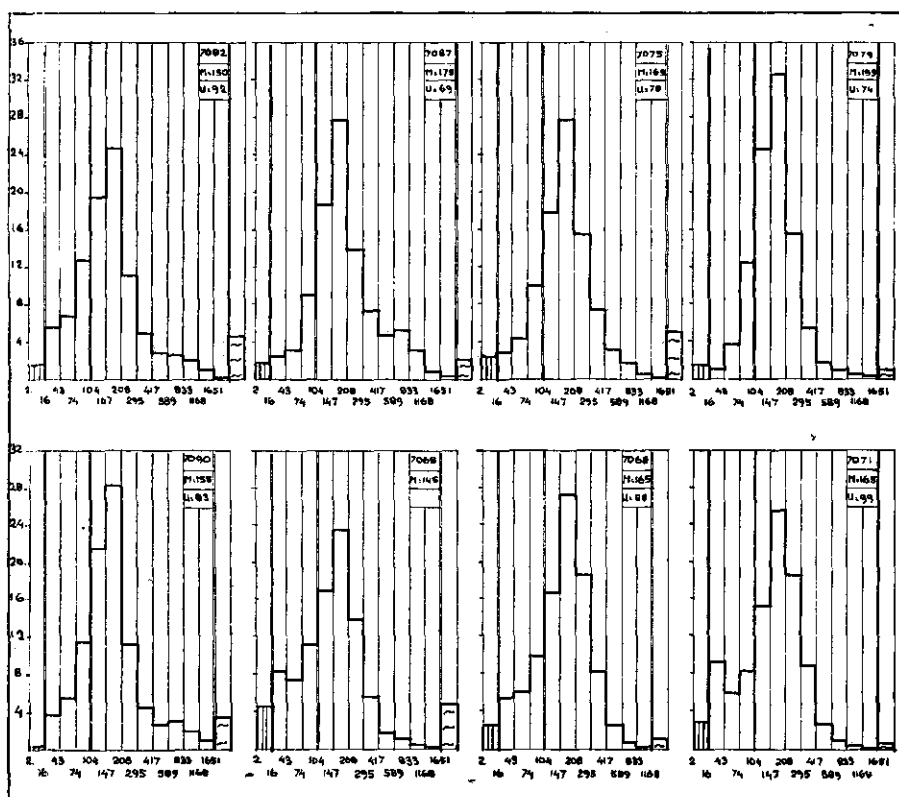


Fig. 34. Zand uit het filterbed van vloeivelden bij Tilburg, Enschede en Wierden (zie de sommatiecurven in fig. 32 rechts en de cijfers in Tabel XVIII).

waarvan de sommatiecurven (fig. 32, rechts) een smalle bundel vormen, springt in het oog: de top ligt bij alle in de subfractie 147—208 mu, het M-cijfer varieert slechts van 145 tot 175, maar het U-cijfer sluit zich

daarbij niet steeds even nauw aan, zooals wij nader in Hoofdstuk X zullen bespreken, en wat uiteraard verband houdt met de verschillen in gehalte aan de fijnere subfractie's 16—43 en 43—74 mu, welke verschillen in fig. 34 duidelijk te zien zijn.

Overzicht der Nederlandsche zandgronden

Ziet men nu het *geheele, veel grotere materiaal* door, dat voor de *Nederlandsche zandgronden* reeds bijeengekomen is, en waarvan in het bovenstaande slechts een serie karakteristieke voorbeelden is getoond, dan valt het op dat dit in het algemeen tamelijk eenvormig is, en steile, spitse distributiefiguren vertoont, benevens steile, bijna reeds parallel aan elkaar verloopende sommatiecurven. Dit mag men als karakteristiek beschouwen voor allochtone gronden, afgezet onder invloed van sterk sorteerende krachten. Een duidelijk verschil tusschen windafzetting en waterafzetting is daarbij niet te constateeren; wellicht zal men dit verschil moeten zoeken niet in de grootste subfractie's (den top) maar in de kleinere subfractie's (de voeten van de distributiecurve). Er zijn ook zandgronden met breede distributiefiguur, soms tweetoppig, ontstaan uit mengsels die niet aan sterk sorteerende krachten onderhevig geweest zijn. Autochtone gronden, waarbij een gelijkmatiger verdeeling over meer subfractie's verwacht mag worden, komen bij onze zandgronden zooals bekend niet voor.

HOOFDSTUK VI

Zavelgronden

De eigenschappen van zavelgronden, en met name de slempigheid en het al of niet stuiven, gaven al vroeg aanleiding tot het bestudeeren der granulaire samenstelling. J. G. MASCHHAUPT wees op de beteekenis van de korrelgrootte-verdeeling in dit verband ¹⁾, en gaf een overzicht van de gegevens, die voor een aantal zavelgronden in Groningen en Friesland verzameld waren ²⁾. Voor die onderzoekingen waren van de granulaire samenstelling slechts bepaald de fractie's 20—50, 50—100, en groter dan 100 mu, te weinig om daarvan in verband met dit samenvattend overzicht gebruik te maken; 31 van de 43 in de laatst genoemde publicatie vermelde „goede lichte zavelgronden” waren echter later volgens de methode KOPECKY onderzocht, en deze cijfers zijn in Tabel XIX vermeld. Van acht van deze monsters is de distributiecurve in fig. 35 afgebeeld; daarbij dient men te bedenken dat alle deeltjes groter dan 100 mu in één fractie tezamen zijn gebracht ³⁾, waarvan de grootte dus niet met de andere te

¹⁾ J. G. MASCHHAUPT, De praktische beteekenis van het mechanisch grond-onderzoek. Landbouwkund. Tijdsch. 38, 57 (1926).

²⁾ Verslag. Landb. Onderzoek. 33, 170 (1928).

³⁾ De monsters werden toentertijd door een zeef van 3 mm gezeefd, om wortel-resten en vreemde bestanddeelen te verwijderen. Ten opzichte van grind en grof zand doet dit verschil met latere methoden (1 mm, sinds Februari 1940 2 mm, overeenkomstig Normaalblad 213, zie ook blz. 647) er praktisch niet toe, aangezien er in de zavelgronden slechts sporen tot hoogstens 0,2 % deeltjes groter dan 250 mu voorkomen.

vergelijken is. Bij vier monsters is deze fractie klein en stoort dit het beeld niet noemenswaard; maar bij de vier overige is dat anders en doet men beter, deze „verzamel fractie” weg te denken.

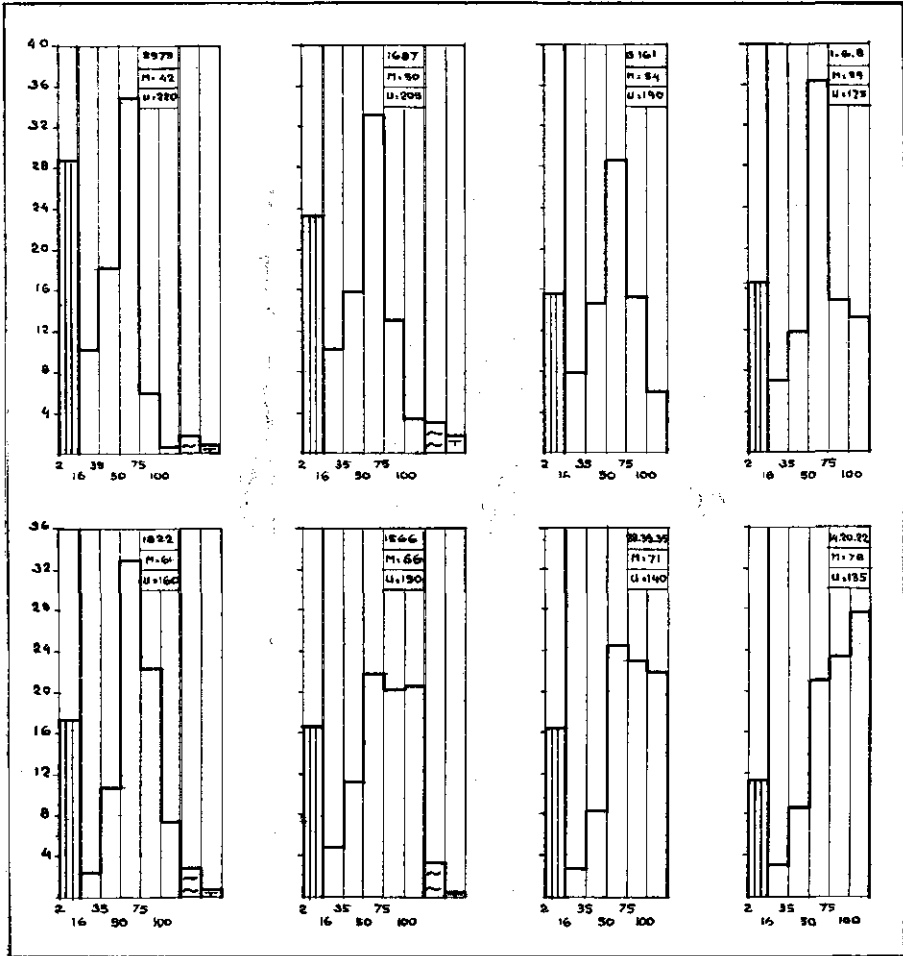


Fig. 35. Acht monsters goede, lichte zavelgrond uit Noordelijk Groningen en Friesland, zie Tabel XIX. De rechter kolom is een verzamel fractie van deeltjes grooter dan 100 m.

In aanvulling op dit materiaal, dat zich tot de goede, lichte zavelgronden beperkt had, geeft Tabel XX een 47-tal monsters zavel uit de Noordelijke provincie's, die in den loop van verdere jaren onderzocht werden. Uit deze en de vorige groep zijn een aantal sommatiecurven in fig. 36 bijeengebracht; men ziet dat deze regelmatige bundels vormen zonder sterk discordante gevallen. De bundels zijn echter te breed om er een

algemeen gemiddelde uit op te maken; het leek beter de zavelgronden daartoe, naar het gehalte aan afslibbare bestanddeelen (kleiner dan 16 mu), in drie groepen te verdeelen, met 10—20, 20—30 resp. 30—40 % afslibbaar (berekend op minerale deelen), waarvoor de namen lichte, middel en

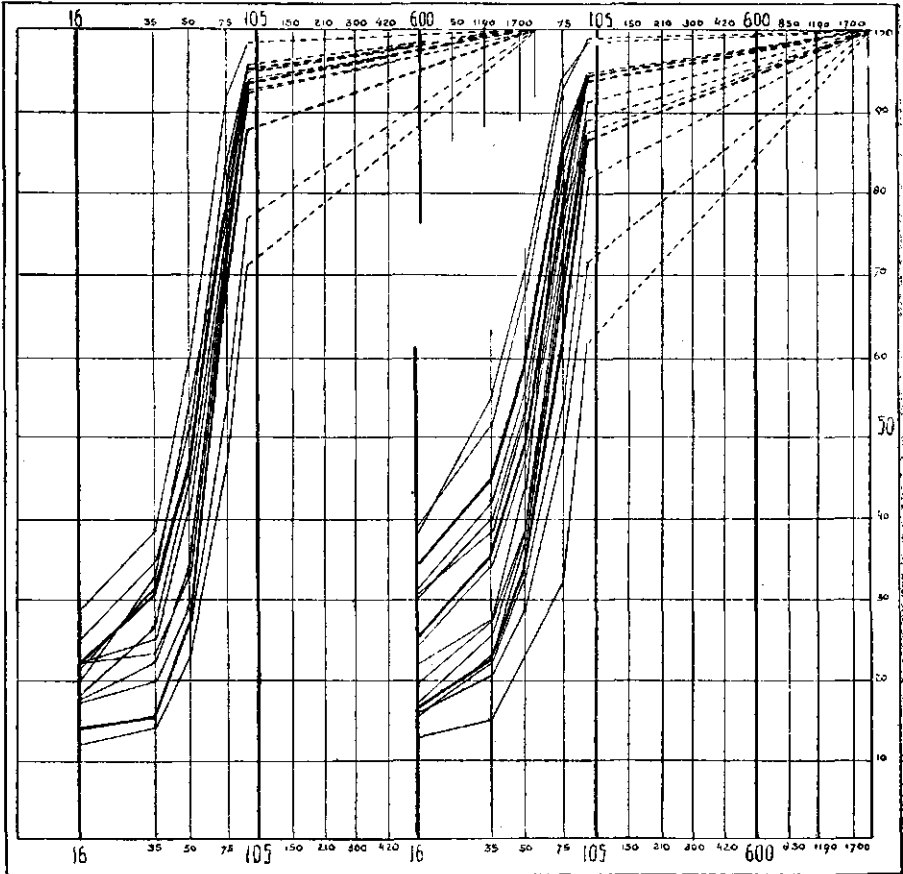


Fig. 36. Sommaticurven voor een aantal monsters zavelgrond uit Tabellen XIX en XX. Links goede lichte zavelgronden uit Groningen en Friesland, met gemiddelden voor de groepen met 10—20 % resp. 20—30 % afslibbaar; rechts zavel van andere herkomst uit deze provincies, met gemiddelden voor drie groepen.

zware zavel gebruikt worden. Monsters met meer dan 40 % afslibbaar vallen volgens de op blz. 659 vermelde classificatie reeds onder de zware klei; bij de als „zavel” ingezonden monsters was er slechts één met 43 % afslibbaar (niet vermeld in Tabel XX), dat vermoedelijk even goed als „klei” aangediend had kunnen worden, terwijl een zeer zandig monster met 8 % afslibbaar, dat als „zavel” was ingezonden, ook niet bij deze groep zavelgronden werd opgenomen.

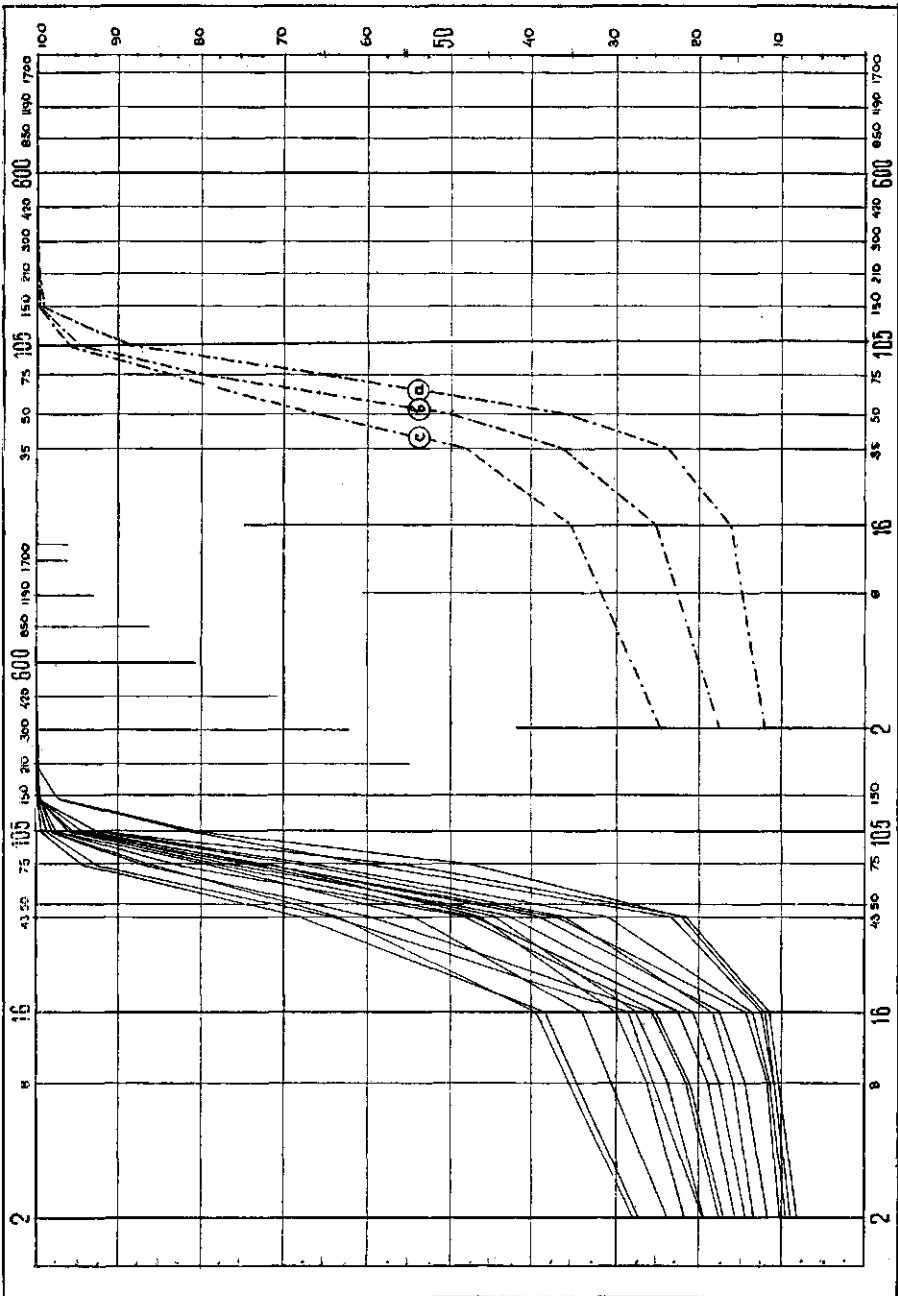


Fig. 37. Links sommatiecurven voor zavelgronden uit de Marne. Rechts algemeene gemiddelden voor de drie groepen van zavelgronden met 10—20, 20—30 resp. 30—40 % afslibbaar.

Wij vermelden ter aanvulling nog de gegevens voor 39 als zavel gekarakteriseerde monsters uit een groep van 77, die in September 1941 door Ir. W. C. VISSER verzameld werden van een negental plekken in Noordelijk Groningen uit gebieden, waarvan de bedijking op zeer verschillende tijdstippen plaats vond. Doel van het onderzoek was om de samenstelling en eigenschappen van deze zavelgronden wat beter te leeren kennen; de gegevens en resultaten zullen bij andere gelegenheid gepubliceerd worden. Hier vermelden wij in Tabel XXI alleen de gegevens voor de granulaire samenstelling van de lagen, die als zavelgrond gekenmerkt werden, en wel wederom naar het slibgehalte in drie groepen ingedeeld. Een aantal van de betreffende sommaticurven zijn in fig. 37 links afgebeeld; ook deze monsters vertoonen een vrij gelijkvormig beeld.

Eenige distributie-curven vindt men in fig. 38; de afslibbare fractie is

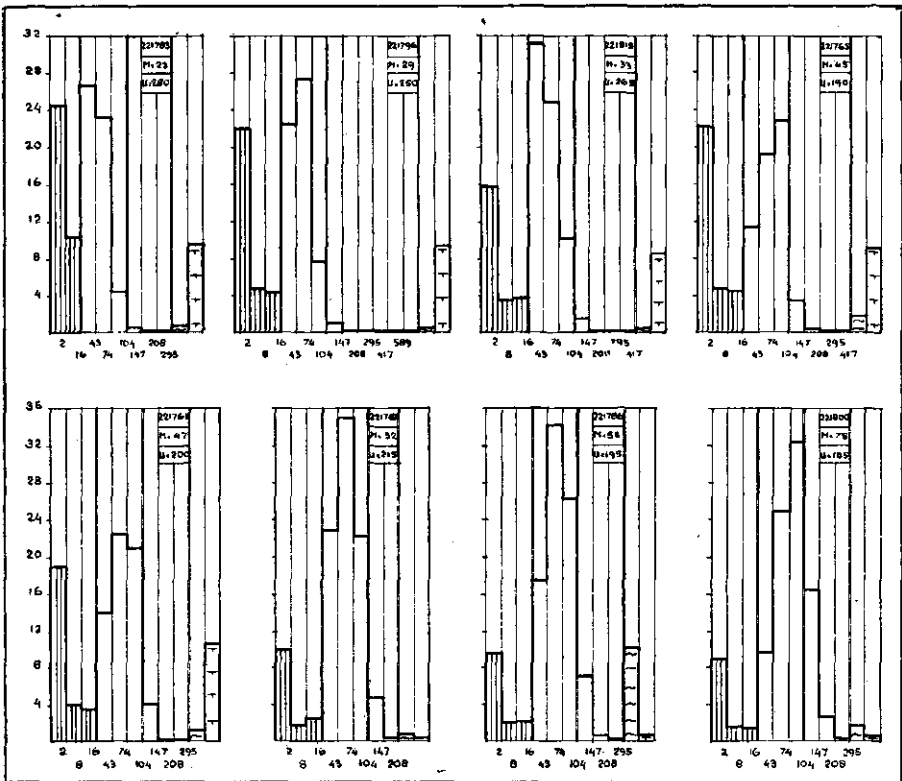


Fig. 38. Acht zavelgronden uit de Marne-streek in Groningen.

bij de meeste in drie subfractie's verdeeld, die een tamelijk regelmatig beeld vertoonen, dat duidelijk afwijkt van dat bij de lössgronden doordat de subfractie's 2—8 en 8—16 nagenoeg gelijk zijn. Gemiddeld voor 32 monsters is de verhouding 5 : 1 : 1, tegen 4 : 1 : 2 bij de lössgronden.

Vatten wij nu deze zavelgronden (Tabellen XIX—XXI) samen en rekenen wij de gemiddelden om op de fractiegrenzen voor Nederlandsche zeven, dan krijgen wij voor 117 monsters, verdeeld in drie groepen, de volgende gemiddelde cijfers:

TABEL B

Gehalte aan afslibbaar op minerale deelen	Aantal monsters	Subfracties in procenten op minerale deelen										M	U ₁₆
		0-2	2-16	16-35	16-50	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	300-420		
10—20	44	12,1	4,2	7,3	11,9	29,4	23,8	10,3	0,8	0,1	0,1	60	172
20—30	56	17,5	7,6	11,1	13,9	29,6	15,0	5,0	0,1	0,1	0,1	50	201
30—40	17	24,6	10,9	12,4	13,7	21,7	12,4	4,0	0,1	0,1	0,1	37	217
	117												

De sommatiecurven voor deze gemiddelden vindt men in fig. 37 rechts afgebeeld. Zij vormen een gelijkvormig stel, dat als hoofdlijnen a—c voor de drie groepen zavelgronden gebruikt kan worden.

HOOFDSTUK VII

Zware gronden

Het aantal kleigronden in Nederland, waarbij de granulaire samenstelling voldoende volledig en in voldoende detail bepaald werd, is nog niet groot genoeg om daarop samenvattende beschouwingen en indeelingen te baseeren. Dit komt ten deele doordat de afslibbare fractie (deeltjes kleiner dan 16 μ) vaak slechts in zijn geheel bepaald werd, en er geen cijfers voor de subfractie's daarvan bekend zijn; voorts werd bij vele monsters alleen maar de methode КОРЕСЬКУ toegepast. Door een en ander zijn dan de sommatiecurven te kort en niet karakteristiek genoeg ¹⁾.

Wij geven dan ook in deze verhandeling geen overzicht en voorloopige indeeling van de zware gronden, en volstaan er mede om eenige voorbeelden te noemen, ten einde het algemeene beeld der granulaire samenstelling van Nederlandsche gronden daarmee af te ronden.

Van de *rivierkleigronden* geeft fig. 39 in de bovenste rij een viertal distributiecurven, namelijk van een zware klei bij Valkenburg (Z.H.), een

¹⁾ Gepubliceerd werden reeds vroeger gegevens over rivierkleigronden, onderzocht volgens de toenmaals gebruikelijke splitsing in vijf fractie's, door D. J. HISSINK, „Rivierkleigronden”, Verslag. Landb. Onderzoek. 31, 322, 1926. Over de granulaire samenstelling van een 120-tal monsters van zware gronden op het eiland IJsselmonde, zie J. G. MASCHHAUPT, „De cultuurgronden op IJsselmonde”, Verslag. Landb. Onderzoek. 39 A, 492 en 510, 1933.

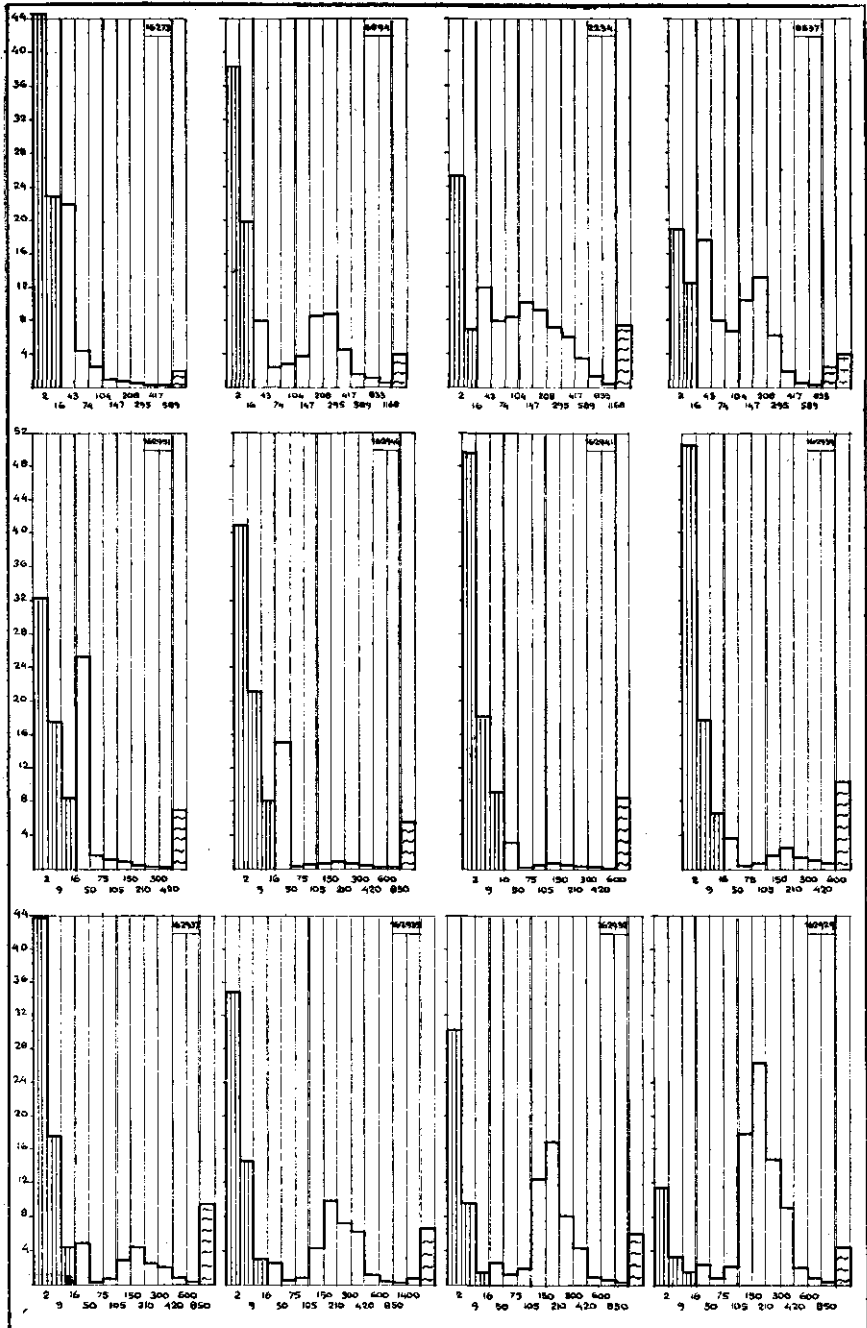


Fig. 39. Rivierkleigronden. Bovenste rij: typen van verschillende herkomst (Valkenburg Z.-H., Etten, Zoelen, Veessen). Onderste twee rijen: monsters uit een raai in den Huizenbeemd, van de Maas tot bij Oss.

tamelijk zware, meer gemengde rivierklei uit de omgeving van Etten (Achterhoek), een tamelijk zandige rivierklei uit de Betuwe en een nog iets zandiger IJsselklei uit de buurt van Veessen. De gegevens vindt men in Tabel XXII. Zooals men ziet, loopt de korrelgrootte-verdeeling van de zandfractie sterk uiteen; monster 6894 van het proefveld bij Poedt te Etten geeft een mooi voorbeeld van tweetoppigheid, waarbij ook de sommatiecurve (zie fig. 40) een duidelijk bochtig verloop toont.

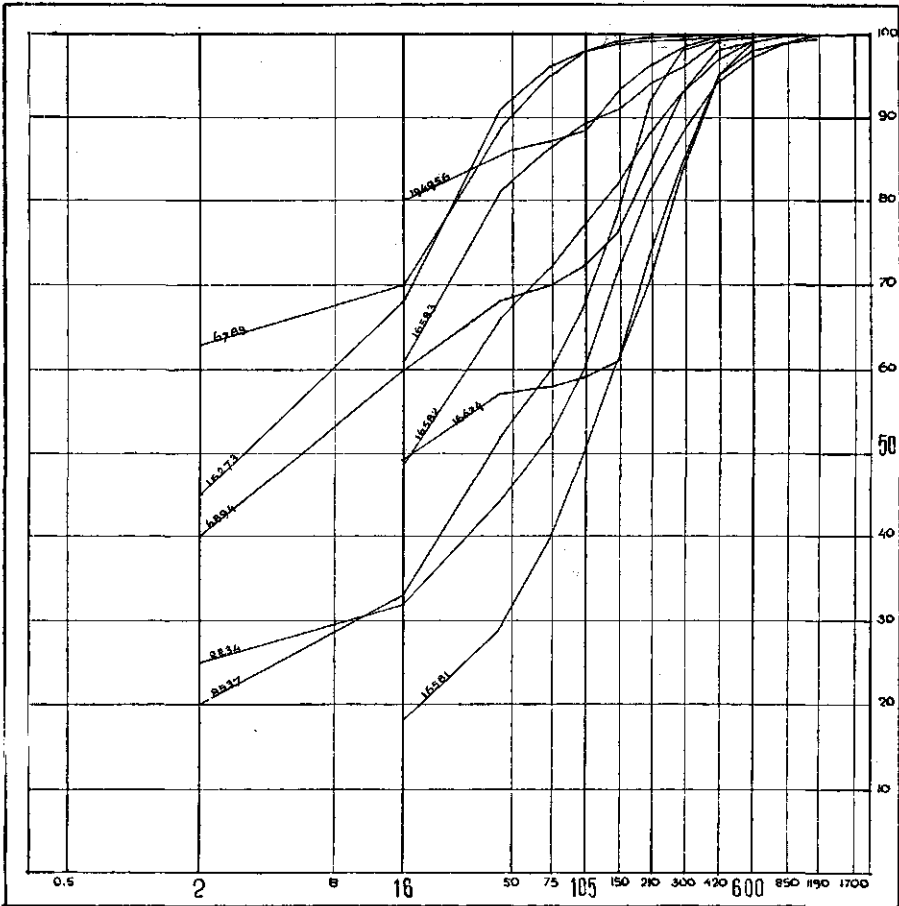


Fig. 40. Sommatiecurven voor vier monsters rivierklei (zie Tabel XXII en fig. 39), voor vier monsters zwaren grond uit Tabel X en voor twee verdere uit fig. 43.

De andere acht monsters in fig. 39 zijn afkomstig van één raai dwars over den Huizenbeemd bij Oss (N.-Br.), in het stroomgebied van den voormaligen Beerschen overlaat. Het eerste monster (n^o. 162951) is genomen dicht bij den oeverwal van de Maas, en bevat een tamelijke hoeveelheid fijn zand; het zandgehalte neemt vervolgens af naar mate men verder van de rivier komt, tot ongeveer in het midden van het vroegere

overstromingsgebied, waar de grond bijna geen zand meer bevat en waar bijna alleen slib bezonken is (monster 162941). De daarop volgende monsters vertoonen een toenemend gehalte aan diluviaal zand, tot het laatste zich nauw aansluit bij het hooger gelegen zand in de omgeving van Oss. Deze serie distributiecuren geeft dus een zeer sprekend beeld van het bekende, voor dit overstromingsgebied karakteristieke verloop in de zwaarte van den grond en toont voorts de wijze, waarop deze gronden gevormd zijn door verschillende menging van rivierzand resp. diluviaal zand met rivierslib; een mooi voorbeeld van een „catena” onder Nederlandsche omstandigheden, en tevens een voorbeeld van menging van klei met zand van verschillende herkomst en karakter, die aan de korrelgrootteverdeling duidelijk vast te stellen zijn.

Een beeld van verschillende *zeekleigronden* krijgt men uit fig. 41, waarvoor de gegevens in tabel XXII vermeld zijn.

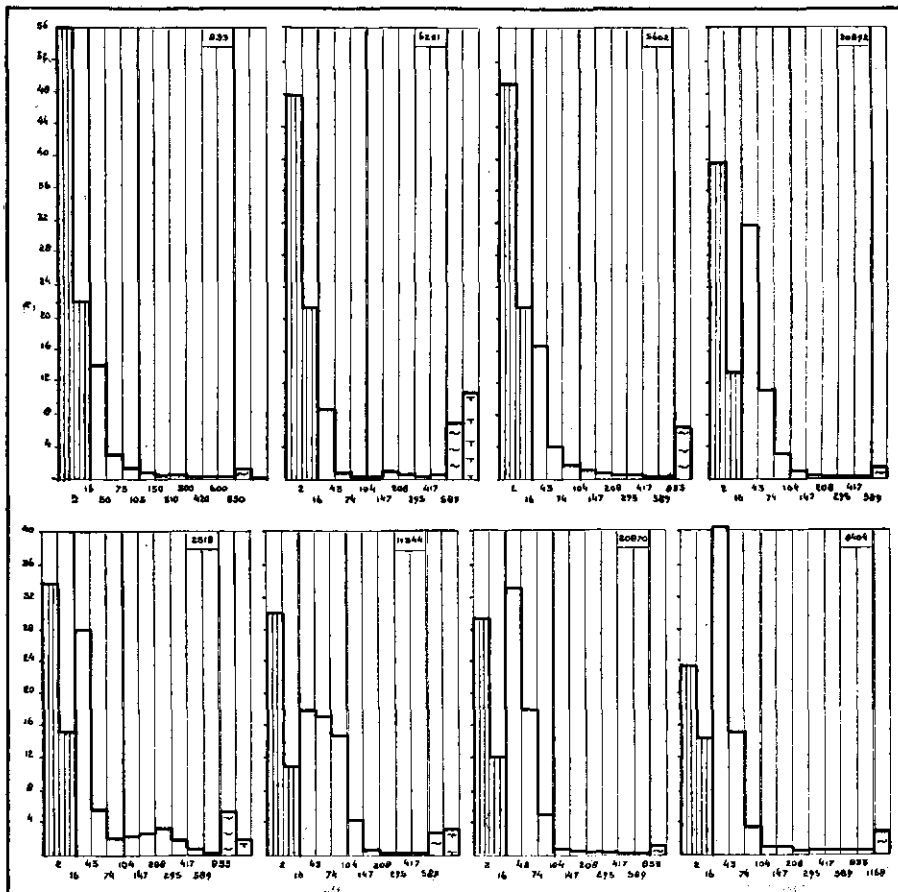


Fig. 41. Acht voorbeelden van zeekleigronden van verschillende zwaarte, zie Tabel XXII, op blz. 700.

Terwijl bij het afslibbaar gedeelte de deeltjes kleiner dan 2 mu steeds het grootste deel uitmaken, meestal twee derden of meer, is in de zandfractie de fijnste subfractie, 16—43 mu, steeds het sterkst vertegenwoordigd; maar overigens is de korrelgrootte-verdeeling van het zand nogal eens verschillend, al naar den aard van het materiaal, dat met het slib bezonk of daarmee later vermengd raakte.

De sommatiecurven voor deze acht monsters zijn in fig. 42 afgebeeld,

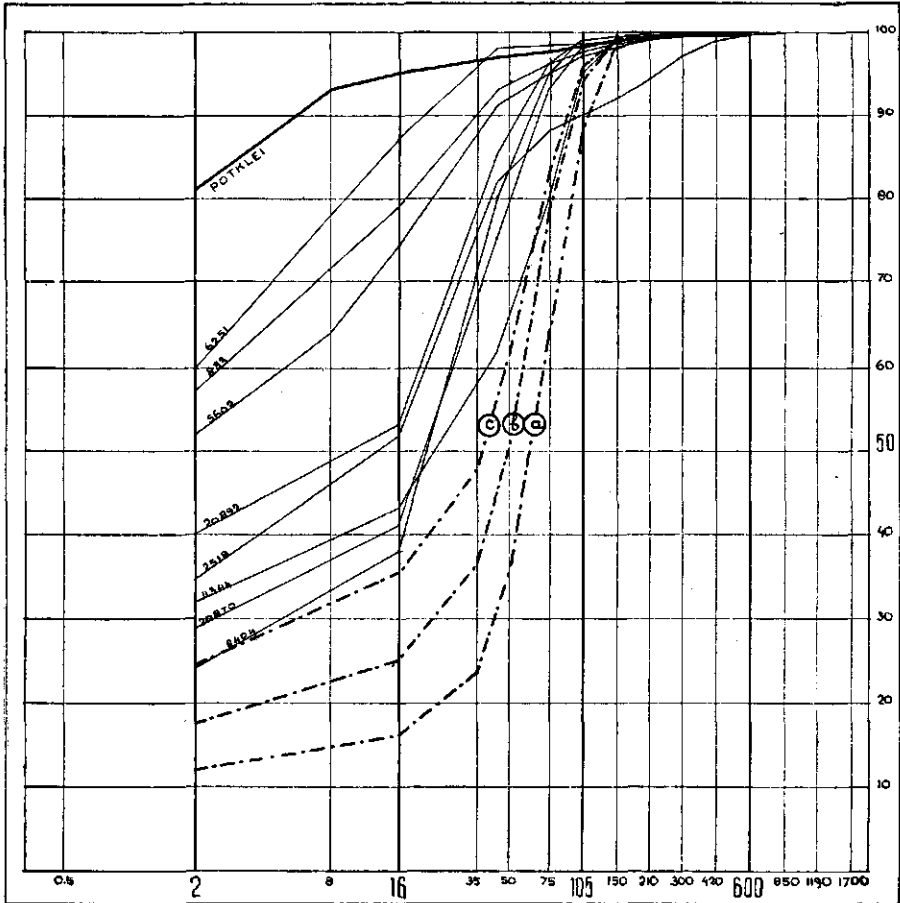


Fig. 42. Sommatiecurven voor het gemiddelde van zes monsters potklei (zie Tabel XXII en fig. 43), en voor acht zware gronden uit fig. 41.

tezamen met eenige andere. Men ziet dat zij het gebied links van de zavelgronden aardig vullen, terwijl de vorm soms regelmatig en glad, maar soms ook — bij de gronden met meer gemengd karakter — onregelmatig en bochtig is.

Als voorbeeld van een speciaal type geven wij in fig. 43 (bovenste rij)

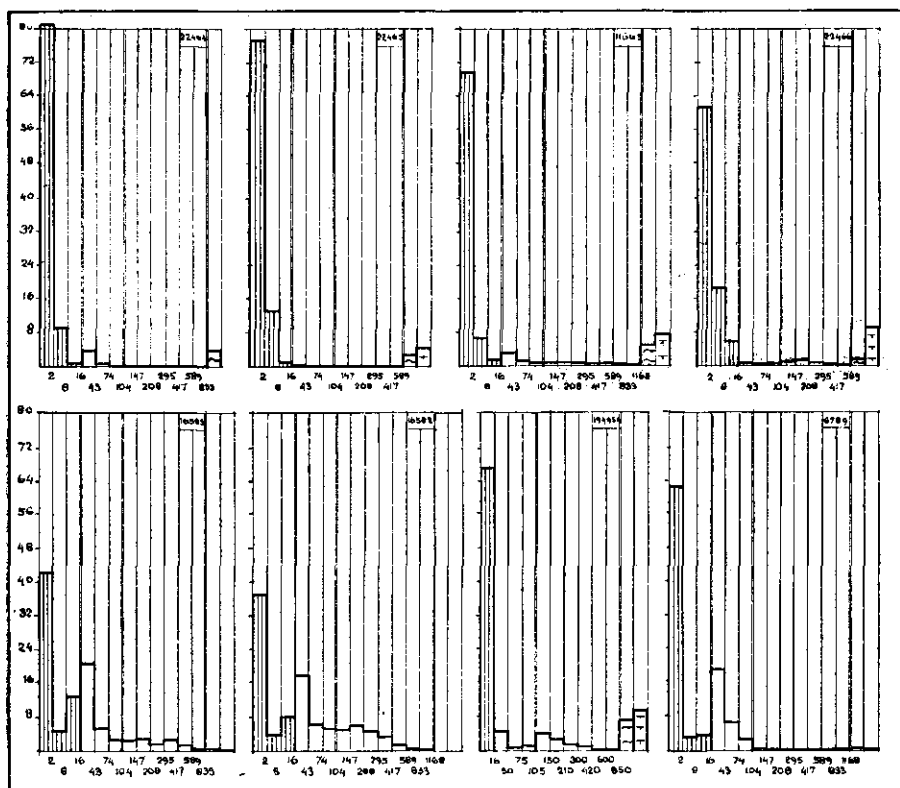


Fig. 43. Boven: vier monsters *potklei*, zie Tabel XXII en fig. 42. Onder: kleigronden van verschillende herkomst, namelijk twee uit diepboringen in het praeglaciaal II 0 bij Wagenberg (zie Tabel XXII), een uit den Sloterdijkmeerpolder en een verweeringsgrond van het krijt op den Ubachsberg (L.), zie Tabel XXII en fig. 40.

een viertal monsters *potklei*, een oudere afzetting die hier en daar in den ondergrond in het Groninger kleigebied voorkomt en tot de zwaarste in ons land aangetroffen gronden behoort. Zes monsters van dit type gaven de in Tabel XXII vermelde cijfers, met een gemiddeld gehalte aan afslibbaar van 87 %, terwijl dit op minerale deelen berekend 95 % wordt. De gemiddelde sommatiecurve voor dit type vindt men in fig. 42 als hoogste in den linker hoek; deze zal ons verder dienen als voorloopig type voor een bijzonder zwaren Nederlandschen grond.

Fig. 43 bevat verder nog vier distributiecurven voor kleigronden van anderen aard. Twee zijn uit de in Hoofdstuk IV beschreven boringen in het praeglaciaal II 0 bij Wagenberg (Breda), waarvoor men de cijfers in Tabel X vindt en die met 49 resp. 60 % afslibbaar op minerale deelen mede tot de zeer zware gronden in ons land behooren. De sommatiecurven, die in fig. 40 zijn afgebeeld, vertoonen bij drie van deze monsters een regelmatig verloop, maar men leert er bij de verrichte, beperkte analyse

(geen subfractie's bij het afslibbaar gedeelte) slechts een deel van kennen, dat niet eens tot het beneden 16 mu te verwachten buigpunt reikt.

Als derde voorbeeld is in fig. 43 onderaan opgenomen een kleigrond uit den ondergrond van den Sloterdijkmeerpolder bij Amsterdam (n°. 194956), met 80 % afslibbaar op minerale deelen en slechts 20 % zand, dus een bijzondere zware klei, waarvan de bochtig verloopende sommatiecurve in fig. 40 is afgebeeld.

De vierde curve (n°. 6789) is van een verweeringsgrond, gelegen op het krijt van den Ubachsberg in Zuid-Limburg, met 69 % afslibbaar en 30 % zand, naast een weinig ($\frac{1}{2}$ %) humus, en een spoor koolzure kalk. Een zeer zware grond dus, met een bijzonder groote subfractie 0—2 mu en weinig van de subfractie's 2—8 en 8—16, wat aan de korrelverdeeling een eigen type geeft. De sommatiecurve is in fig. 40 opgenomen en heeft geen zeer vloeiend verloop, waaruit eveneens de gemengde aard van dezen grond blijkt.

Wij vermelden in Tabel XXII verder nog de cijfers voor acht klei-

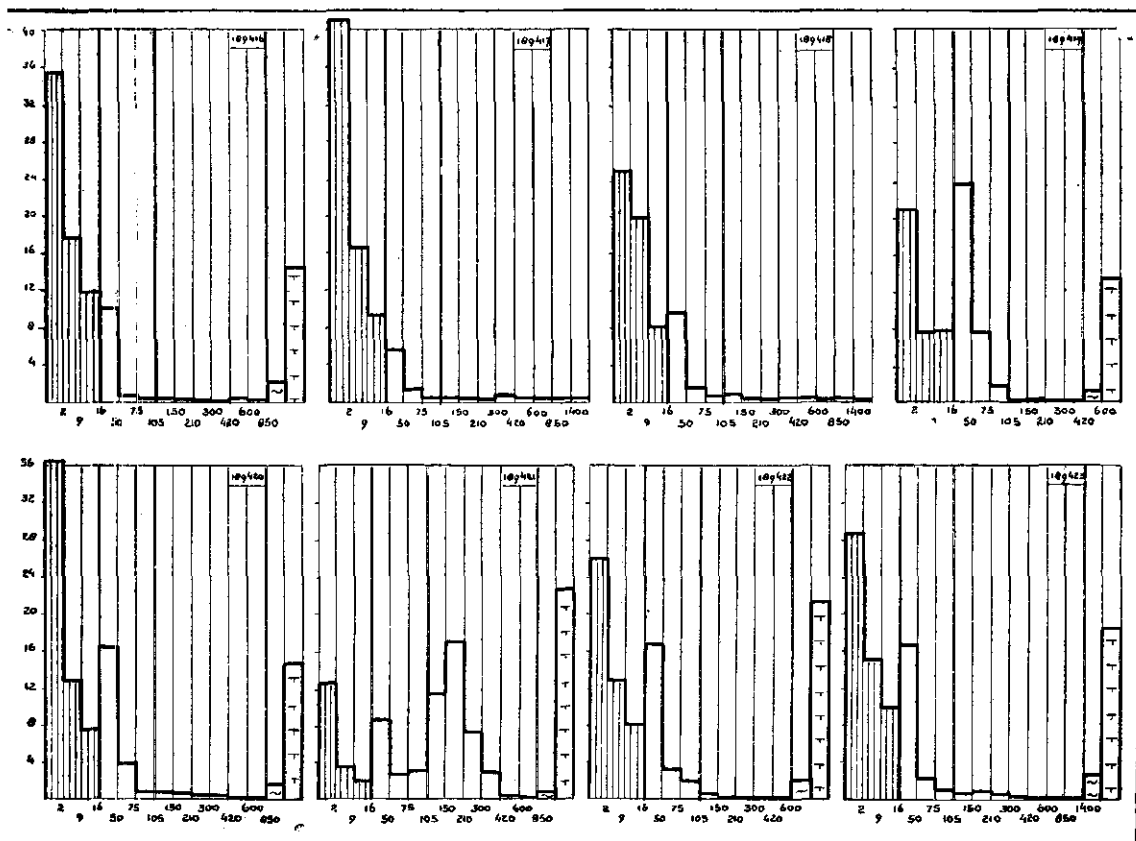


Fig. 44. Distributiecurven voor acht monsters kleigrond uit de Eemlagen (formatie II 8').

monsters uit de Eemlagen, de geologische formatie II 8' die in sommige deelen van ons land in den ondergrond voorkomt en, behalve zanden, ook zware kleigronden vertoont. Deze monsters zijn uit de collectie van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, dat ons deze voorbeelden voor onderzoek ter beschikking stelde. De distributiecurven vindt men in fig. 44, terwijl fig. 45 de sommatiecurven voor deze groep afbeeldt. Eén der

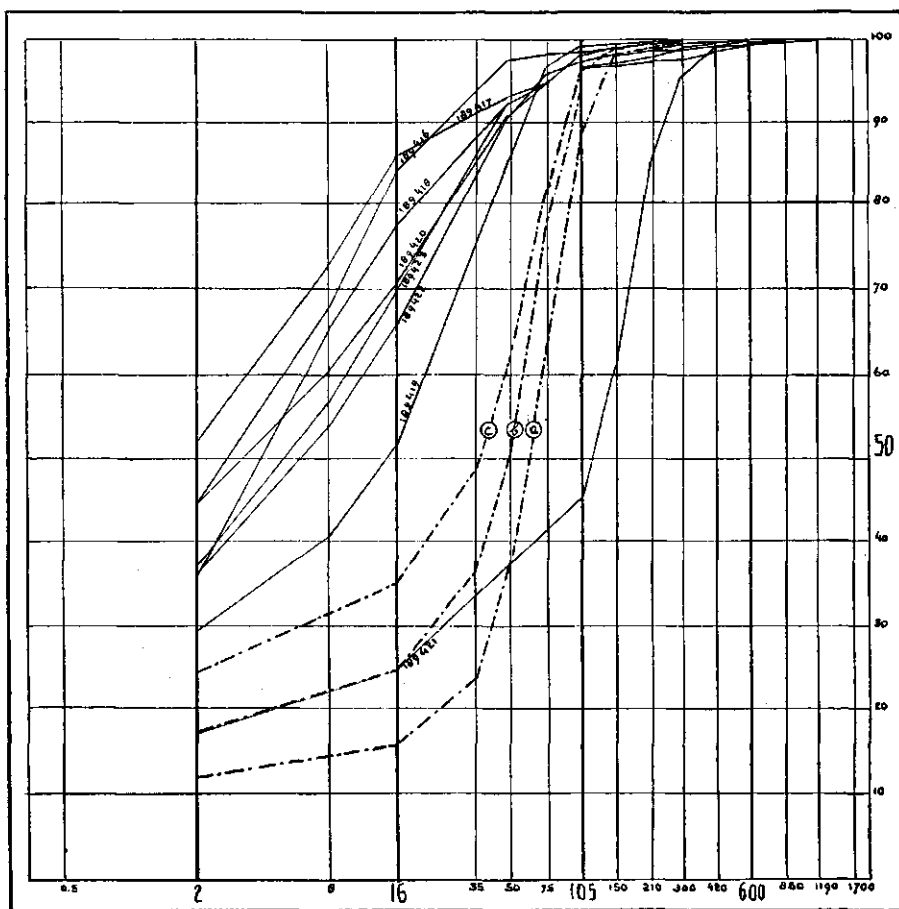


Fig. 45. Sommatiecurven voor de acht monsters uit fig. 44.

monsters (189421) is sterk zandig met slechts 25 % afslibbaar; deze grond is aanmerkelijk zandiger dan zavelgronden met overeenkomstig gehalte aan afslibbaar (M-cijfer omstreeks 120 tegen omstreeks 50 bij zavel met 25 % afslibbaar). De overige gronden zijn zware tot zeer zware kleigronden, met een gehalte aan afslibbaar tot in de 80 %. De verdeeling van de subfractie's van het slib is bij zeven monsters zeer regelmatig en gemiddeld 4 : 2 : 1; bij n°. 189419 is de verhouding ongeveer 4 : 1½ : 1½. Het

type van de zandfractie is ook bij de meeste (zeven) monsters vrijwel hetzelfde, namelijk een uiterst fijn zand; het wijkt alleen af bij het boven reeds genoemde zeer zandige monster 189421, waar blijkbaar het slib of de Bemklei met zand van een andere formatie is vermengd geraakt. In de sommatiecurven (zie fig. 45) vindt men dit alles nog op andere wijze geïllustreerd.

Uit de in het voorgaande besproken zware gronden hebben wij er nu eenige, van eenvoudige samenstelling en met regelmatige sommatiecurven, gekozen om een voorloopige indeeling van het gebied der zware gronden te krijgen. Men vindt deze in fig. 46, tezamen met de hoofdlijnen voor

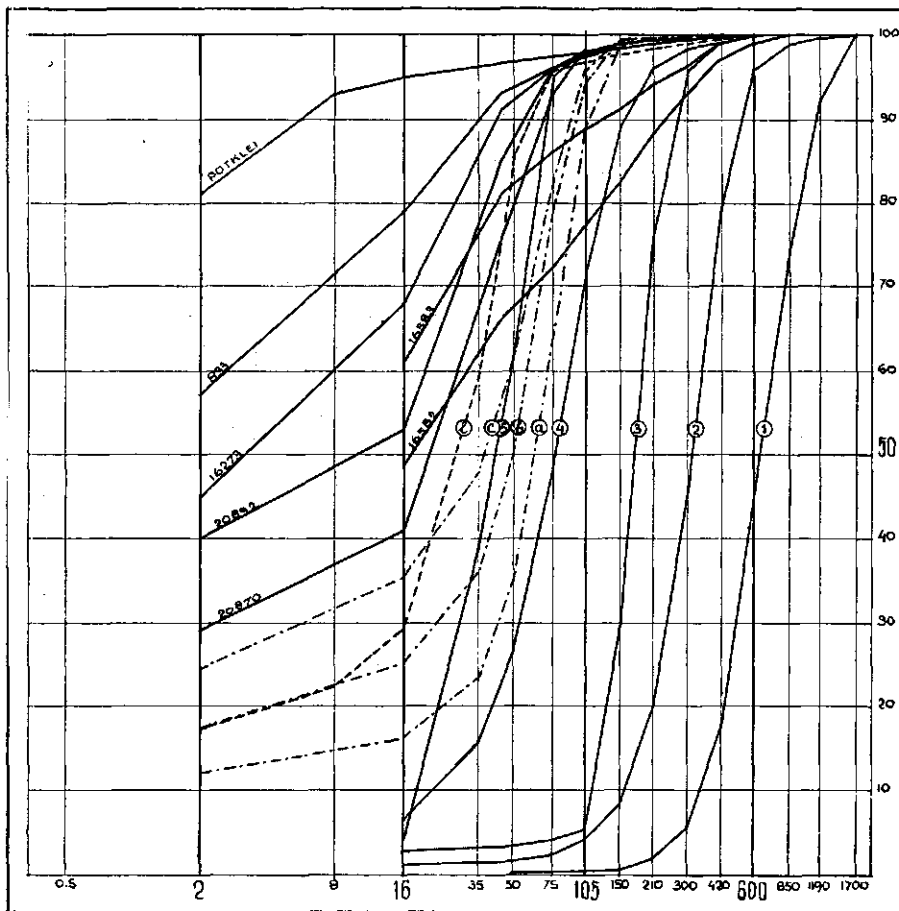


Fig. 46. Hoofdtypen der sommatiecurven voor zware gronden, met de hoofdlijnen voor de zand-, zavel- en lössgronden.

de zand-, zavel- en lössgronden. Curven 20870, 20892 en 16273 vormen als het ware een voortzetting van de zavelreeks, met een buigpunt tusschen 16 en 105 mu (hier, nog wat nauwer, tusschen 16 en 50 mu); de curven

voor de potklei en de nos. 833, 16583 en 16582 vormen een anderen bundel, waarvan het buigpunt beneden 16 mu en, althans bij de potklei en de zware Bedumer klei 833, zelfs beneden 2 mu ligt. Deze groep lijnen is echter nog slechts zeer voorloopig en berust nog niet op voldoende gegevens; het zal noodig zijn een veel grooter, goed gevarieerd materiaal te verzamelen en voldoende uitvoerig te onderzoeken (waarbij het afslibbaar gedeelte in eenige subfractie's gesplitst dient te worden), wil men een meer volledig en beter gefundeerd inzicht in den aard en de groepeerling der zware gronden verkrijgen.

Van eenig belang is in dit verband de serie, die in fig. 47 is afgebeeld, namelijk monsters die door Dr. JAC. VAN DER SPEK in den Uithuizerkwelder verzameld werden op één raai van den dijk zeewaarts, telkens 100 meter verder. Alle monsters bevatten omstreeks 10 % CaCO_3 (wat in fig. 47 niet is afgebeeld). Het gehalte aan afslibbaar is vlak bij den dijk het grootst en neemt naar zee toe af; het zandgehalte neemt overeenkomstig toe, aangezien het zand het eerst bezinkt en het slib het verst het wad opgevoerd wordt. Daarbij verandert het zand ook geleidelijk van

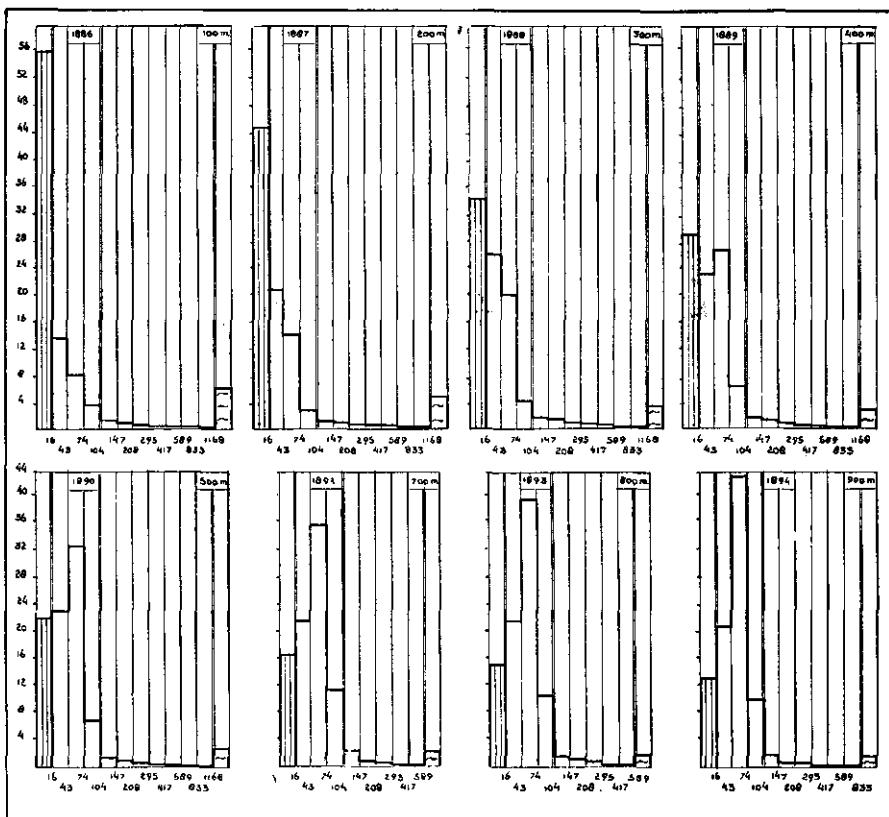


Fig. 47. Serie monsters, van den dijk zeewaarts, uit den Uithuizerkwelder.

samenstelling: aan de zeezijde neemt de grovere subfractie 43—74 mu de voornaamste plaats in, bij den dijk overheerscht de fijnste subfractie 16—43 mu. Het geleidelijk verloop bij deze serie, die men als een „catena” in bodemkundigen zin mag beschouwen, en de geleidelijke overgang van zeelei naar zware en lichtere zavel, zonder dat er een wezenlijk genetisch verschil is, zijn uit deze figuur duidelijk te zien en mogen als een belangrijk punt bij het probleem der vorming en indeeling van de zware gronden beschouwd worden.

HOOFDSTUK VIII

Eenige andere zware gronden

Zooals reeds op blz. 617 vermeld werd, is het niet de bedoeling om in deze verhandeling van de zware gronden een even uitvoerig overzicht te geven als bij de zand-, löss- en zavelgronden in de Hoofdstukken I—VI geschiedde. Ter nadere illustratie geven wij hier nog slechts een beeld van een serie monsters leemgrond en van een groep keileemmonsters, ten einde ook een indruk van deze grondtypen te geven.

Leem

De cijfers voor verschillende monsters leem, die in den loop der jaren werden ontvangen, zijn in Tabel XXIII bijeengebracht. De eerste drie groepen werden ingezonden door het *Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening*, en wel van drie boringen op Schokland (nos. 6947—6950), van een boring bij Breda (nos. 6951—6956) en van een boring onder Seppe, gemeente Hoeven, N.-Br. (nos. 6970—6976). In Tabel XXIII is aangegeven hoe de monsters bij de inzending gekwalificeerd waren; wat slibhoudend zand werd genoemd, blijkt slechts een gering percentage afslibbaar te bevatten, terwijl een der monsters leemgrond 37 %, de overige hoogere gehalten, tot 67—74 % afslibbaar bevatten.

Twee monsters vette leem (nos. 7030 en 7031) werden door Dr. Ir. A. J. Zuur in de omgeving van Esbeek (N.-Br.) verzameld; eenige andere monsters (nos. 7344—7354) bij Woudenberg, Leusden resp. Rheden (Utr.), waarbij de als „leemhoudend” resp. „iets leemhoudend” gekwalificeerde gronden inderdaad een lager percentage afslibbaar blijken te bevatten dan de „zandige leem”, terwijl de echte leem een veel hooger percentage vertoont.

Van acht van deze monsters zijn de distributiecurven in fig. 48 opgenomen; zowel in gehalte aan afslibbare deelen als in korrelverdeling van het zand blijken er groote verschillen te bestaan, en dit blijkt nog duidelijker uit de sommaticurven in fig. 49, waarin alleen de als „leem” gekwalificeerde gronden (dus niet de leemhoudende of iets leemhoudende zandmonsters) opgenomen zijn: de curven loopen zeer uiteen, een bepaalde groep of type is er niet uit op te maken, en evenmin blijkt er vooralsnog een bepaalde verhouding tusschen sommige subfractie's, die wel verondersteld wordt het leemig karakter aan een grond te geven, b.v. doordat de

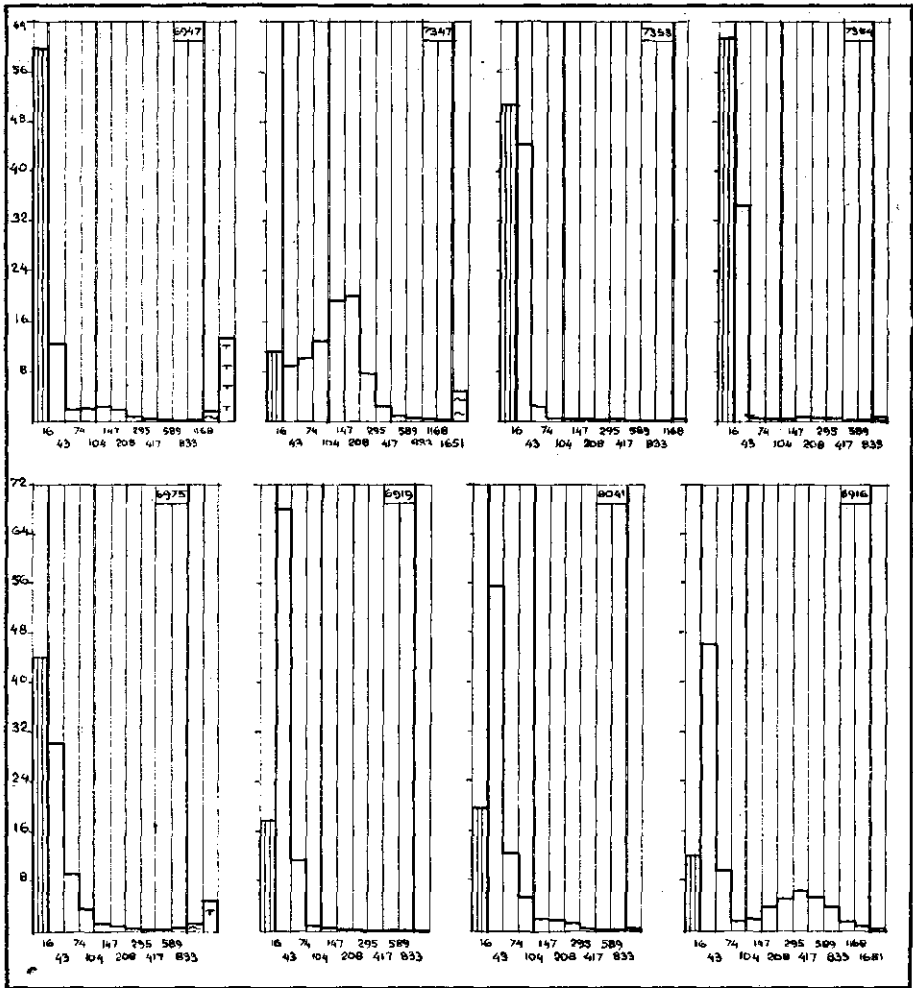


Fig. 48. Acht monsters leemgrond van verschillende herkomst, zie Tabel XXIII en tekst.

holten tusschen de grovere korrels juist worden opgevuld door fijn materiaal.

Tabel XXIII bevat voorts een viertal monsters „vlotleem” uit de omgeving van Velp, uit groeven in de heuvels tusschen Rheden en de Posbank. Deze formatie werd vroeger wel löss genoemd, en is naar de inzichten van de Afdeeling Geologische Kaart verwant aan de Deutsche Flottlehm, een glaciële aeolische afzetting. Deze monsters, waarvan er een (n°. 6916) in fig. 48 is afgebeeld en de vier sommatiecurven in fig. 49 te vinden zijn, vormen een eigen type met een zeer groote fractie

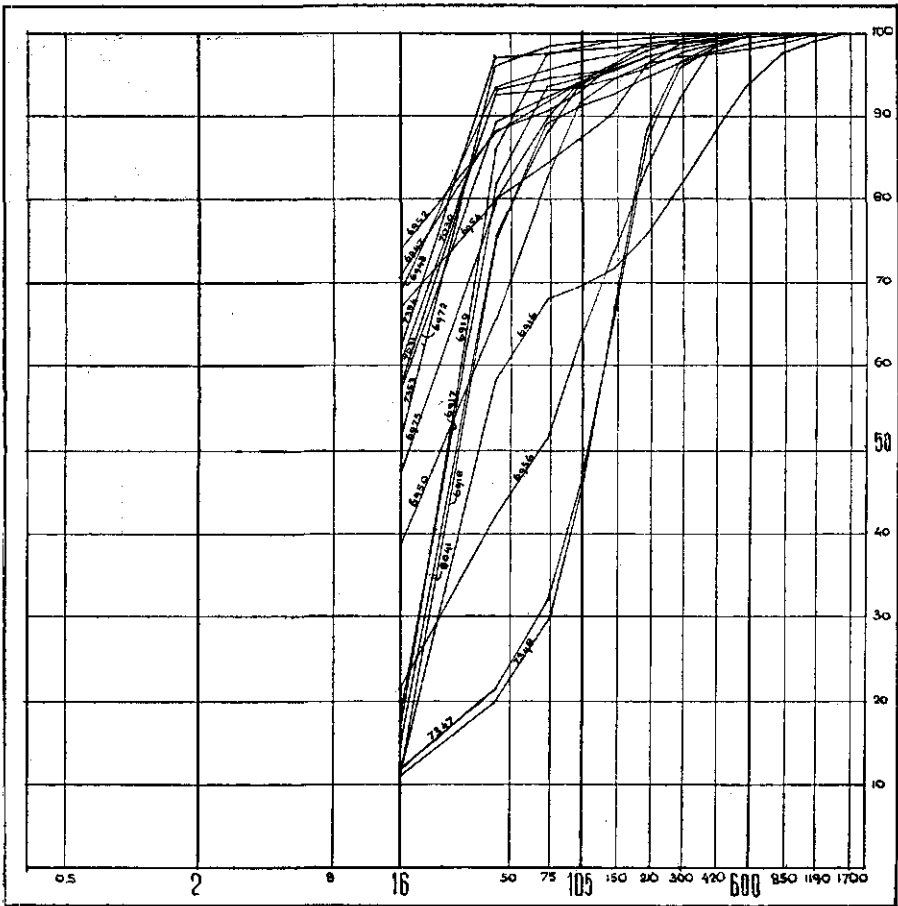


Fig. 49. Sommatiecurven van de leemmonsters uit fig. 48 en Tabel XXIII.

16—43 mu; vooral bij de drie monsters 6917—6919 komt de curve met die van de lössgronden overeen, terwijl n°. 6916 een meer gemengd type is, met grover zand er doorheen. De drie bedoelde monsters sluiten zich in granulaire samenstelling geheel bij de lössgronden aan; men zal wellicht beter doen dergelijke grondsoorten niet bij de leemgronden in eigenlijken zin te rekenen.

Hetzelfde is het geval met monster 8041, het laatste in Tabel XXIII, dat van het Kleiproefstation te Gouda ontvangen werd als een bij de steenfabrieken in Brabant bekenden leemgrond uit de omgeving van Veldhoven (Zuidwest van Eindhoven), en dat blijkens de granulaire samenstelling onder de löss gebracht zou kunnen worden. De sommatiecurve valt, blijkens fig. 49, praktisch met bedoelde drie van de groep uit de omgeving van Rheden samen.

Keileem

De groep der keileemmonsters is ook behoorlijk vertegenwoordigd, namelijk door de negentien in Tabel XXIV bijeengebrachte. Hiervan werden er twaalf (nos. 2611—3307) ontvangen van den *Dienst der Zuiderzeewerken*, terwijl zes door Dr. Ir. A. J. Zuur in October 1931 genomen werden in een keileemgroeve van Gebr. STRUIK ten Zuiden van Rijssen (Ov.). Fig. 50 geeft de sommatiecurven. Er teekent zich duidelijk een

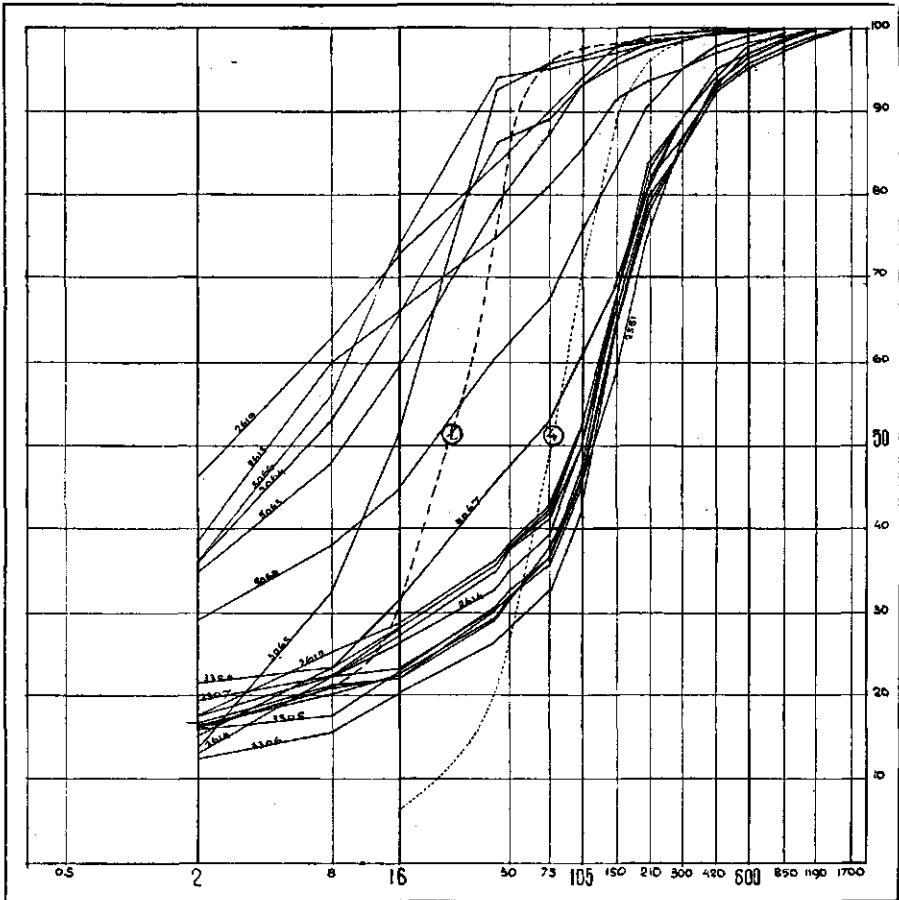


Fig. 50. Sommatiecurven voor 19 monsters keileem uit Tabel XXIV, deels gereproduceerd in fig. 51.

groep van elf monsters af met een vlak-S-vormige curve, die min of meer een eigen type vertegenwoordigt, waarbij slechts een der andere monsters (n^o. 5067) zich ten deele aansluit. Het zal van belang zijn door verder onderzoek van karakteristieke, goed gelocaliseerde en als typisch erkende monsters na te gaan of er inderdaad een engere groep, die deze granulaire

samenstelling heeft, gevormd kan worden, of deze een bepaalde vormingswijze heeft, en of de monsters van afwijkende granulaire samenstelling wellicht geen „echte” keileemen zijn.

De aandacht valt op n°. 5065, met een karakteristieke eigen sommatiecurve, die in vorm na verwant is met de hoofdtypen 1—5 van de zandgronden en met het löss-type (hoofdlijn 1). De sommatiecurve verloopt nagenoeg even steil, maar dan met de grootste hoeveelheid in veel fijnere subfractie's (2—43 mu). Een zeer sterk gesorteerd, uiterst fijnzandige grond dus. Het afslibbaar gedeelte vertoont, in aansluiting hieraan, het ongewone beeld van een subfractie kleiner dan 2 mu die kleiner is dan de beide andere (zie fig. 51). Het zal interessant zijn na te gaan of dit grondtype ook elders voorkomt en wat de vermoedelijke vormingswijze en de eigenschappen (structuur, bewerkbaarheid) zijn.

De distributiecurven van acht van deze monsters vindt men in fig. 51; daarvan zijn de eerste drie de zware gronden met de hoog gelegen sommatiecurven; het vierde is het sterk afwijkende type met steile sommatiecurve, waarvan dan ook 78 % valt in de subfractie's 2—43 mu en 40 % in de subfractie 16—43 mu — dezelfde, die bij de lössgronden

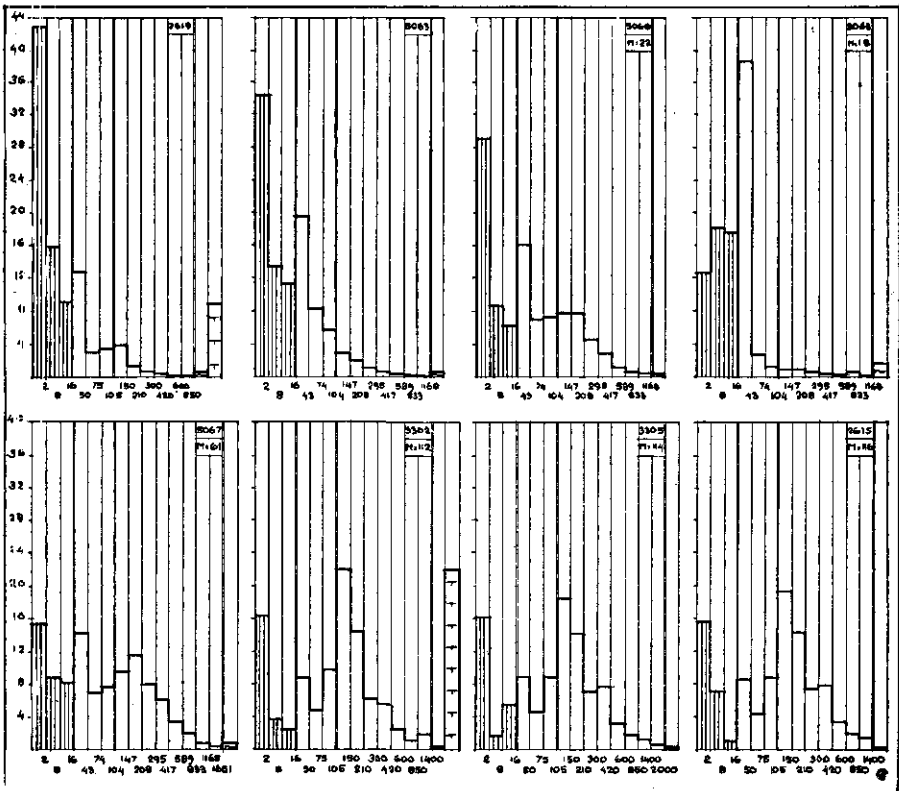


Fig. 51. Acht monsters keileem van verschillende typen.

de grootste is — maar niet met de voor löss karakteristieke verdeling der subfractie's van het slib (zie blz. 580). De vier onderste distributiefiguren geven monsters uit den gelijkvormigen S-achtigen bundel van elf: de samenstelling van het zand blijkt inderdaad groote overeenstemming te vertoonen, en wel is het een gemengd zand met breeden vorm der distributiecurve; de slibfractie is in totaal tamelijk gelijk (20—30 %) doch verschilt nogal in subfractie-verdeeling.

Het blijkt nu dat de zwaarte en de korrelgrootte-verdeeling zich geenszins afspiegelen in de beoordeeling, die de Dienst der Zuiderzeewerken van den aard van deze keileemen gaf. Gerangschikt naar de zwaarte ziet dat er als volgt uit:

TABEL C

Monster	% op minerale deelen		Beoordeeling
	Afslibbaar %	Fijnste fractie 0—2 mu %	
2619	73	46	—
2613	66	38½	minder zandig dan 2612
2612	29	18	sterk zandig, iets beter dan 2611
3304	28½	21½	harde goede keileem
3307	28	19½	slappe keileem, doch taai
2615	27½	18	beste, zeer taai keileem
2614	26½	13	heel goede keileem
2611	23½	15½	zeer sterk zandig
3305	23	16	slappe keileem
3302	23	16½	goede keileem
3303	22½	17	zanderige keileem
3306	20	12½	goede keileem

Zoals men ziet, is er geenerlei verband tusschen de granulaire samenstelling en de beoordeeling van de kwaliteit als keileem. Waardoor deze laatste beheerscht wordt, zal dus nog moeten blijken, terwijl tevens nader nagegaan zal moeten worden of inderdaad de zwaardere monsters ten rechte tot de keileemen te rekenen zijn.

HOOFDSTUK IX

**Overzicht der hoofdtypen; verband met de indeeling volgens
Normaalblad 210**

Bij de behandeling der verschillende groepen zijn wij tot hoofdlijnen gekomen, die representatief bleken voor een bepaalde groep grondsoorten en waarvan de sommatiecurve zich leende voor een type bij het overzicht van het geheele gebied. Wij hebben deze lijnen telkens in de verschillende hoofdstukken ontwikkeld en die dan verder voor de vergelijking met andere grondtypen gebruikt. Fig. 46 op blz. 625 bevat deze lijnen alle bij elkaar, ook de in Hoofdstuk VII besproken, zeer voorloopige lijnen voor de zware

TABEL D

Gegevens voor de hoofdtypen

	Aantal monsters	M	U ₁₀	Afslibbaar op minerale deelen	0-2	2-8	8-16	16-35	35-50	50-75	75-105	150-150	150-210	210-300	300-420	420-600	600-850	850-1190	1190-1700
1	Grof heidezand . . .	2	650	18½	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	1,4	3,7	11,9	26,6	29,8	18,2	7,9
2	Middelscoort heide- zand	26	313	40	0,9	0,9	0,4	0,5	0,8	1,6	4,3	4,3	11,5	25,8	33,9	16,0	3,2	0,8	0,3
3	Duinzand	132	174	62	2,7	2,7	0,8	0,8	0,8	1,2	23,9	46,5	20,0	3,8	3,8	0,2	0,1	—	—
4	Zeer fijn zand . . .	9	80	160	6,4	6,4	9,2	11,0	22,2	22,3	18,1	6,9	2,5	0,7	0,4	0,2	0,1	—	—
5	Uiterst fijn zand . .	2	42½	280	4,2	4,2	34,5	23,2	34,0	2,9	0,6	0,6	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—
a	Lichte zavel (10-20)	44	60	172	16,3	12,1	4,2	7,3	11,9	29,4	23,8	10,3	0,8	0,1	0,1	—	—	—	—
b	Middelzavel (20-30)	56	50	201	25,1	17,5	7,6	11,1	13,9	29,6	15,0	5,0	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—
c	Zware zavel (30-40)	17	37	217	35,5	24,6	10,9	12,4	13,7	21,7	12,4	4,0	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—
l	Löss	132	26½	302	29,6	17,4	7,0	30,4	25,6	10,0	1,1	1,0	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0	0,1

gronden, waardoor voor het geheele gebied een kader van type-lijnen is verkregen. De cijfers voor de zand-, zavel- en lösslijnen zijn nog eens in Tabel D bij elkaar gebracht, gemakshalve alle herleid op Nederlandsche normaal-subfractiegrenzen, met toevoeging van de grens van 35 mu; de gegevens voor de overige lijnen in fig. 46 vindt men in Tabel XXII.

Voor meer algemeen gebruik heeft het geen zin om vast te houden aan de preciese cijfers van de gemiddelde lijnen, die, min of meer toevallig, bij de verschillende grondsoorten te voorschijn kwamen; het volgende stel hoofdlijnen voor de zand-, löss- en zavelgronden is daarvoor handzamer.

TABEL E

	M	U
Zeër grof heidezand	600	20
Matig „ zand	300	40
„ „ fijn „ (duinzand)	175	60
Zeër „ „	80	160
Uiterst „ „	40	300
Lichte zavel, 10—20 % afslibbaar	60	170
Middel „ „ 20—30 % „	50	200
Zware „ „ 30—40 % „	35	230
Löss	25	320

Deze afgeronde lijnen vindt men in fig. 52; opgemerkt dient te worden dat daarbij wel vastgehouden is aan het verschil in „voet” (plat, of hooger in de wreef), zooals dat bij de onderzochte groepen in werkelijkheid werd aangetroffen. Men zou natuurlijk verder kunnen gaan met standaardiseeren en voor alle type-lijnen sterk uitgesorteerden grond nemen met een platten voet van de sommatiecurve, zooals die in werkelijkheid bij duinzand gevonden werd.

Het is nu van belang om deze hoofdtypen, die zich uit de praktijk van het monsteronderzoek voorloopig hebben ontwikkeld, te vergelijken met de indeeling voor de zandgronden, die in Normaalblad 210 is ingevoerd.

Dit Normaalblad, behandelende de „nadere indeeling van zand en grind op grondslag van de korrelgrootte”, vermeldt onder de indeelingsmogelijkheden ook die aan de hand van verdeelings- en sommeeringskrommen, maar gaat op een indeeling op deze basis niet nader in: het geeft alleen een nadere indeeling op basis van het U-cijfer, als volgt:

Naam van het zand	U van de zandfractie	Naam van het zand	U van de zandfractie
Fijn zand	625—50	Uiterst fijn zand	625—160
		Zeër „ „	160—120
		Middelfijn „ „	120—80
		Matig fijn „ „	80—50
Grof zand	50—5	Matig grof zand	50—30
		Middelgrof „ „	30—20
		Zeër grof „ „	20—10
		Uiterst „ „	10—5

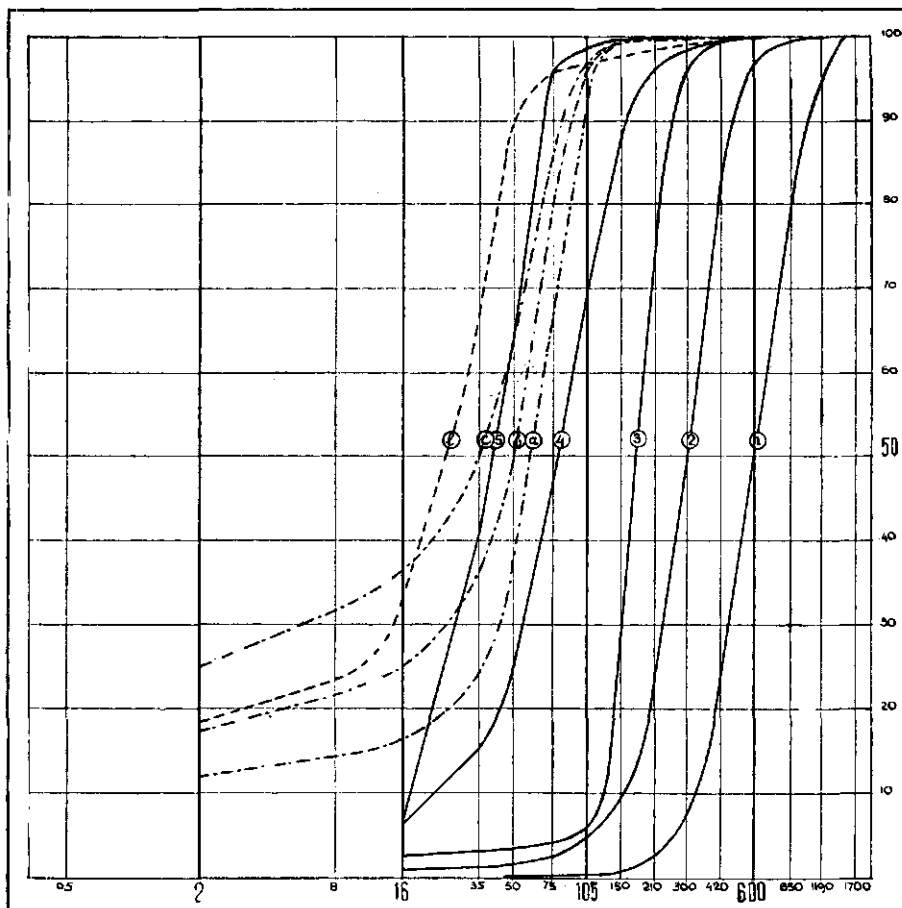


Fig. 52. Afgeronde hoofdlijnen voor het zand-, zavel en lössgebied, overeenkomstig Tabel E.

Nu is deze indeeling volgens het U-cijfer niet in direct verband te brengen met een volgens het M-cijfer, omdat de samenhang tusschen M en U, zooals wij in Hoofdstuk X en XI nader bespreken, geen eenvoudige is, maar sterk beïnvloed wordt door de korrelgrootte-verdeeling, en met name door het percentage aan fijnste subfractie's van de zandfractie.

Wat de hoofdindeeling betreft, bleek in de praktijk bij het weergeven der korrelgrootte-verdeeling in diagrammen de in vroeger jaren (o.a. bij de methode КОРЕЦКЪ) ingevoerde grens van 105 mu tusschen fijn zand en grof zand een handige te zijn, vooral ook voor de sommatiegrafiek. Daarnaast was 600 mu een praktische uiterste grens voor het M-cijfer bij grof zand. Deze beide grenzen komen overeen met U-cijfers van omstreeks 120 resp. omstreeks 20, dus met de middengrenzen van het fijne resp. het grove zand van Normaalblad 210. De grens tusschen fijn en grof zand

van Normaalblad 210, liggende bij $U = 50$, wat bij een M van omstreeks 220—240 valt, blijkt niet te correspondeeren met een in de sommatiegrafiek als wenschelijk naar voren tredende grenslijn.

Voor de afzonderlijke hoofdtypen vindt men het volgende:

Hoofdtype 1, dat ongeveer het grofste heidezand voorstelt, met een mediaan van 600 (afgerond), valt met zijn U -cijfer van 20 juist tusschen het „zeer grove” en het „middel grove” zand, midden in de grove zandfractie. De grofste monsters zand hadden bij M -cijfers van 630 resp. 655 U -cijfers van 19 en $18\frac{1}{2}$ en waren dus „zeer grof”. Nog grover zand treft men natuurlijk aan onder de grindhoudende zanden (grindfractie 10 tot ca. 50 %) of als zandfractie van grinden (gronden waarin de grindfractie de grootste fractie is).

Hoofdtype 2, middelsoort heidezand met een M -cijfer van 300 (310), valt met het U -cijfer 40 midden in de groep „matig grof zand”, terwijl *hoofdtype 3*, duinzand met $M = 175$, met het U -cijfer 60 tot het „matig fijne zand” van Normaalblad 210 behoort.

Andere zanden met een M -cijfer van omstreeks 175, die minder sterk uitgestoven zijn dan de duinzanden (dus b.v. de stuifzanden uit Tabel XI en Tabel XIII) hebben naar verhouding hogere U -cijfers (b.v. omstreeks 70—85, gemiddeld 75) en vallen grootendeels nog in dezelfde groep van het „matig fijne zand”, deels echter behooren zij bij het middelfijne zand.

Hoofdtype 4, het zeer fijne zand met $M = 80$, ligt met zijn U -cijfer van 160 volgens Normaalblad 210 op de grens tusschen „zeer fijn zand” en „uiterst fijn zand”, terwijl de uitzonderlijk fijne zanden van *hoofdtype 5* met $M = 40$ en $U = 300$ ongeveer in het midden van de groep „uiterst fijn zand” vallen. Nog fijnere zanden, met een M kleiner dan 40 of een U grooter dan 300, zijn ons als „zandgrond” nog niet in handen gekomen; wel treft men deze natuurlijk aan als zandfractie van zwaardere gronden, gronden dus, die een slibfractie grooter dan 10 % (op minerale deelen) hebben.

HOOFDSTUK X

Nadere beschouwing over enkele grootheden

Het overzicht over de granulaire samenstelling van Nederlandsche grondsoorten, dat wij in het voorgaande gegeven hebben, en dat slechts een eerste oriëntering op dit groote gebied beteekent, werd voornamelijk gebaseerd op grafieken, op visueele weergave dus van de afzonderlijke gevallen. Dit gaat goed, en is het meest sprekend, wanneer men allerlei verschillende typen, elk met een klein aantal monsters, heeft te behandelen. Maar wanneer het om de bewerking van groote aantallen monsters gaat — bij landbouwkundige problemen komt men al gauw voor massa-materiaal te staan — dan laten ook de sommatiegrafieken in den steek en moet men andere werkwijzen kiezen. Wij wezen er in de Inleiding op, en

bespreken in Hoofdstuk XI nader, dat men daarbij verschillende cijfers gebruiken kan; hier wijden wij beschouwingen aan:

- a. het verband tusschen M-cijfer en U-cijfer;
- b. M_{\min} naast M_{16} ;
- c. U_{75} en U_{105} naast U_{16} ;
- d. U-exces ($U \times M$);
- e. kwartiel-, quintiel- en deciel-waarden,

terwijl wij ten slotte sub f deze waarden voor de voornaamste behandelde grondtypen vergelijken.

a. *Het verband tusschen M-cijfer en U-cijfer*

Van de verschillende manieren, waarop men de granulaire samenstelling in één of in enkele cijfers kan samenvatten, hebben wij in het voorgaande voornamelijk het M-cijfer (de mediaan der sommatiecurve van de minerale deelen) en het U-cijfer (het soortelijk oppervlak van de zandfractie) gebruikt. Het M-cijfer, omdat dit bij de grafische behandeling de eenvoudigste en meest rationeele indeeling geeft naar korrelgrootte, althans bij de zand- en lössgronden en de lichtere zavelgronden; het U-cijfer omdat het voor dit doel reeds was ingevoerd en in het bijzonder voor de waterhuishouding van den grond een handig hulpmiddel is gebleken.

Fig. 53 vertoont nu voor het eenvoudige geval van het duinzand het verband tusschen deze beide cijfers. Het blijkt dat dit verband zeer nauw is, maar duidelijk afwijkt van de verhouding $U = 1/M$, en dat het product $U \times M$ grooter dan één is. De enkele afwijkende stippen zijn de gronden (211518, 211520, 211532) met grootere subfractie 16—50 mu, deels ook met iets grooter gehalte aan afslibbaar.

Fig. 54 geeft dit verband voor een groot aantal monsters van de verschillende tabellen voor de zand-, löss- en zavelgronden. Voor de zwaardere gronden heeft het U-cijfer ter algemeene karakteriseering minder betekenis, omdat het alleen op de zandfractie betrekking heeft, die bij deze gronden een meer ondergeschikte plaats inneemt. Het M-cijfer is voor deze gronden klein (kleiner dan ca. 20), loopt dus betrekkelijk weinig uiteen en kon ook niet altijd bepaald worden (namelijk niet bij de gronden, waarbij het afslibbaar gedeelte niet in subfractie's gesplitst werd en de sommatiecurve de 50 % lijn niet snijdt); ook dit cijfer is voor de zware gronden minder geschikt. Nader zal moeten blijken welk cijfer voor deze gronden aan de eischen voldoet; wellicht de hygroscopiciteit, die voor dit doel reeds de aandacht getrokken heeft, wellicht een ander cijfer dat met de grootte van het oppervlak of met het nauw daarmee samenhangend absorptievermogen verband houdt.

Uit figuur 54 blijkt dat de stippen nagenoeg op een curve liggen, die den loop van de gelijkzijdige hyperbool $xy = 1$ ongeveer volgt, maar daarmede niet samenvalt.

Een zoo eenvoudig verband als een omgekeerde evenredigheid mag

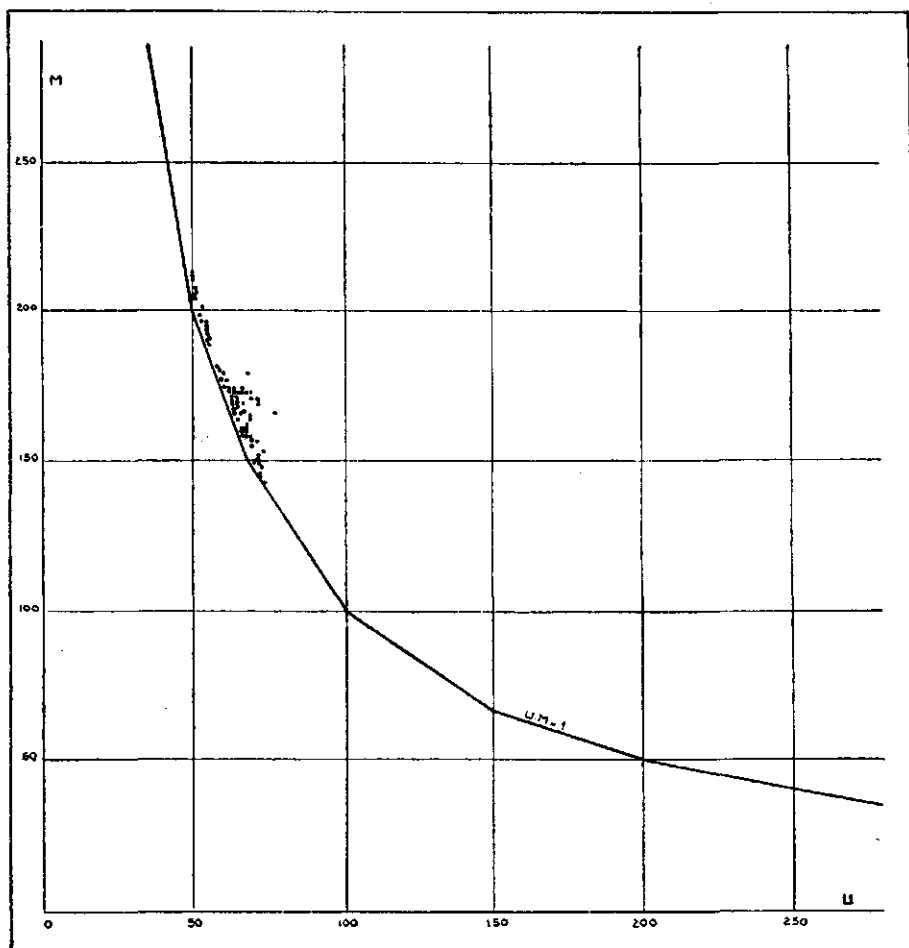


Fig. 53. M-cijfer uitgezet tegen U:6 voor de 57 duinzandmonsters uit Tabel I en de 56 uit Tabel II. De stippen vormen een regelmatige strook, die rechts van de hyperbool $U.M = 1$ ligt.

tusschen soortelijk oppervlak en korreldoorsnede bij gronddeeltjes niet verwacht worden. Immers gronddeeltjes wijken op allerlei wijzen van den kogelvorm af, welke verschillen door het gebruik van zeven met vierkante gaten geaccentueerd worden, terwijl er voorts nog het een en ander op rekening van afwijkend soortelijk gewicht kan komen. Tusschen U-cijfer en M-cijfer bestaat een zoo eenvoudig verband a fortiori niet, omdat het M-cijfer, in gewichtspercenten uitgedrukt, niet samenvalt met de gemiddelde soortelijke doorsnede, die over het aantal deeltjes berekend wordt ¹⁾.

¹⁾ Zie S. B. HOOGHOUDT, Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond. N^o. 5, Verslag. Landb. Onderzoek. 43, 3, 1937.

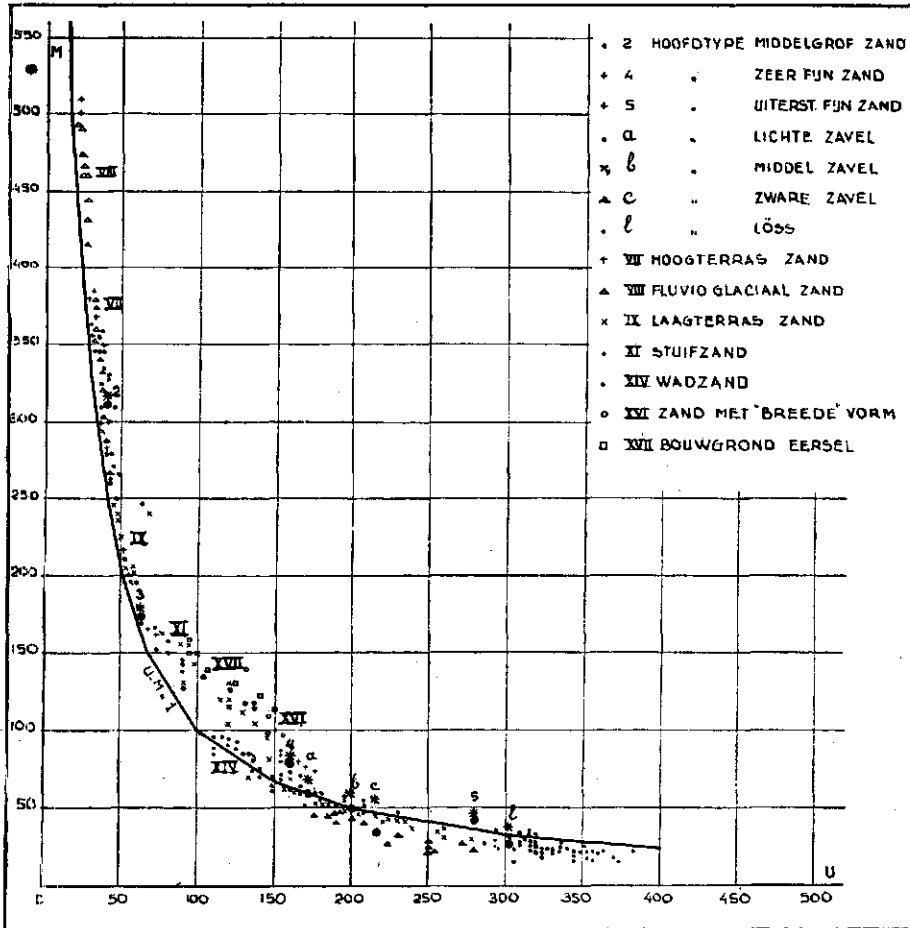


Fig. 54. M-cijfer uitgezet tegen U_{16} voor de voornaamste onderzochte groepen zand-, zavel- en lössgrond. Grote punten: gemiddelden voor de hoofdlijnen 1-5, a-c en l uit Tabel D; groote kruisjes: M_{16} uitgezet tegen U_{16} voor deze gemiddelden.

Het product $U.M$ zal des te meer boven één liggen, naarmate de distributiecurve breder van vorm is, met name in den linker voet (de fijnste subfractie's), terwijl scheeve of onregelmatige verdeelingscurven tot verdere afwijkingen aanleiding zullen geven.

b. M_{16} .

Men zou wellicht geneigd zijn aan te nemen dat de zoo juist geschetste afwijking van de hyperbool $U.M = 1$ daardoor veroorzaakt wordt, dat M op de minerale deelen (inclusief het afslibbaar gedeelte) en U op de zandfractie betrekking heeft. Dit blijkt echter niet juist, want wanneer

men M van de zandfractie bepaalt (door deze fractie = 100 te stellen en daarvan de sommatiecurve te construeeren), is de mediaan daarvan grooter dan die van de minerale deelen en komt het punt dus in fig. 54 hooger, en daardoor in de meeste gevallen verder van de hyperbool te liggen. Men ziet dit ook zonder berekening gemakkelijk: om het zand = 100 te stellen dient het deel der sommatiecurve rechts van de ordinaat 16 mu benedenwaarts tot 100 uitgerekte te worden, waardoor het snijpunt met de 50 % lijn zich naar rechts verplaatst. Wij hebben meermalen voor groepen van monsters de M_{16} bepaald (zie ook Hoofdstuk XI); een nauwer verband met het U-cijfer of andere belangrijke gezichtspunten zijn daarbij nog niet naar voren gekomen.

In fig. 54 hebben wij voor de gemiddelden van de voornaamste groepen uit de diverse tabellen het U-cijfer zoowel tegen M_{\min} (mediaan van de minerale deelen) als tegen M_{16} uitgezet; de M_{16} -stippen liggen alle hooger en daardoor grootendeels verder van de hyperbool $U.M = 1$.

c. U_{75} en U_{105}

De voornaamste discrepantie tusschen het U-cijfer en het M-cijfer wordt dan ook veroorzaakt doordat het eerste in overwegend sterke mate door de fijnste subfractie's van het zand bepaald wordt, terwijl het laatste door alle subfractie's gelijkelijk, naar hun gewicht, wordt beïnvloed. Afwijkingen in de ligging van een punt in fig. 53 en 54 — voor zoover die niet door foutjes veroorzaakt zijn ²⁾ — wijzen dan ook meestal op verschillen in de fijnste of de fijnere subfractie's; bepaalt men een U-cijfer voor een deel van het zand, waarbij één of meer van de fijnste subfractie's buiten beschouwing zijn gelaten, dan is het verband met het M-cijfer vaak veel nauwer. Dit wordt duidelijk geïllustreerd door fig. 55, waarin de cijfers voor de acht monsters van vloeivelden (fig. 32 en 34, tabel XVIII) zijn afgebeeld. Deze monsters zijn, zooals wij bespraken, gekenmerkt door een hoogen voet en wreef; in tegenstelling tot de duinzanden met hun platten voet (fig. 3—7), waarbij de U door de groote subfractie's beheerscht wordt zonder dat de fijnste subfractie's daarbij een belangrijke rol spelen, liggen bij deze minder sterk gesorteerde, gemengde zandgronden de punten zeer verspreid (stippen in fig. 55). Berekent men echter U_{75} in plaats van U_{16} , dus het soortelijk oppervlak van het zand met weglating van de twee fijnste subfractie's, dan wordt het verband met M veel

²⁾ Wij hebben de M-U grafiek geregeld gebruikt om de tabellen en de berekeningen te controleren: afwijkende punten geven daarvoor aanwijzingen, al is de afwijking vaak reëel en veroorzaakt door een grooter gehalte aan fijnste zand-subfractie dan bij de andere monsters van de groep.

Voor degenen, die zich voor de studie van dergelijke problemen interesseeren, is het misschien niet oninteressant er de aandacht op te vestigen, dat U en M beide bepaald worden uit hetzelfde feitenmateriaal, namelijk de cijfers voor de subfracties. Hun verband vertoont een zwerm van punten, zooals men die zoo dikwijls bij de studie van landbouwkundige problemen tegenkomt. Meestal zijn daarbij de factoren, die een verband geven, en degenen, die afwijkingen van dit verband teweeg brengen, onbekend; in dit geval is echter alles bekend, zoodat men den aard van de correlatie naar wensch kan uitpluizen en daarmee in alle richtingen kan manipuleeren. Fig. 55 en de daarbij gehouden beschouwingen geven een voorbeeld daarvan.

nauwer (kruisjes in fig. 55); voor het zand grover dan 105 mu worden de U-cijfers nog wat kleiner en verschuiven de punten in fig. 55 nog wat meer naar links (zie de cirkeltjes), maar het verband met M wordt daardoor niet nauwer.

d. $U.M$ (U -exces)

Omgekeerd kan men de afwijking van het U-cijfer van het voor de betreffende M normale gebruiken als een aanwijzing voor het gehalte aan fijnste subfractie's; desgewenscht kan men deze eigenschap van de verdelingscurve door dit cijfer aangeven. Wij hebben dit cijfer bij onze beschouwingen in het voorgaande niet ingevoerd en gebruikt, omdat bij

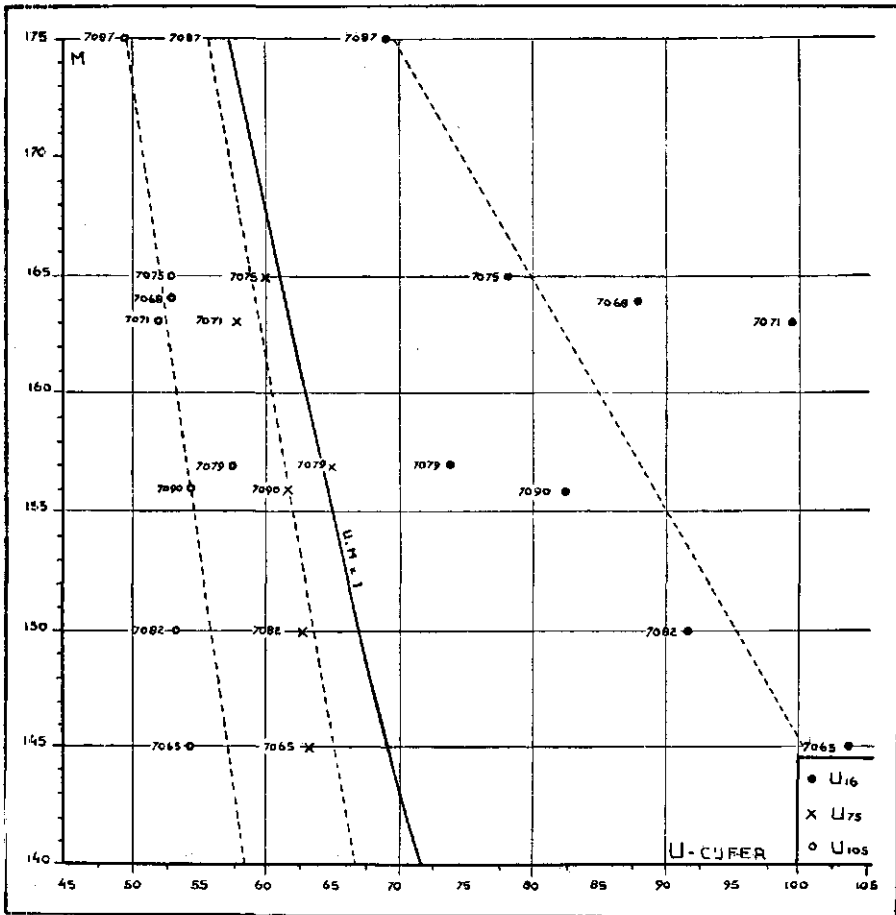


Fig. 55. M-cijfer en U-cijfer voor acht monsters van vloeivelden, zie Hoofdstuk V, blz. 611 en Tabel XVIII. De U_{16} -cijfers (punten) vertoonen een groote spreiding; U_{75} (kruisjes) en U_{105} (cirkeltjes) liggen in smalle strooken, waardoor gemiddelde lijnen (gestippeld) zijn getrokken. Dikkere lijn: gedeelte van de hyperbool $U.M = 1$.

dit eerste, algemeene overzicht het visueele beeld voldoende en het meest gewenscht was; bij gedetailleerde studie van een meer omvangrijk materiaal zal het goede diensten kunnen bewijzen. Het gemakkelijkst gebruikt men het product U.M en gaat na hoeveel dit grooter dan één is. Tabel F geeft dit product voor een aantal gevallen; men zie ook Tabel E op blz. 634.

De lage cijfers (1,08 resp. 1,11) voor de sterk uitgesorteerde typen, het duinzand resp. het wadzand, komen daarbij duidelijk uit; evenzoo de hooge cijfers voor de zandgronden met hoogen voet (zand van vloeivelden met 1,36) en die met breederen vorm van de distributiecurve (1,60, resp. 1,61 voor den bouwgrond uit Eersel).

Bij de zware gronden met een hooger gehalte aan afslibbaar wordt dit $U_{16} \cdot M$ cijfer onbruikbaar; men dient daar het juistere cijfer $U_{16} \cdot M_{16}$ te nemen. Terwijl dit bij de zandgronden bijna geen verschil maakt, verdwijnen bij de zwaardere gronden daardoor de lage cijfers uit tabel F. Voor zavel, löss en keileem krijgt men namelijk (vergelijk ook tabel F):

	M . U_{16}	$M_{16} \cdot U_{16}$
Lichte zavel	1,03	1,17
Middelzavel.	1,00	1,19
Zware zavel	0,80	1,22
Löss	0,80	1,10
Keileem	1,15	1,44

dus een veel regelmatigere beeld, dat zich goed bij de cijfers voor de zandgronden in Tabel F aansluit. Alleen bij keileem geeft ook de zandfractie een hoog U.M product, in overeenstemming met de „breede vorm” bij deze groep keileemen.

e. Kwartiel-, quintiel- en deciel-waarden

Voor het in enkele cijfers samenvatten van krommen van het type der meeste distributie- en sommatiecurven van grond pleegt men, zooals bekend, naast de mediaanwaarde de kwartielwaarden te gebruiken. Deze zijn uit de sommatiecurven gemakkelijk te bepalen (snijpunten met de 25 % en de 75 % lijn); hun onderlinge afstand geeft de steilheid van de sommatiecurve (een kleiner afstand beteekent een steiler curve), terwijl hun verschil, elk apart, met de mediaan, de eventueele scheefheid en den aard daarvan kan aangeven.

Welk nut en welk gebruik men daarvan bij meer uitgebreide studies van de granulaire samenstelling van grond kan hebben, zal pas bij de bewerking van een veel omvangrijker materiaal blijken; wat ons thans ter beschikking staat en wat voor bestudeering en advies binnen komt laat zich nog bijna steeds het geschiktst aan de hand van de diagrammen zelf overzien.

Voorloopig komt het mij voor dat men bij grond de quintielwaarden (snijpunten met de 20 % en 80 % lijnen) zal moeten verkiezen boven de kwartielen; bij Nederlandsche zandgronden met hun grootendeels zeer

TABEL F

Hoofdtijl	Tabel	Grondsoort	Aantal mon- sters	M _{min}	M _{1e}	U _{1e}	U. M	U ₇₅	U ₁₀₀	Q ₂₀	Q ₈₀	$\log \frac{(Q_{80}-D_{10})}{(Q_{20}-D_{10})}$	D ₁₀	D ₉₀	$\log \frac{(D_{90}-D_{10})}{(D_{90}-D_{10})}$
1	VIII	Grof heidezand (zeer grof zand)	2	650	650	18,2	1,18	17,8	17,7	430	940	0,34	345	1120	0,51
2	X	Middelsoort heidezand	26	313	315	39,7	1,24	37,3	35,1	210	425	0,31	160	520	0,51
3	A	(middelgrof zand)	132	174	176	61,9	1,08	58,9	57,8	130	225	0,24	115	270	0,38
4	XV	Duinzand (matig fijn zand)	9	80	81	160	1,28	89,8	67,8	42	125	0,48	21	165	0,89
5	XV	Zeer fijn zand	2	42½	44	280	1,19	94,0	56,6	23	61	0,42	19	69	0,57
	VII	Uiterst fijn zand													
	VII	Hoogeterras-zand (Heelsum)	23	294	295	41,0	1,20	38,7	37,6	180	470	0,42	145	600	0,61
	VIII	Fluvioglacialzand (Assel)	24	396	396	30,0	1,19	29,6	29,3	240	640	0,43	180	810	0,66
	XI	Stuifzand	14	157	160	74	1,16	64,3	57,5	105	230	0,33	79	290	0,56
	XIV	Wadzand	14	39	92	128	1,14	99,3	77,6	63	120	0,28	36	135	0,58
	XVI	Zand met „breede” vorm	12	123	131	130	1,60	65,2	55,6	41	210	0,71	16½	290	1,25
	XVII	Bouwgrond Eersel	6	186	145	118	1,61	58,3	52,6	40	285	0,85	19	400	1,32
	XVIII	Zand van vloeivelden	8	159	175	85,7	1,36	60,8	53,3	93	260	0,45	60	355	0,77
a	B	Lichte zavel	44	60	68	172	1,03	—	—	24	94	0,59	—	—	—
b	B	Middelzavel	56	50	59	201	1,00	—	—	4	75	1,26	—	—	—
c	B	Zware zavel	17	37	56	217	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—
l	E	Löss	132	26½	36½	302	0,80	—	—	4	46	1,05	—	—	—
-	XXIV	Keileem	11	109	137	105	1,15	—	—	5	210	1,49	—	—	—

steile en eenvoudige sommatiecurven zijn wellicht zelfs de deielwaarden (snijpunten met de 10 % en 90 % lijnen) verkieselijk: deze zullen, in vele gevallen, een scherper indeeling en een duidelijker beeld van de steilheid van de middenmoot (vorm van de piek in de distributiecurve) geven.

Bij de gekozen schaal zal men deze waarden, welke men ook kiest, in logarithmen van de korrelgrootte aflezen, waardoor men handzame cijfers voor de steilheid of helling en voor de scheefheid of asymmetrie krijgt. Tabel F geeft de getallen voor eenige van de voornaamste curven. De beide verschilkolommen $\log(Q_{90}-Q_{20})$ en $\log(D_{90}-D_{10})$ geven duidelijk het verschil in „steilte” van de sommatiecurven aan: duinzand als steilste, met de stuifzanden daarop volgende; hoofdlijn 4 als minder sterk uitgesorteerd, met een fluvioglaciale zand en het zand van vloeivelden; een grooter verschil tusschen de quintielwaarden bij middel-zavel, löss en keileem met hun meer S-vorige curve, waarbij uit de verschillen van de afzonderlijke Q-waarden met M bij de middel-zavel de minder symmetrische vorm uitkomt.

Voor het gemak hebben wij in Tabel F de cijfers voor de hoofdlijnen en voor de gemiddelde lijnen van eenige andere van de voornaamste groepen, die wij in deze verhandeling besproken hebben, bij elkaar gebracht.

HOOFDSTUK XI

Methoden voor de bepaling van de granulaire samenstelling

a. Methoden en apparatuur

De methoden, die voor de granulaire analyse bij het grondonderzoek voor den landbouw in Nederland gebruikt worden, zijn:

a. de *methode Kopecky*, waarbij door cylinders van verschillende doorsnede een stijgende waterstroom geleid wordt, die de kleinste deeltjes van den gesuspendeerden grond bovenuit meevoert, waardoor zij onderin den volgenden cylinder komen, die breeder is en waarin de waterstroom dus langzamer is, zoodat er daarin een groep fijnere deeltjes beneden blijven zweven, terwijl de allerfijnste bovenuit verder gevoerd worden. Bij een bepaalde hoeveelheid doorstroomend water wordt door den diameter der cylinders de fractiegrens bepaald van de deeltjes, die meegevoerd worden resp. die in den cylinder achterblijven;

b. de *methode Atterberg*, waarbij de grond wordt opgeschud in een cylinder, die tot een bepaalde hoogte met water gevuld is, waarna de deeltjes bezinken in het stilstaande water, de grootste deeltjes het eerst, de andere langzamer naarmate zij fijner zijn. Na een bepaalden tijd wordt de vloeistof afgeheveld of afgetapt; na aanvullen met water en opschudden van het bezonken deel wordt dit herhaald, totdat de bovenstaande vloeistof helder blijft en alle deeltjes, die in den bepaalden tijd niet bezinken, zijn verwijderd. Bij een bepaalde hoogte van de waterkolom bepaalt de tijd van bezinken de fractiegrens;

c. de *pipetmethode*, waarbij de grond op overeenkomstige wijze als bij b opgeschud wordt en uit de bezinkende vloeistof na een bepaalden tijd met een pipet, die tot een bepaalde diepte daarin gestoken is, een monster getrokken wordt, waardoor men kan vaststellen hoeveel er op dat tijdstip pas tot dat niveau bezonken was. In dezelfde vloeistofkolom kan men op een later moment weer een monster nemen (het beste nadat de suspensie in den cylinder weer opgeschud is) en zoo verschillende fracties achtereenvolgens bepalen, waardoor deze methode eenvoudiger en minder tijdrovend is;

d. *zeven*, waarbij in Nederland de zeven volgens Normaalblad 480 gebruikt worden, en wel voor het grondonderzoek de draadzeven 0,050 mm—0,850 mm en de plaatzeven met ronde openingen van 1,0 mm (gelijk gesteld met 0,850 mm draadzeef, zie onder) en 2,0 mm, op welke laatste de als grind gekwalificeerde fractie blijft liggen ¹⁾.

Er moge aan herinnerd worden dat het verdeelen naar de korrelgrootte bij een materiaal als grond, dat niet uit ronde korrels of korrels van een anderen regelmatigen vorm bestaat, maar uit deeltjes van alle mogelijke vormen — staafjes, plaatjes, hoekige en ronde korrels van allerlei aard — slechts zeer globaal kan geschieden: het resultaat zal er in sterke mate van afhangen hoe de verdeling wordt bewerkstelligd, en details van de wijze van uitvoeren zullen grooten invloed hebben. Een dergelijke verdeling is steeds in hooge mate conventioneel. Bij bezinken in water speelt de vorm der deeltjes een geheel andere rol dan bij het passeeren door de gaatjes van een zeef. Hoe langer men zeeft, hoe vlijtiger men daarbij klopt, hoe meer deeltjes zullen er in een ligging komen waarbij zij nog juist met hun kleinsten diameter door de zeef glippen. De draadzeef met nagenoeg vierkante gaten, en de plaatzeef met ronde gaten, die bij bolvormige deeltjes een gelijke scheiding teweeg brengen, geven bij grond een aanmerkelijk verschil, doordat platte deeltjes de vierkante openingen van de draadzeef volgens de diagonaal passeeren. De verhouding is daarbij natuurlijk niet die van diagonaal tot zijde van het vierkant ($\sqrt{2} : 1$, zoodat b.v. 1,2 plaatzeef gelijk zou staan met 0,85 draadzeef), maar kleiner, omdat de plaatjes en staafjes een zekere dikte hebben, en bij een breedte van 1,2 dus de draadzeef van 0,85 niet in de diagonaal passeeren kunnen. Op grond van experimenteel onderzoek wordt de draadzeef van 0,850 mm, de grofste die men volgens Normaalblad 480 gebruikt, gelijk gesteld aan een plaatzeef met ronde gaten van een diameter niet van 1,2 maar van 1 mm.

Vermeld dient verder te worden dat een groot deel van het granulaire onderzoek in Nederland, namelijk dat van het Bodemkundig Instituut te Groningen in de jaren 1931 tot 1940, en ten deele nog tot heden toe, verricht is met draadzeven van Amerikaansche maten. Deze verschillen niet zoo heel veel van die der Nederlandsche normaalzeven (zie ook tabel G op blz. 653 en fig. 56); de cijfers kunnen, zoo noodig, daarin via de

¹⁾ Vergelijk voor een en ander ook Normaalbladen 210 en 213 betreffende de In-deeling en benaming van grondmonsters.

sommatiecurve omgerekend worden. Van belang is dat de fijnste zeef bij de Amerikaansche zeefstellen die van 43 mu is, en niet 50 mu zooals bij de Nederlandsche normaalzeven.

De werkelijke grenzen, die men door toepassing van de methode KOPECKY bij Nederlandsche gronden verkrijgt, werden nog niet experimenteel vastgesteld door meting (waarvoor een vrij groot aantal bepalingen noodig zou

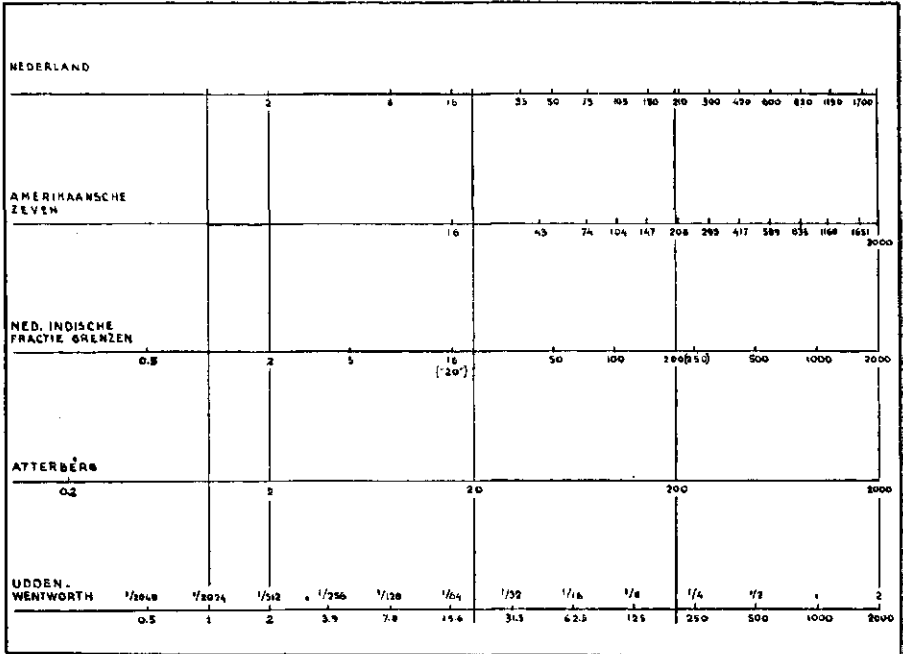


Fig. 56. Vergelijking van de fractiegrenzen volgens in Nederland gebruikelijke onderzoekingsmethoden (o.a. Nederlandsche normaalzeven), Amerikaansche zeven, de in Ned.-Indië gebruikelijke fractiegrenzen, die van ATTERBERG en die volgens UDDEN-WENTWORTH.

zijn). Vroeger (o.a. in DECHERING's publicatie over de Limburgsche gronden, zie blz. 575, en in den eersten druk (1938) van de brochure „Grondonderzoek”) werd de bovengrens als 100 mu opgegeven; berekening volgens de formule van STOKES geeft echter bij 20° 98,8 en bij 17° 93 mu, en in overeenstemming daarmee werd sinds Januari 1941 deze bovengrens als 90 mu aangegeven (zie o.a. „Grondonderzoek”, tweede druk, 1942). Aangezien echter de formule van STOKES bij deeltjes van dezen diameter niet strikt geldt, en er geen zekerheid bestaat welke de werkelijke bovengrens (en de werkelijke waarde voor de andere subfractie-grenzen) is, werd in deze verhandeling de vroegere aanduiding 100 mu aangehouden. Voor de tabellen en bij de distributiecurven doet dat praktisch niet ter zake; de sommatiecurven voor monsters, onderzocht volgens de methode KOPECKY, zouden een kleine verandering ondergaan, indien het betreffende punt bij 90 in plaats van bij 100 mu werd uitgezet.

b. Wijze van uitdrukken van de percentage-cijfers voor de fracties

Voor de gewone bodemkundige beoordeeling is het uitdrukken der percentage-cijfers op *bij 105° C gedroogden grond* het meest gebruikelijk, waarbij dus minerale deelen + CaCO_3 + humus = 100 gesteld wordt.

De absolute waarden der gehaltecijfers voor de verschillende fractie's hangen dan van het gehalte aan calciumcarbonaat en van dat aan humus af; zij veranderen naarmate een grond in verloop van tijd ontkalkt raakt door uitspoeling van het CaCO_3 , en zij zijn verschillend naar gelang van het humusgehalte, zoodat men b.v. bij een graszode, waarin zich humus opgehoopt heeft, niet dezelfde cijfers vindt als in de daaronder gelegen, oorspronkelijk er aan gelijke laag. Evenzoo veranderen de gehaltecijfers der fractie's wanneer bij een veengrond in verloop van tijd een deel van den humus door oxydatie verdwijnt. Wil men constante cijfers hebben, dan dient men de granulaire samenstelling uit te drukken als *percentage van de minerale deelen*; bij bodemkundige studies is dit dan ook een zeer gebruikelijk cijfer.

Op *totale zandfractie* resp. op *slibfractie* (afslibbare deelen) drukt men de percentages der afzonderlijke subfractie's uit wanneer men de granulaire samenstelling nader in bepaalde details wil bestudeeren, en die b.v. met het U-cijfer (soortelijk oppervlak van de zandfractie) in verband wil brengen, of eigenschappen van den grond met de fijnheid van de afslibbare deelen wil correleeren.

In deze mededeeling zijn, ter plaatsbesparing, in de groote tabellen I—XXIV achteraan de cijfers voor de subfracties alleen opgegeven in % op minerale deelen (afslibbaar plus zand); de cijfers voor de sommatiecurve kan men daaruit direct door optellen verkrijgen. Vooraan in elke tabel vindt men de cijfers voor humus, CaCO_3 , afslibbaar en zand op de gebruikelijke wijze, in procenten op door 2 mm gezeefden, bij 105° C. gedroogden grond; tezamen geven deze vier kolommen nagenoeg 100, maar niet precies, in verband met de voor het afronden gebruikte regels.

Het cijfer voor grind, indien aanwezig en bepaald, is opgegeven als percentage aan materiaal, grooter dan 2 mm, in het oorspronkelijke, luchtdroge monster (grond plus bestanddeelen grooter dan 2 mm).

In de distributie-grafieken zijn de cijfers voor de subfracties als regel in procenten op door 2 mm gezeefden en bij 105° C. gedroogden grond weergegeven. De som daarvan is dus niet 100; de som der subfracties van het zand is gelijk aan het percentage totaal-zand in de betreffende kolom der Tabellen. In enkele gevallen is daarvan afgeveken (o.a. fig. 3, cijfers uit de publicatie van KALISVAART). Voor den vorm der distributiecurven doet dit praktisch niets ter zake; pas bij hoog humus- en/of CaCO_3 -gehalte is er merkbaar verschil in cijfers.

c. Weergave van de korrelgrootte-verdeeling in den vorm van grafieken

De resultaten der granulaire analyse kunnen op verschillende wijzen worden weergegeven, in cijfers en in grafieken; van de laatste methoden zijn de voornaamste de *sommatiecurve* en de *distributiecurve*. Als ordinaat kiest men bij beide wijzen van grafische voorstelling steeds de gewichtspercentages van de fractie's, al naar gelang van de daaraan vast te knoopen beschouwingen berekend op luchtdrogen of bij 105° gedroogden grond, op minerale deelen, of op de hoofdfractie (afslibbaar, resp zand). Op de

abscis worden bij beide wijzen van grafische voorstelling de fractie's van verschillende korrelgrootte uitgezet. De abscis kan daarbij verschillend worden ingedeeld: naar de fractiegrenzen in werkelijke grootte, naar de logarithmen daarvan, en naar fractie's met gelijke breedte voor elk daarvan. Voor- en nadeelen van deze verschillende systemen liggen voor de hand en worden in de betreffende literatuur uiteengezet; in deze verhandeling wordt bij verdeelingscurven steeds de gelijkdeelige abscis gebruikt, bij sommatiecurven de indeeling naar de logarithmen van de subfractiegrenzen.

De sommatiecurve en de distributiecurve hebben voor de grafische weergave beide hun voordeelen en hun tekortkomingen; in het algemeen kan men zeggen dat de sommatiecurve theoretisch juister en bruikbaar is, terwijl de distributiecurve op bepaalde punten, en ook wel in het algemeen, demonstratiever is, bepaalde karaktertrekken, b.v. twee- of meer-topigheid, duidelijker laat zien en bij de vergelijking van monsters met ongeveer dezelfde korrelgrootte-verdeeling de verschillen duidelijker doet uitkomen. Daar staat tegenover dat de distributiecurve gevoeliger is voor onnauwkeurigheden en analysefouten, en zeer gevoelig voor het gekozen systeem van fractiegrenzen, waardoor de sommatiecurve, wanneer deze geïdealiseerd (afgerond) is, in het geheel niet beïnvloed wordt.

De granulaire analyse geeft de verdeeling van de korrelgrootten niet zuiver weer: immers binnen de gekozen fractiegrenzen worden deeltjes van verschillende korrelgrootten in één fractie vereenigd. Naarmate men het aantal fractie's grooter, dus de fractiegrenzen dichter bij elkaar neemt, komt men de juiste cijfers voor deeltjes van één korrelgrootte meer nabij.

De *sommatiecurve of sommeeringskromme* nu behoudt bij vergroting van het aantal fractie's, en dus bij verkleining van het percentage per fractie, in hoofdzaak haar vorm, die meer en meer geperfectioneerd wordt bij het toenemen van het aantal fractie's: deze nemen daarin elk des te juister hun plaats in, naarmate de fractiegrenzen dichter bij elkaar gekozen worden. Het is bij het gebruikelijke, praktisch hanteerbare aantal subfractie's reeds betrekkelijk gemakkelijk om den juisten vorm van de sommatiecurve door afronden te benaderen; in de gedeelten, waar de sommatiecurve nagenoeg recht is, is dit bij het gewone aantal subfractie's reeds bereikt, terwijl in de beide bochten van een volledige, eenvoudige, S-vormige sommatiecurve de juiste vorm, zij het met eenige onzekerheid, geïnterpoleerd kan worden. Door deze eigenschap is de sommatiecurve bruikbaar voor het overgaan van de eene schaal van fractieverdeeling op de andere; met behulp van een dergelijke transpositie kan men de resultaten van de eene methode van granulaire analyse met die van een andere vergelijken, zooals wij bij eenige voorbeelden zullen toonen.

De *distributiecurve of verdeelingskromme* heeft niet dit samenvattend karakter van de sommatiecurve en is in het meest karakteristieke deel, de top en de grootste subfractie's, vrij gevoelig voor analysefouten, terwijl men de meest juiste vorm van de verdeelingscurve — een afgeronde lijn, zie b.v. fig. 15 — juist in dat gedeelte niet met voldoende zekerheid uit de analysecijfers kan opmaken en dit, desgewenscht, liever via de sommatiecurve moet doen, waar dit in het bijna rechtlijnige deel juist gemakkelijk gaat. Terwijl de sommatiecurve in hooge mate onafhankelijk is van de

subfractiegrenzen, die men gekozen heeft, is het omgekeerde bij de distributiecurve in sterke mate het geval: een kleine verschuiving van de grens kan de verhouding van de grootte der kolommen zeer wijzigen en een ander beeld te voorschijn brengen. Zeer duidelijk komt dit naar voren bij het onderzoek der lössmonsters, waarbij ten deele (methode КОРЕЦКЫ) de grenzen 16—35—50, ten deele (Amerikaansche zeven) 16—43—50 gebruikt worden; de grens van 35 resp. 43 valt juist in het gebied waar de meeste deeltjes voorkomen, en deze betrekkelijk geringe verschuiving van de grens geeft een enorm verschil in den vorm van de distributiecurve. Terwijl de sommatiecurven in fig. 9 en 11 ongeveer denzelfden vorm hebben en de lössmonsters uit deze beide groepen zeer eenvormig zijn, vertoonen de distributiecurven in fig. 10 resp. fig. 12 een zeer verschillend beeld. Voor één en hetzelfde geval, namelijk het gemiddelde van 132 lössmonsters, vindt men iets dergelijks in fig. 15 afgebeeld.

Den invloed van de analysemethode vindt men verder geïllustreerd door fig. 57 voor vier grondmonsters, afgebeeld naar analyse met Nederlandsche en Amerikaansche zeven, en volgens de Nederlandsch-Indische fractiegrenzen. Het eerste voorbeeld, de gemiddelde lijn voor zes monsters potklei (zie ook blz. 622 en fig. 43) geeft bij de Nederlandsche en Amerikaansche zeven bijna geen verschil, terwijl ook bij de Nederlandsch-Indische fractieverdeeling — hier voor de overzichtelijkheid in spiegelbeeld weergegeven, met de fijnste subfractie's links — het algemeene beeld hetzelfde is, al is er bij de verhouding der afzonderlijke fractie's wel eenig verschil. De drie andere voorbeelden geven zandgronden; Nederlandsche en Amerikaansche fractiegrenzen geven in hoofdzaak hetzelfde beeld, met eenige verschuiving in de verhouding der subfractie's; ook de tweetoppigheid bij het onderste voorbeeld wordt door beide op ongeveer dezelfde wijze aangegeven. De Nederlandsch-Indische methode met haar geringer aantal subfractie's geeft een geheel ander beeld, al kan men de hoofdtrekken er nog wel in weer vinden.

Tegenover de bovengenoemde zwakke zijden van de distributiecurve staat, zooals gezegd, dat deze een veel sprekender en een duidelijker gevarieerd beeld geeft dan de sommatiecurve en daarom voor het karakteriseeren en het indeelen van gronden in menig opzicht bruikbaar is. De vorm van den top, en in het bijzonder de tweetoppigheid, kan men er veel gemakkelijker en duidelijker uit aflezen dan uit de sommatiecurve, en zoo over het geheel de onderlinge verhouding der subfractie's. Het komt er dus maar op aan of men dergelijke verschillen wil releveeren dan wel die, als van ondergeschikt belang, of als min of meer toevallig, juist wil terugdringen, of men aan de distributie- dan wel aan de sommatiecurve de voorkeur zal geven.

De distributiecurve kan op twee wijzen grafisch worden weergegeven, namelijk door een *lijngrafiek* en door een *blokgrafiek*. De blokgrafiek is in Nederlandsch-Indië reeds sedert ruim dertig jaar in gebruik en neemt daar bij het grondonderzoek een vooraanstaande plaats in (zie ook dit Hoofdstuk, sub *g*); ook elders wordt deze wijze van voorstellen veel gebruikt. Een voordeel is o.a. dat de blokgrafiek de afzonderlijke subfractie's duidelijk aangeeft, ook waar deze in de lijngrafiek in een nagenoeg recht-

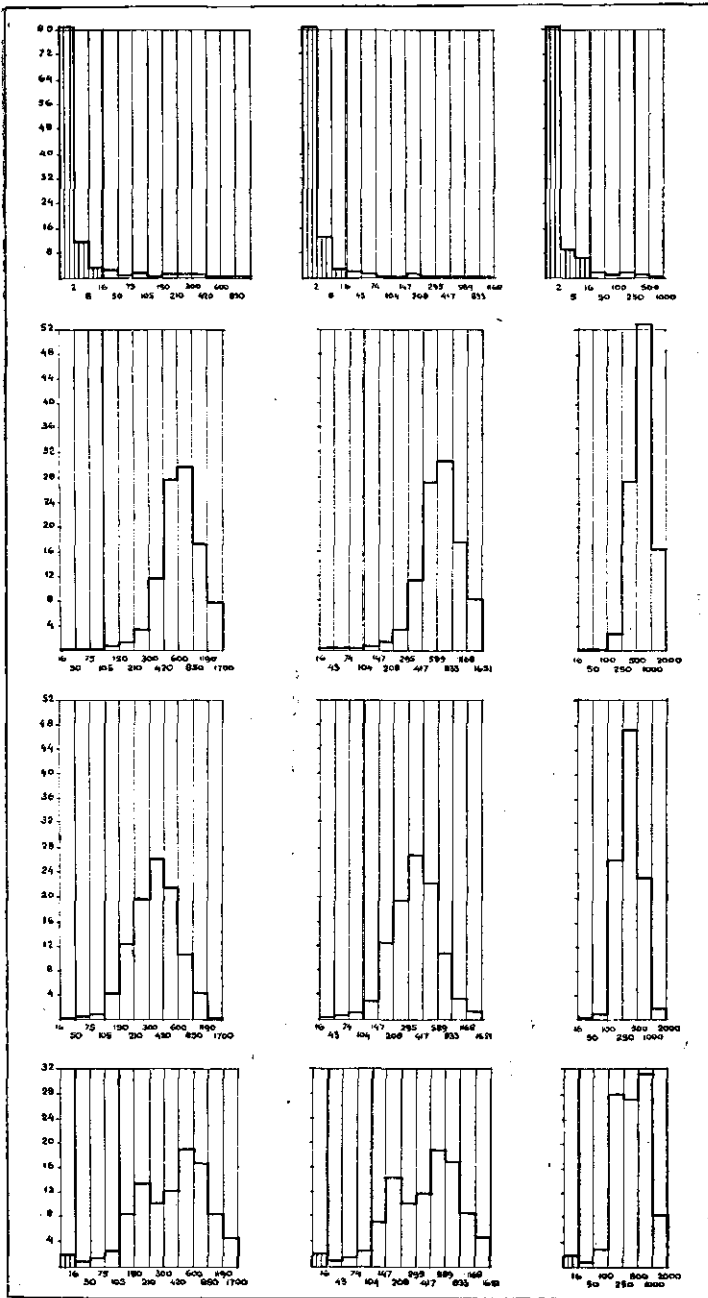


Fig. 57. Distributiecurven voor vier monsters, volgens drie systemen: Nederlandsche methode (links), Amerikaansche zeven en Ned.-Indische methode (rechts). 1. Gemiddelde van zes monsters potklei; 2. grove zandgrond bij Assel (Vel.); 3. minder grove zandgrond bij idem; 4. grove zandgrond bij Gieten (Dr.).

lijnig gedeelte van de curve liggen en daar moeilijk te onderscheiden zijn (zie b.v. fig. 58). Aan den anderen kant zijn blokgrafieken minder geschikt voor het vergelijken van een aantal curven in één diagram: daarvoor kiest men liever een lijngrafiek. Een en ander wordt door fig. 58 verduidelijkt, terwijl men in figuren 7, 8 en 13 verdere voorbeelden vindt.

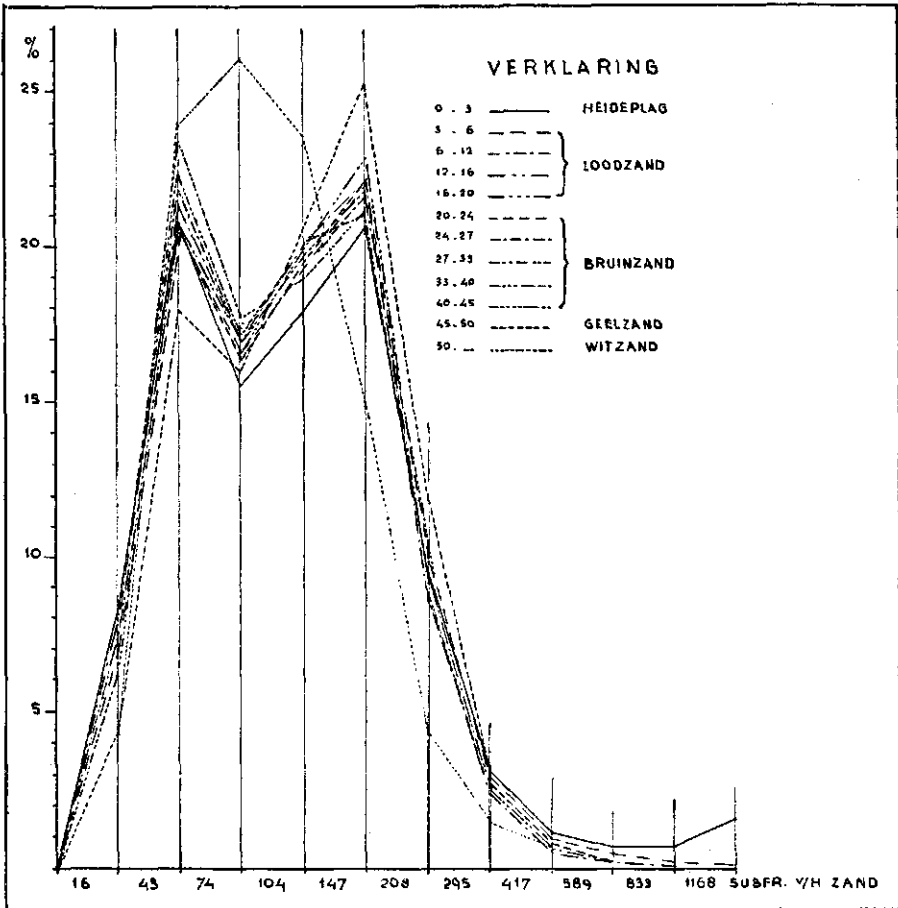


Fig. 58. Distributie-lijngrafiek voor 12 monsters van verschillende lagen uit een heidepodsol-grafiek. Geschikt voor een vergelijking der granulaire samenstelling: het monster witzand beneden 50 cm is duidelijk van andere samenstelling, het monster geelzand 45—50 cm wijkt eenigszins af. Bij sommige monsters komen de subfractie's 16/43 en 208/295, waarvoor het punt op een nagenoeg rechtlijnig gedeelte der curve ligt, niet voldoende duidelijk uit.

Bij het grondonderzoek aan de drie Groninger instellingen is voor de distributie-blokgrafiek een gedrukt diagram in gebruik, waarvan verschillende figuren (fig. 3, 5 en andere) afbeeldingen geven.

Uit een en ander volgt dat de sommatiecurve theoretisch de mooiste is

en zich het best leent voor berekeningen, transpositie's en andere afleidingen; de distributiecurve geeft het meest demonstratieve en karakteristieke beeld, en is daardoor voor de typeering van de subfractieverdeeling soms meer geschikt.

d. Samenvatten van de korrelgrootte-verdeeling in een enkel cijfer

De percentage-cijfers, die men voor de subfractie's bij de granulaire analyse krijgt, zijn bij eenige oefening voldoende overzichtelijk en hanteerbaar; het beeld, dat de fractiediagrammen geven, is echter voor de meesten duidelijker en makkelijker te overzien. Beide methoden zijn evenwel onhandzaam, wanneer men een groot materiaal aan grondmonsters te bestudeeren of te vergelijken heeft. Eenvoudiger, samenvattende cijfers zijn dan welkom. Zooals wij reeds in Hoofdstuk X bespraken kan men daarvoor gebruiken :

1. het *M-cijfer*, de *mediaan van de korrelgrootte-verdeeling der minerale deelen*, de deeltjesgrootte dus waar de sommatiecurve de 50 % lijn snijdt, en die het cijfer aangeeft waarboven en waar beneden 50 gewichtspercenten van de deeltjes vallen. Dit cijfer is uit de sommatiegrafiek direct af te lezen en is vooral voor de zandgronden, en in het bijzonder voor degene met een steil verloopende sommatiecurve, zeer handig en bruikbaar, aangezien het vrijwel loodrecht op deze lijnen gemeten wordt en dus hun onderlinge ligging scherp aangeeft. Voor de zware gronden heeft dit cijfer minder beteekenis, in zooverre als bij de in zwang zijnde analyse-methoden de fijnste fractie vaak reeds meer dan 50 % omvat en er dus geen snijpunt met de 50 %-lijn is; daarenboven loopen de lijnen voor de zware gronden in de sommatie-grafiek meestal in meer schuine richting, en zijn dus alleen door de M-waarde veel minder goed gedefinieerd dan de steil en bijna parallel verloopende sommatiecurven van vele zandgronden — men zou er de kwartielwaarden, zie blz. 642 en verderop punt 5, bij moeten betrekken —, terwijl onregelmatigheden in den vorm (b.v. meertoppigheid) bij de zware gronden meer voorkomen (althans in Nederland) dan bij de zandgronden;

2. het *soortelijk oppervlak der deeltjes*. Aangezien het soortelijk oppervlak zeer sterk toeneemt, naarmate de deeltjes kleiner worden, en de cijfers bij de afslibbare subfractie's onevenredig sterk stijgen, zoodat deze subfractie's op het soortelijk oppervlak van een mengsel een sterk domineerenden invloed hebben, gebruikt men in ons land het soortelijk oppervlak in hoofdzaak als maat bij de zandfractie van een grond, dus voor de deeltjes groter dan 0,016 mm; dit getal wordt het *U-cijfer* genoemd. Men moet er wel op bedacht zijn dat het U-cijfer niet betrekking heeft op den grond, maar slechts op de zandfractie van dien grond: het soortelijk oppervlak van den grond is groter en, naarmate er meer „afslibbaar” in voorkomt, enorm veel groter dan het U-cijfer aangeeft.

Hoe sterk het U-cijfer toeneemt naarmate de deeltjes kleiner zijn, toont het volgende tabelletje voor de U-cijfers der subfractie's, die men bij het gebruik van verschillende soorten zeven krijgt.

TABEL G

U-cijfer voor verschillende subfractie's

Nederlandsche normaalzeven (N 480)	U	Amerikaansche zeven	U	Methode-Kopecky	U
1700—1190 (2000—1400)	7,0	1651—1168	7,2		
1190—850 (1400—1000)	10,0	1168—833	10,2		
850—600	14,1	833—589	14,4		
600—420	20,0	589—417	20,3		
420—300	28,3	417—295	28,7		
300—210	40,1	295—208	40,6		
210—150	56,6	208—147	57,5	> 100	50
150—105	80,1	147—104	81,3	100—75	115
105—75	113,2	104—74	114,5	75—50	164
75—50	164,4	74—43	179,5	50—35	240
50—16 (slibben) . . .	373,0	43—16	397,0	35—16	433

Uiteraard geeft het U-cijfer niet de subfractieverdeeling in zijn geheel en in alle details weer: het is een samentrekking daarvan, en grondmonsters met verschillende fractieverdeeling kunnen eenzelfde U-cijfer hebben. Doordat ook in het U-cijfer van de zandfractie de fijnere subfractie's een overwegenden invloed hebben, kunnen er zelfs vrij groote verschillen bij de minder fijne of de grovere fractie's voorkomen bij eenzelfde U-cijfer. HOOGHOUT heeft hierop gewezen in zijn desbetreffende mededeeling ¹⁾ en eenige fictieve voorbeelden gegeven; fig. 59 en 60 illustreeren dit met eenige voorbeelden uit de praktijk van het grondonderzoek in Nederland. De monsters kunnen, zooals men ziet, zelfs in bodemkundig duidelijk verschillende groepen liggen.

Het U-cijfer is voornamelijk ontwikkeld ten behoeve van onderzoekingen betreffende de waterhuishouding van den grond; de doorlatendheid van lichtere gronden b.v. blijkt daarmede nauw samen te hangen. Hoewel het uit zijn aard de verdeeling van de korrelgrootte niet anders dan globaal en met een vrij groote onzekerheid kan aangeven, is het voor de indeeling der grondsoorten toch een handig hulpmiddel gebleken, dat geschikt is om de lichtere gronden in eerste instantie naar fijnheid te karakteriseeren. Bij de resultaten van de granulaire analyse is dan ook het U-cijfer een dergene, die als regel bepaald (berekend) en vermeld worden. In hoeverre men het M-cijfer, dat de verdeeling van de korrelgrootte meer direct en regelmatig aangeeft, als samenvattend cijfer zal prefereren, zal voornamelijk afhangen van de beschouwingen, die men er aan wil vastknopen.

3. Terwijl het M-cijfer en het U-cijfer bij de lichtere gronden en meer in het bijzonder bij de zandgronden zeer goede diensten bewijzen, verliezen deze hun betekenis bij de zwaardere gronden, waar de fijnste deeltjes met hun overwegend veel grooter soortelijk oppervlak een zooveel belangrijker rol spelen. Voor het M-cijfer werd dit boven sub 1 uiteengezet. Wat

¹⁾ S. B. HOOGHOUT, Verslag. Landb. Onderzoek. 43 (1937), 9.

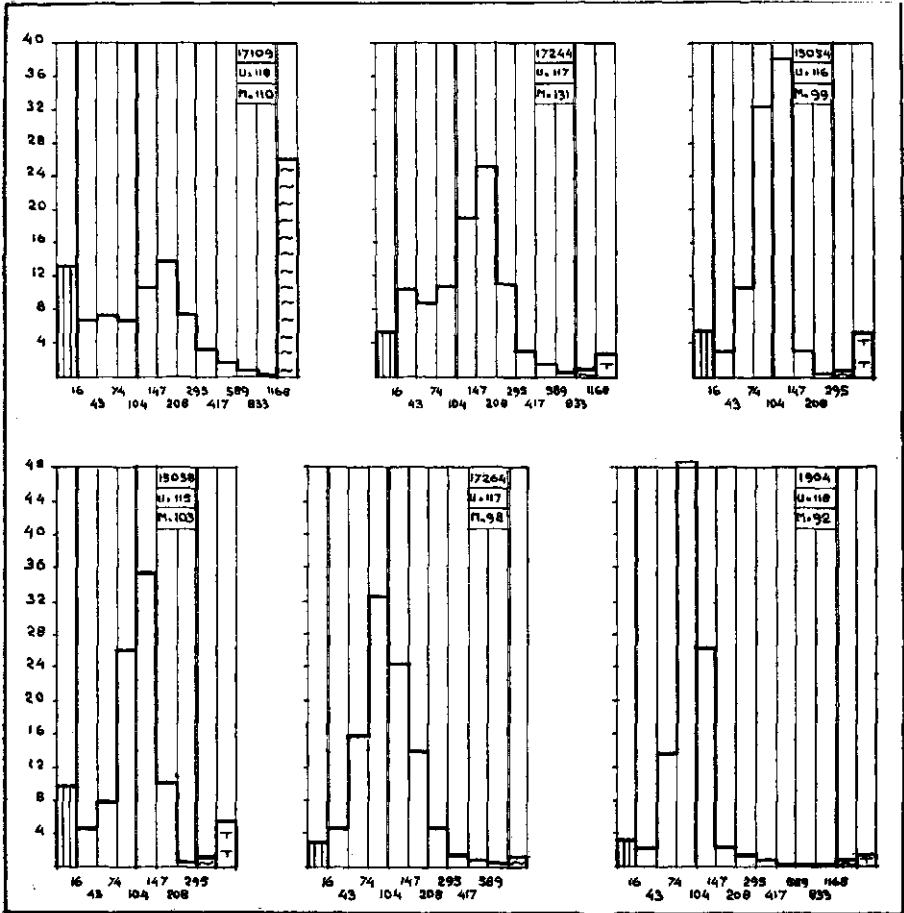


Fig. 59. Zes monsters met een U-cijfer van 115—118 en zeer verschillende distributiecurven. Men vergelijkte o.a. de subfractie, waarin de top valt; de hoogte van den top; de steilte of breedte daarvan, enz.

het U-cijfer betreft, zou men wel een overeenkomstig cijfer voor het soortelijk oppervlak van de afslibbare deelen kunnen gebruiken; maar men heeft bij deze gronden vooral behoefte aan een cijfer, dat het oppervlak van *alle* deeltjes op geschikte wijze aangeeft. Men vindt dit in de *hygroscopiciteit*, waarmee aangegeven wordt de hoeveelheid vocht, die door het oppervlak onder bepaalde omstandigheden (gebruikelijk is b.v. de dampspanning van 10 % zwavelzuur bij kamertemperatuur) wordt geadsorbeerd. Zoals fig. 61 toont, stijgt de hygroscopiciteit vrij sterk, naarmate de deeltjes fijner zijn, maar in veel mindere mate dan het oppervlak zelf; daardoor is dit cijfer een geschikte karakteristiek voor de zware gronden. Het is bij het grondonderzoek in Nederland nog slechts weinig in gebruik genomen; in andere landen, waaronder Nederlandsch-Indië, meer.

Met de hygroscopiciteit verwant zijn andere eigenschappen, die met reacties aan de oppervlakte der deeltjes samenhangen, zoals b.v. het totaal basenbindend vermogen (T), dat in Nederland geregeld bij bodemkundige studies betrokken wordt. Op deze zijden van het vraagstuk, waarbij o.a. het adsorptie-complex (klei-humus) een groote rol speelt, wordt hier niet ingegaan.

4. Nog op andere wijze kan men de resultaten der granulaire analyse in een enkel cijfer samenvatten, namelijk door de *fijnste subfractie of subfractie's uit te drukken als percentage van de minerale deelen of van de betreffende hoofdfractie*. Doet men dit bij het zand met de drie fijnste subfractie's (het „fijner deel”, van 0,016 tot 0,105 mm), dan krijgt men een cijfer dat in vrij groote mate parallel loopt met het U-cijfer, waarin immers die drie fijnste subfractie's verreweg het grootste aandeel hebben. Bij een bepaald grondtype kan de correlatie zelfs zeer nauw, nagenoeg

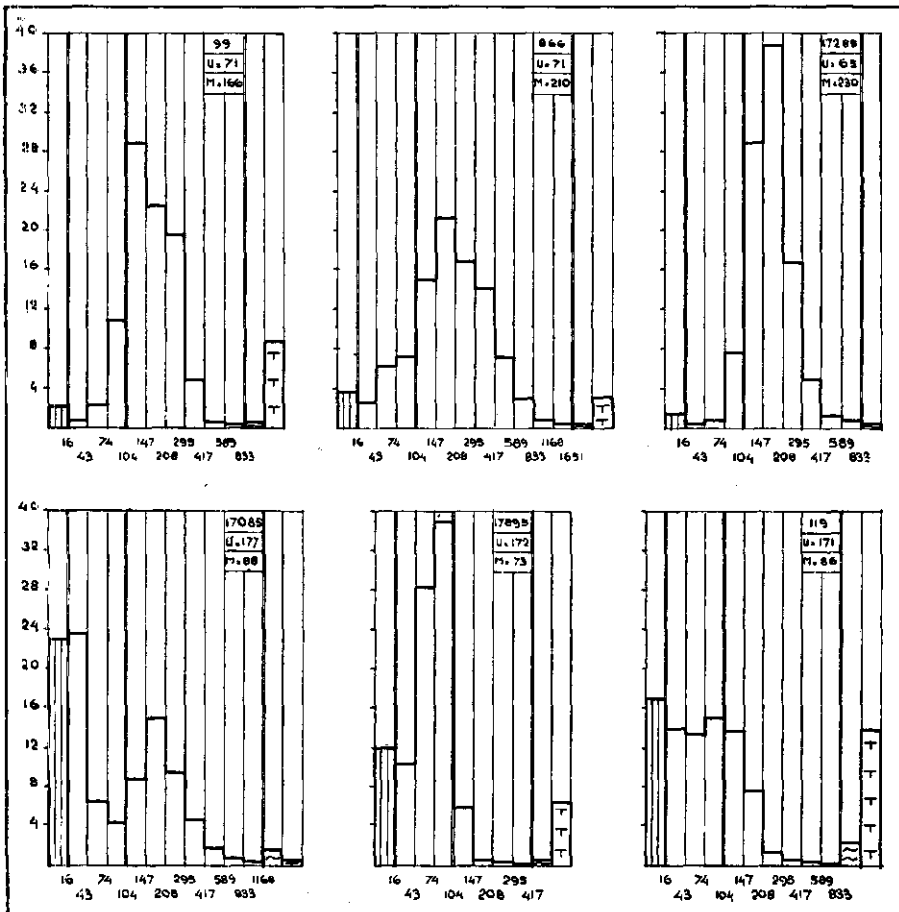


Fig. 30. Distributiecurven voor drie monsters met een U-cijfer van 65—71: aanzienlijke verschillen in top, breedte, voet, enz. Idem voor drie monsters met een U-cijfer van 171—177: groote verschillen in vorm, b.v. tweetoppigheid.

rechtlijnig zijn; bij verschillende grontypen komen echter verschillende correlatie's te voorschijn (zie fig. 62), zooals niet anders te verwachten is door den invloed die de grovere subfractie's toch altijd nog hebben. In het algemeen kan dus het „percentage fijner deel”, dat zeer eenvoudig te

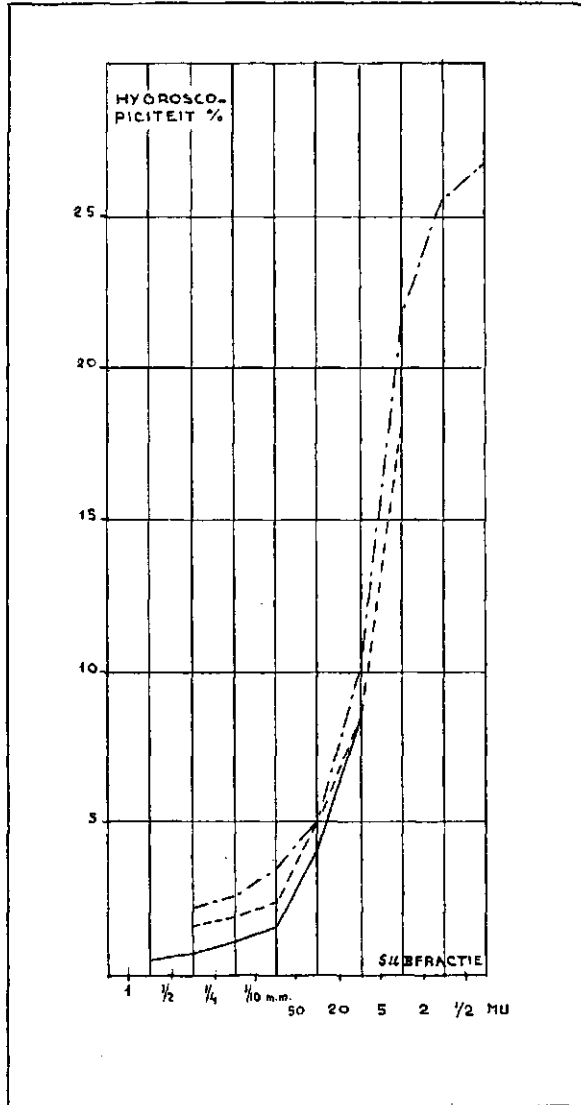


Fig. 61. Hygroscopiciteit van de tien subfractie's volgens Ned. Indische fractieverdeeling, bij mengsels der subfractie's van zandige gronden (getrokken lijn), van zware gronden (streepjes) en van subfractie's van een zeer zwaren grond (streep-stippel).

Ontleend aan O. DE VRIES, „Over den grond in de Vorstenlanden”, Meded. v. h. Proefstation voor Tabak No. 1, 1911, blz. 20.

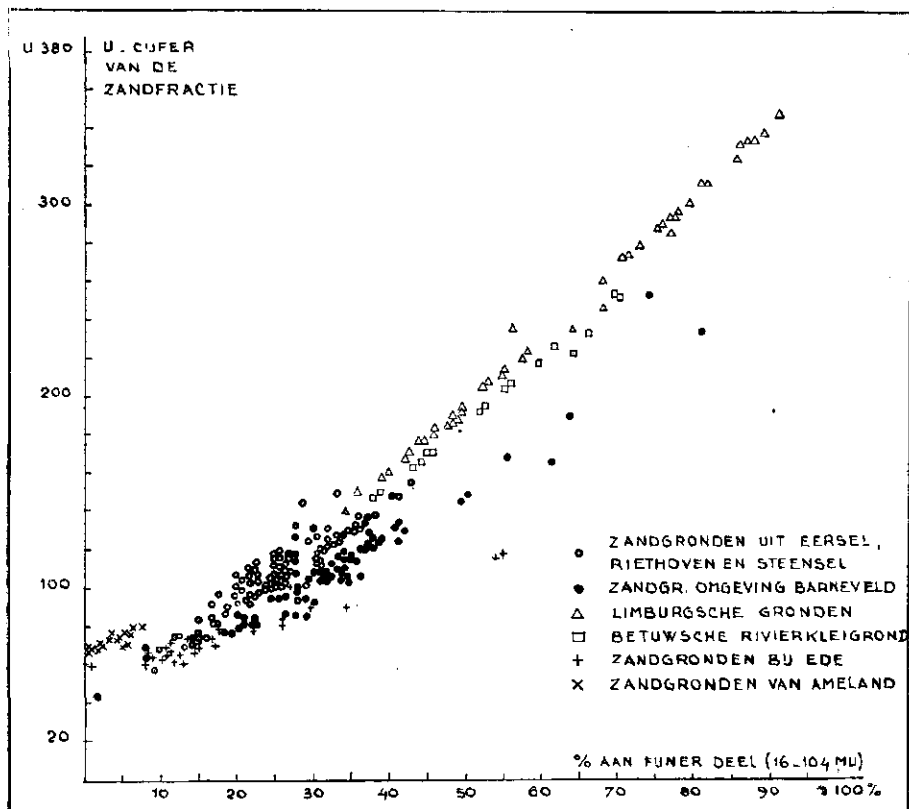


Fig. 62. Verband tusschen percentage „fijner deel van het zand” (subfractie's 16—105 μ) in procenten op totale zandfractie, en U-cijfer, bij verschillende groepen grondmonsters. Naar H. KOORNNEEF.

bepalen is, niet dienen om het U-cijfer te vervangen of het U-cijfer er uit af te leiden; bij een beperkt materiaal, dus b.v. vele grondmonsters uit één streek, kan de correlatie zoo nauw zijn dat bepaling van het U-cijfer (dus volledig uitzeven van het zand) onnoodig wordt, en men met de verdeling in drie fractie's volgens КОРЁККУ of volgens een andere methode kan volstaan. Zooals het M-cijfer en het U-cijfer een eenvoudig, makkelijk hanterbaar beeld van de korrelgrootte van het zand geven, maar men er geen juist noch een volledig beeld van mag verwachten, zoo kan het „percentage fijner deel” in sommige gevallen deze cijfers vervangen (en verdient dan de aandacht, omdat het veel makkelijker en sneller te bepalen is); maar in het algemeen is het daartoe niet in staat.

Op overeenkomstige wijze kan men bij de zware gronden soms gemak hebben van het „percentage fijnste subfractie”, op afslibbaar berekend.

In andere gevallen kan het nut hebben om het soortelijk oppervlak te bepalen van een deel der zandfractie, b.v. van de deeltjes grover dan 0,075

of 0,105 mm, waardoor de overwegende invloed der fijnere subfractie's wordt uitgeschakeld, en men een U_{75} — of U_{105} — cijfer voor het grovere deel krijgt. Evenzoo kan het in sommige gevallen gewenscht zijn om alleen de zandfractie te beschouwen en daarvan de mediaanwaarde (M_{16}) te bepalen. Zoo b.v. wanneer men bij löss- of zavelgronden de zandfractie wil bestudeeren, onafhankelijk van het hooger of lager gehalte aan afslibbare deelen, om nauwkeuriger na te gaan of er in de samenstelling van het zand overeenkomst tusschen deze gronden is, en of wellicht hetzelfde zand met grooter of kleiner hoeveelheden slib vermengd is geraakt. Op een en ander wezen wij reeds in Hoofdstuk X.

5. Voor het definieeren van een kromme lijn als de sommatiecurve kan men, naast de M-waarde, de plaats der beide *kwartielen* (dus de korrelgrootte, waar deze de 25 % en de 75 % lijn snijdt) of een soortgelijke grootte (bij grond wellicht beter de 20 % en 80 % lijnen, of de 10 % en 90 % lijnen) nemen, of alleen den afstand tusschen beide kwartielen, al naar gelang men met een scheeve of met een symmetrische curve te doen heeft.

Hiermee zijn na verwant cijfers zooals het percentage van de subfractie, die het hoogste gehaltecijfer vertoont, of van de twee of drie *grootste subfractie's*, zooals wij die hier en daar (b.v. Hoofdstuk I, blz. 573, en Hoofdstuk II, blz. 580) wel gebruikt hebben.

Gaat men er van uit dat de fractiecurven als regel geen symmetrische en zeker geen regelmatige curven zijn — wat naar onze meening de feitelijke toestand is — dan hebben dergelijke cijfers maar beperkte beteekenis en doet men beter het volledige beeld van de verdeelings- en sommatiecurve, dus de betreffende diagrammen, te beschouwen, zooals dan ook meestal in deze verhandeling geschied is.

e. In Nederland gevolgde werkwijzen en methoden

De bepaling van de granulaire samenstelling van den grond heeft zich, zooals gezegd, in ons land zeer geleidelijk ontwikkeld, naarmate de behoefte zich voor bepaalde toepassingen deed gevoelen. Aanvankelijk stond voorop eene bepaling van de zwaarte van den grond, waarbij hoofdzak was eene verdeling in zand en afslibbaar gedeelte, met een grens van 16 mu (vroeger eenvoudigheidshalve, doch minder juist, als 20 mu aangegeven). Ook thans nog neemt deze bepaling bij het grondonderzoek voor de praktijk een groote plaats in: immers hierop berust het indeelen van grondmonsters in de lichte of „zand“- en de zware of „klei“-groep, bij welke twee groepen in allerlei opzicht verschillende analyse-methoden worden toegepast ¹⁾. Verder vormt de verdeling in klassen naar percentage afslibbaar den grondslag voor het vervaardigen van zwaartekaarten.

Deze eerste, eenvoudige indeeling geschiedde en geschiedt ook thans nog in het Rijkslandbouwproefstation en in het Bedrijfslaboratorium voor

¹⁾ Een overzicht vindt men in het boekje „Grondonderzoek“ door O. DE VRIES en F. J. A. DECHERING, uitgave van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek te Groningen (Tweede, vermeerderde druk, 1942).

Grondonderzoek in slibapparaten volgens KOPECKY, en wel worden daarbij twee cylinders achter elkaar gekoppeld, waardoor eene scheiding in grover deel van het zand (grens 90 mu ¹⁾), fijner deel van het zand (tot 16 mu) en afslibbaar wordt verkregen. Het Bodemkundig Instituut ²⁾ gebruikte voor de eenvoudige scheiding en zwaartebeplating de slibcylinders van ATTERBERG, waarbij de grens tusschen zand en afslibbaar ook bij 16 mu lag, terwijl volgens dezelfde methode ook andere fractie-scheidingen werden tot stand gebracht, met de grenzen 2 en 8 mu voor het afslibbare gedeelte (nog steeds in gebruik), en met de grenzen 76 en 152 mu voor de zandfractie (thans door de zeefmethode vervangen). Op de eerste scheiding (16 mu in het toestel van ATTERBERG) berustten onder andere de door D. J. HISSINK ³⁾ (als uitbreiding van de vroeger door ADOLF MAYER ⁴⁾ gekozen indeeling) opgestelde hoofdgroepen voor de indeeling der mariene gronden naar hunne zwaarte:

zand	0—10 %	afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen)
lichte zavel	10—20 %	afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen)
zware zavel tot lichte klei	20—40 %	afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen)
zware klei	40—60 %	afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen)
zeer zware klei	60—100 %	afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen)

Bij de zware gronden, en vooral bij de zavelgronden, deed zich al spoedig de behoefte gevoelen aan een nadere indeeling van het fijner deel van de zandfractie, waarmede verschijnselen als het slempig worden en het stuiven in verband konden worden gebracht. De uitvoering hiervan bij de ATTERBERG-methode werd boven reeds vermeld; ook bij de KOPECKY-methode was dit gemakkelijk te bereiken door het inschakelen van drie verdere cylinders, waardoor de zandfractie gesplitst wordt volgens de grenzen 16—35—50—75—90 mu ¹⁾, vier subfractie's die vroeger tezamen het fijnzand, en thans (ten einde niet in conflict te komen met de in Normaalblad 210 gestandaardiseerde nomenclatuur) „fijner deel van het zand” genoemd worden. Deze scheiding werd jaren lang uitgevoerd in alle gevallen, waarin die gewenscht werd, maar is thans vrijwel geheel in

¹⁾ Zie opmerking op blz. 646.

²⁾ Een overzicht van de gebruikte methoden, benevens eenige sommatiecurven volgens het toenmalig systeem, werd gegeven door D. J. HISSINK, „De methode van het mechanisch grondonderzoek”, Verslag. Landb. Onderzoek. 31, 261, 1926. Zie verder de litteratuur onder noot 4.

³⁾ Zie Rapport N^o. I van de Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk (1929), blz. 106.

⁴⁾ Verslag der Commissie tot het instellen van een nader onderzoek in zake de indijking der Lauwerzee, 1904, Bijlage G, blz. 8. Zie ook J. G. MASCHHAUPT, Verslag. Landb. Onderz. 33 (1928), blz. 170.

onbruik geraakt en vervangen door de zeefanalyse, waartoe het Bodemkundig Instituut in 1931 overging en waarbij de met de methode ATTERBERG van de „afslibbare” deelen bevrijde zandfractie door een stel zeven onder gestandaardiseerde conditie's van schudden en kloppen in elf subfractie's verdeeld wordt.

De verdere ontwikkeling leidde er toe dat er meer aandacht besteed werd aan de waterhuishouding van den grond, waarvoor de doorlatendheid en dergelijke eigenschappen bepaald moesten worden. Hiertoe werd in 1931 bij het Bodemkundig Instituut de zeefmethode ingevoerd, en wel met een stel Amerikaansche zeven en een Rotap-machine, waarbij machinaal geschud en geklopt wordt. Na de gebruikelijke voorbehandeling (methode A der Internationale Bodemkundige Vereeniging) werd de grond in ATTERBERG-cylinders van de fractie's kleiner dan 16 mu bevrijd — wat bij zeer zware gronden een nogal bewerkelijke geschiedenis is, aangezien daarbij 15—16 maal aangevuld, opgeschud en, bij een waterkolom van 30 cm, na 22½ minuut afgegoten moet worden — en vervolgens gezeefd. De zeefgrenzen vindt men in verschillende afbeeldingen aangegeven, o.a. figuur 56 op blz. 646, fig. 3 en verdere, en voorts in tabel H. Na het tot stand komen van Nederlandsch Normaalblad N 480 werden bij het Rijkslandbouwproefstation en het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek, en in 1940 ook bij het Bodemkundig Instituut, de Nederlandsche normaalzeven ingevoerd; de verhouding is hier ook ongeveer $\sqrt{2} = 1,41$, zij het iets minder regelmatig dan bij de Amerikaansche zeven, zooals tabel H toont.

TABEL H

Nederlandsche normaalzeven		Amerikaansche zeven	
Subfractie	Verhouding der grenzen	Subfractie	Verhouding der grenzen
16—50	3,12	16—43	2,69
50—75	1,50	43—74	1,72
75—105	1,40	74—104	1,41
105—150	1,43	104—147	1,41
150—210	1,40	147—208	1,41
210—300	1,43	208—295	1,42
300—420	1,40	295—417	1,41
420—600	1,43	417—589	1,41
600—850	1,42	589—833	1,41
850—1190	1,40	833—1168	1,40
1190—1700	1,43	1168—1651	1,41

Naast deze methoden kwam in later jaren in gebruik de pipetmethode, waarmede de fijnste subfractie's sneller en eenvoudiger kunnen worden bepaald. De grenzen kunnen daarbij naar wensch geregeld worden door de keuze van den tijd van bezinken en van de diepte, waartoe de pipet in de suspensie gestoken wordt; zij werden gelegd op dezelfde plaatsen als bij de vroegere methode, dus bij 2, 8 en 16 mu.

f. Voorbereiding van het grondmonster

Alle drie Groninger instellingen volgen bij het granulaire onderzoek, voor de voorbereiding van het grondmonster, de internationale methode A ¹⁾ (koken met waterstofperoxyde ter verwijdering van de organische stof, en met verdund zoutzuur ter verwijdering van de niet in water oplosbare carbonaten en van de bestanddeelen (gelen van ijzer, aluminium en kiezelzuur) die de kleideeltjes doen samenkiten).

Deze methode wordt echter niet door alle Nederlandsche instellingen gevolgd; zoo wordt bij het onderzoek, dat het *Instituut voor Suikerbieten-teelt* laat verrichten, op instigatie van Prof. Ir. J. HUDIG eene voorbehandeling alleen met H₂O₂ toegepast, terwijl de kleisuspensie met natriumoxalaat wordt behandeld, en de fractiegrenzen voor de pipetmethode bij 2, 10 en 16 mu worden gelegd.

g. Vergelijking met de in Nederlandsch-Indië gevolgde methodiek

Zooals men uit een en ander ziet is de granulaire analyse in Nederland aanvankelijk voor beperkte doelstellingen gebruikt en heeft deze zich geleidelijk, min of meer broksgewijze, ontwikkeld. Terwijl daardoor telkens wel op bevredigende wijze voldaan werd aan de gestelde, beperkte doeleinden, leidde dit niet tot een systematisch opgezette methodiek; er werden geen uniforme fractiediagrammen volgens een vast model verkregen. Zeker ook daardoor heeft de korrelgrootte-verdeeling als hulpmiddel bij de studie van den bodem in ons land een veel ondergeschikter rol gespeeld dan in andere landen en met name in Nederlandsch-Indië het geval is geweest. Daar werd direct bij den aanvang van het meer uitgebreide bodemkundig onderzoek, omstreeks 1908, door E. C. J. MOHR een volledige methode ter bepaling van de granulaire samenstelling ontworpen en systematisch doorgevoerd, die tot den huidigen dag een vaste plaats bij het grondonderzoek is blijven innemen, en waarbij elke week een serie van acht grondmonsters (of, door uitbreiding van de apparatuur, een veelvoud daarvan) werd onderzocht. Daardoor is aan het grondonderzoek in Nederlandsch-Indië de door MOHR gewenschte richting gegeven van een indeeling en karakteriseering, waarbij eene combinatie van de goede zijden van het Amerikaansche (topografisch beschrijvende) en het Duitsche (genetisch-geologische) systeem het doel was. Chemisch, mineralogisch en geologisch onderzoek worden ook verricht, maar nemen, vooral wat de twee eersten betreft, een tweede plaats in; het granulaire onderzoek staat voorop, waarbij de resultaten tot uitdrukking worden gebracht door het fractiediagram (de distributie-blokcure) en de fractiebuis, in welke laatste de tien fracties, gescheiden door dunne kurkplaatjes, bewaard blijven, zoodat men vorm, kleur en aard der korrels ook later steeds bestudeeren en vergelijken kan ²⁾.

¹⁾ Uitvoerig voorschrift zie: Mitt. Intern. Bodenk. Ges. 4, 217 (1929).

²⁾ Het is mij nog altijd een verheugenis dat ik, door een primitieve manier van bewaren in reageerbuisjes — zie de afbeelding in het Verslag over het jaar 1911 van het Proefstation voor Tabak, blz. 22 — MOHR inspireerde tot zijn geperfectioneerd systeem van fractiebuisen, en op die wijze mijnerzijds iets kon bijdragen tot den uitbouw van zijn systeem, waarvan de inwijding, die MOHR mij gaf in de eerste weken van mijn verblijf in Ned.-Indië (1909), mij tot een overtuigd aanhanger maakte.

Dit systematisch opgezette onderzoek, dat nu ruim dertig jaar geregeld is voortgezet, heeft tot een enorme collectie van fractiediagrammen en fractiebuizen geleid en is bij het grondonderzoek in Nederlandsch-Indië een van zelf sprekend iets geworden, waarnaar men bij elk monster in de eerste plaats vraagt. Merkwaardigerwijze is daarvan slechts druppelsgewijze iets naar Nederland doorgedrongen — b.v. zeer enkele publicatie's in het Landbouwkundig Tijdschrift ¹⁾ — en heeft deze basis voor de beoordeeling en het onderzoek van den grond hier niet op overeenkomstige wijze ingang gevonden. De voornaamste reden daarvan is vermoedelijk de betrekkelijke eenvormigheid in minerale samenstelling der Nederlandsche gronden, waarbij de onderscheiding in klei, veen en zand al van ouds bekend en gemeengoed is, terwijl de herkomst van de minerale deelen uit het Noorden of uit het Zuiden — dikwijls beide herkomsten gemengd, vooral in de bebouwde lagen — niet tot sprekende verschillen in het uiterlijk der subfractie's aanleiding geeft. Nederlandsche fractiebuizen geven niet het karakteristiek uiteenlopende beeld van de Indische; het Bedrijfs-laboratorium voor Grondonderzoek maakt, voor demonstratie in de scholen, slechts één serie ²⁾, die voor het heele land dient en waarbij naar de herkomst van het zand of de zandfractie niet gevraagd wordt. Pas verfijnd petrografisch onderzoek (o.a. door C. H. EDELMAN en zijn school) leert belangrijke petrografische verschillen bij Nederlandsche gronden kennen.

Vermeld werd reeds dat het in Nederlandsch-Indië de verdeelingskromme in blokfiguur met gelijkdeelige abscis is, die voor de weergave van de granulaire samenstelling gebruikt wordt. Een verschil met Nederland ligt daarin, dat men de grovere fractie's links, de fijnste rechts afbeeldt, dus omgekeerd als hier te lande gebruikelijk is. Ook zijn de subfractie-grenzen anders gekozen: MOHR sloot zich nauw aan bij de grenzen, die ATTERBERG had aangegeven. Fig. 56 op blz. 646 geeft eene vergelijking van de gebruikte indeelingen, waaruit o.a. blijkt dat de Nederlandsche methode bij het onderzoek van het zand meer subfractie's gebruikt, terwijl in Nederlandsch-Indië bij de fijnste deeltjes een grooter aantal subfractie's gekozen is. De aard der problemen — zeer veel zwaardere gronden in Nederlandsch-Indië; in Nederland belangrijkheid van het fijnere deel van het zand bij zavelgronden en lichte kleigronden, en bij problemen waarbij de doorlatendheid van den grond een rol speelt (drainage, wateronttrekking, enz.) — zullen de oorzaak van deze keuzen zijn geweest.

h. Toelichting bij de tabellen

Omtrent de in tabellen I—XXIV achteraan opgenomen cijfers en gegevens valt het volgende op te merken.

¹⁾ Zie o.a.: F. E. NIJDAM, Vergelijking tusschen Nederlandsche en Indische waardeschatting van den grond naar de mechanische samenstelling. Landbouwkund. Tijdschr. 49, 19 (1931); K. C. W. VENEMA, Eenige gegevens over den invloed van kalk en zwavel op roodarde, aschgrond en grauwarde op Java. Landbouwk. Tijdsch. 53, 908 (1941).

²⁾ Zie de afbeelding in „Grondonderzoek”, eerste druk, blz. 26, tweede druk, blz. 134.

De bemonsterde lagen zijn soms genomen tot bepaalde diepten, die voor alle boorplaatsen gelijk genomen werden; in andere gevallen zijn de op het oog te onderscheiden lagen afzonderlijk bemonsterd en is het aantal lagen en de dikte daarvan dus bij de verschillende boorgaten verschillend. In het laatste geval zijn de grenzen in cm aangegeven, zooals die in de boor gemeten werden; daarbij kan eenige verschuiving of samendrukking bij het inslaan van de boor hebben plaats gehad, zoodat deze begrenzing dus slechts als globaal is te beschouwen; zij is zeker niet tot op een centimeter nauwkeurig. Bij de onderste laag is op dezelfde wijze de ondergrens aangegeven, indien er een begrenzing te zien was; een cijfer tusschen haakjes, b.v. 168—(200), geeft aan dat daar de boring eindigde zonder dat de onderkant van een laag bereikt was.

De analysecijfers in de tabellen zijn afgerond volgens de regels, die daarvoor bij het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek gelden. Het humusgehalte, bepaald volgens de methode ISTSCHEREKOW, wordt steeds aangegeven in tienden, het humus-gloeiverlies in halven; het koolzure-kalkgehalte van af 0,1 % in tienden. Afslibbaar (kleiner dan 16 mu) en zandfractie in heelen; grind van 0 tot 0,5 in tienden, tot 5,0 in halven en boven 5 in heelen. De cijfers voor de subfractie's van 0 tot 0,5 in tienden, daarboven in heelen (in enkele gevallen in halven). Het M-cijfer wordt in eenheden opgegeven tot 200, daarboven afgerond tot vijftallen; het U-cijfer in eenheden tot 75, daarboven in vijftallen.

U_{16} is het gewone U-cijfer, het soortelijk oppervlak van de zandfractie (deeltjes van 16 tot 2000 mu); voor zoover daartoe aanleiding was, zijn ook berekend U_{75} en U_{105} , het soortelijk oppervlak van de deeltjes grover dan de aangegeven grens, met uitsluiting dus van de fijnere subfractie's.

Het M-cijfer geeft de mediaan van de granulaire samenstelling, dus de korrelgrootte waarboven en waarbeneden 50 % in gewicht valt. Het wordt gevonden door het snijpunt te nemen van de sommatiecurve met de 50 % lijn. Hierbij wordt als regel de rechte lijn genomen, die de twee naast gelegen punten verbindt, en niet de nauwkeuriger benaderde, geschatte gebogen sommatiecurve.

De onnauwkeurigheid, die begaan wordt door bij bepaling van het M-cijfer de rechte lijn te gebruiken, die de gehalten verbindt voor de subfractie, waarin de 50 % valt, komt merkbaar tot uitdrukking bij de lössgronden, waarbij een zeer groot percentage der deeltjes tusschen enge grenzen valt (zeer steile distributiecurve): het M-cijfer valt merkbaar hooger uit, wanneer men volgens de methode KOPECKY de grenzen 16—35—50 bepaalt, dan wanneer men zich (b.v. bij de combinatie ATTERBERG en zeven) met de grenzen 16 en 50 tevreden stelt. Dit komt doordat bij vele lössgronden de knik bij 35 mu rechts valt van de rechte lijn, die 16 en 50 verbindt. In fig. 11 is dit bij vergelijking der beide groepen duidelijk te zien; ook fig. 15 kan dit illustreeren.

Tabel K geeft cijfers voor eenige monsters, die volgens beide methoden zijn onderzocht.

Gemiddeld krijgt men bij deze gevallen, door verdeling in twee subfractie's in plaats van één, een mediaan-cijfer van 24,0 tegen 21,3. Echter zijn er eenige monsters, waarbij dit geen verschil maakt, en enkele

TABEL K

*M-cijfers bij monsters lössgrond, onderzocht bij subfractiegrenzen
16—50 resp. 16—35—50*

Monster- nummer	M uit 16 en 50	M uit 16, 35 en 50 (Kopecky)	Monster- nummer	M uit 16 en 50	M uit 16, 35 en 50 (Kopecky)
210718	15	14	210732	24	28
210719	18	18	210734	21	22
210738	14	14	210735	23	27
210739	23	26	210736	25	31
210740	14	14	210737	19	19
210741	24	27	210744	24	29
210742	29	39	210745	24	28
210743	25	29	210720	15	14
210727	24	28	210733	22	26
210728	23	25			
210729	21	23	Gemiddeld		
210731	21	23	21 gevallen	21,3	24,0

waarbij het tegengestelde effect optreedt, terwijl bij sommige het effect uitzonderlijk groot is. Dit hangt natuurlijk met details van den vorm en ligging der sommatiecurven samen; het toont welk een mate van benadering er in de gevolgde werkwijzen zit.

Ter aanvulling kan hieraan toegevoegd worden dat voor het gemiddelde der gebruikte 132 lössmonsters (zie fig. 15 op blz. 584) de M- en U-cijfers zijn:

	M	U
bij gebruik van de subfractiegrenzen 16—35—50 . . .	26,7	301,8
bij gebruik van de subfractiegrenzen 16 en 50 . . .	24,1	324,2

dus ook een zeer duidelijk verschil, waarbij de bovenste cijfers de juistere zijn en dan ook voor het algemeen gemiddelde gebruikt worden.

Het bezwaar van de te wijd uit elkaar gelegen subfractiegrenzen (16 en 50; ook 16 en 35 liggen verder uit elkaar dan wenschelijk is) treft men bij de subfractie's boven 50 mu niet aan, waar de verhouding der grenzen steeds nagenoeg 1,4 is (zie tabel H op blz. 660). Alleen bij de lössgronden, en bij andere gronden welker voornaamste subfractie's in dit gebied vallen, zal men werkelijke nadeelen ondervinden van deze onvolmaaktheid der onderzoekingsmethode, die bij de keuze van een verbeterde methode ontgaan zal worden.

TABELLEN

TABEL I

Duinzandmonsters uit

N°.	Boring	Laag	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie	Subfracti			
							0-16	16-50	50-75	75-100
211547	C 2	102-(200)	3½	0,5	6	90	7	1	0,2	½
211532	C 5	51-88	2	0,04	8	90	8	3	1	1
211533	C 5	88-(200)	1	1,3	2	96	2	1	0,3	½
211527	C 6	46-85	2	—	10	88	1	3	1	1
211528	C 6	85-133	1	0,3	5	94	4½	1	0,4	½
211529	C 6	133-(200)	1	2,7	2	94	2	½	0,2	0,4
211515	C 8	0-26	6½	0,1	7	86	8	2½	½	1
211516	C 8	26-55	2,5	—	6	92	6	2	½	1
211517	C 8	55-87	2,5	0,04	10	88	10	2½	½	½
211518	C 8	87-136	5	0,1	15	80	16	4½	1	1
211519	C 8	136-163	3	0,1	10	87	10	2½	½	1
211520	C 8	163-178	14	—	1	85	1	3½	½	1
211521	C 8	178-(200)	3	0,1	4	93	4½	1½	0,4	½
211581	D 1	93-(200)	2	0,3	6	92	6	1	0,3	½
211571	D 3	38-162	½	1,8	2	96	2	½	0,3	½
211572	D 3	162-(200)	3	3,5	2	91	2	1½	1	1
211563	D 5	0-31	5½	—	4	91	4	2½	½	1
211564	D 5	31-74	2½	0,1	3	94	2½	1	0,4	1
211565	D 5	74-(200)	1½	0,5	2	96	1½	½	0,4	½
211556	D 7	0-34	2½	—	2	95	2	1	½	1
211557	D 7	34-73	2	—	2	96	2½	1	½	1
211558	D 7	73-124	2½	—	2	96	1½	1	0,3	½
211559	D 7	124-(200)	1½	—	1	98	1	1	0,3	½
211608	E 1	219-106	3	0,7	11	85	11	1	0,2	½
211609	E 1	106-(200)	2	0,8	4	93	4½	1	0,2	½
211592	E 4	0-31	3	—	3	94	2½	1½	1	1
211593	E 4	31-59	2½	—	6	92	6	1½	0,4	1
211594	E 4	59-111	1	—	3	96	2½	1	0,3	½
211595	E 4	111-174	1½	—	2	97	1½	½	0,2	½
211585	E 6	0-36	3	0,1	2	95	2½	1	0,4	½
211586	E 6	36-82	2	0,1	2	96	2	1	0,3	½
211587	E 6	82-167	1½	0,3	2	96	2	1	0,4	1
211588	E 6	167-(200)	½	2,9	2	95	1½	½	0,3	½
211582	E 7	0-51	3½	0,6	2	94	2	0,4	0,2	0,
211583	E 7	51-168	1½	1,4	2	95	2	0,4	0,2	0,
211621	F 2	0-26	4	1,3	2	93	2½	1	½	1
211622	F 2	26-61	4½	1,2	4	90	4	2	½	1
211623	F 2	61-123	1½	0,1	4	94	3½	1	0,3	½
211624	F 2	123-(200)	3	0,1	2	95	3½	½	0,4	½
211616	F 4	0-44	1½	0,9	1	97	1½	0,3	0,1	0
211617	F 4	44-157	1½	0,5	1	97	1½	½	0,3	0
211618	F 4	157-(200)	½	5,8	1	93	½	0,4	0,1	0
211610	F 6	0-44	2	0,3	2	96	2	½	0,1	0
211611	F 6	44-157	1	—	1	98	1½	0,4	0,2	0
211612	F 6	157-(200)	2	—	3	95	3	2	½	1
211658	G 1	163-(200)	1	0,1	2	97	2½	½	0,2	½
211648	G 3	0-78	2	0,6	2	95	2½	1	0,3	½
211649	G 3	78-113	2½	—	10	87	10	2	½	1
211650	G 3	113-(200)	1	0,2	4	95	3½	1½	½	1

geving van Velsen

procenten op minerale deelen							M	U ₁₆	U ₇₅	U ₁₀₅
5-150	150-210	210-300	300-420	420-600	600-850	850-1190				
17	56	16	2	0,1	0	0	174	61	58	57
17	54	14	2	0,2	0	0	171	70	58	58
19	62	14	1½	0,1	0	0	174	62	59	58
16	52	14	1½	0,2	0,1	0	169	70	58	58
16	58	17	2	0,1	0,1	0	177	61	57	57
14	60	20	3	0,2	0	0	181	58	56	56
16	53	16	2	0,3	0,2	0	173	65	58	57
16	54	18	2	0,2	0	0	174	65	58	57
14	52	18	2½	0,2	0	0	173	66	57	56
15	48	13	1½	0,1	0,1	0	164	77	59	57
14	52	17	2	0,2	0,3	0,4	173	67	57	56
13	58	19	3	0,2	0,3	0,4	179	68	56	56
14	59	18	2	0	0	0	177	62	57	56
22	54	14	2	0,1	0	0	171	63	59	59
13	65	18	1½	0,1	0	0	178	59	57	56
15	66	12	1½	0,2	0	0	175	64	58	58
21	54	15	2	0,3	0,1	0	171	68	59	59
19	60	14	2	0,2	0	0	174	62	59	58
13	66	16	1½	0,1	0	0	178	59	57	57
24	53	16	2	0,1	0	0	173	63	59	59
25	54	14	2	0,1	0	0	171	63	60	60
21	57	16	2½	0,1	0	0	175	62	58	58
16	61	18	2	0,1	0	0	179	60	57	57
18	54	14	1½	0	0	0	170	62	59	58
21	57	14	2	0	0	0	173	62	59	59
33	48	11	2	0,1	0	0	162	69	63	62
28	48	13	2	0,1	0	0	165	67	61	61
27	52	14	2½	0,1	0	0	170	64	60	60
25	55	15	2	0,1	0	0	172	62	60	60
30	44	17	4	0,4	0,1	0,2	169	64	60	60
29	46	16	4½	0,3	0,1	0	171	63	60	59
32	45	15	3½	0,2	0,1	0	167	65	61	61
27	54	14	2	0,1	0	0	171	62	60	60
30	41	18	7	½	0,2	0,2	172	60	59	58
32	41	18	5	½	0	0,1	170	61	60	60
11	49	13	2	0,2	0,1	0,1	166	66	62	61
16	46	16	3	0,3	0,3	0,4	169	67	60	59
17	50	15	2½	0,1	0	0	169	64	60	60
15	54	14	2	0,2	0,1	0,1	171	62	60	60
6	51	18	3	0,2	0	0	174	60	59	59
3	51	12	1½	0,1	0	0	166	64	62	62
9	56	13	1	0	0	0	169	63	61	61
7	42	21	6	½	0,2	0	177	59	58	58
2	42	18	4½	0,3	0,1	0	170	62	60	60
5	39	15	4	0,2	0	0	163	69	62	61
6	48	11	1½	0,1	0	0	162	65	63	63
3	43	15	3½	0,4	0,3	0	166	65	61	61
6	46	12	2	0,3	0	0	162	69	61	60
6	52	13	2	0,2	0	0	168	66	61	60

TABEL I (Vervolg)

N ^o .	Boring	Laag	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie	Subfrac-			
							0-16	16-50	50-75	75-100
211638	G 5	0-15	3½	0,6	3	93	3	1	0,4	1
211639	G 5	15-61	2	0,31	2	96	1½	1	0,4	1
211640	G 5	61-83	2½	—	1	96	1	½	0,4	1
211641	G 5	83-99	1½	—	1	98	1	0,4	0,3	1
211642	G 5	99-127	1½	2,0	1	96	½	½	0,2	½
211643	G 5	127-(200)	1½	6,4	1	92	1½	½	0,3	½
211632	G 7	19-78	1½	1,6	2	95	2	1	0,3	½
211634	G 7	139-(200)	1	3,6	1	94	1½	½	0,2	½
Gemiddelde, 57 monsters			2,4	0,8	3,5	93,3	3,7	1,2	0,4	0,7

TABEL II

Duinzandmonsters uit

N ^o .	Omschrijving	Laag	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie		
							0-16	16-40
6529	Perceel 1178	0-20	1½	5,3	2	91	2½	½
6530		20-40	1½	5,2	2	91	2½	0,4
6531	Perceel 1701	40-60	1	5,3	2	92	2½	0,4
6532		0-20	1	6,5	2	90	2½	0,4
6533		20-40	1	6,5	2	91	1½	0,4
6534		40-50	1	6,6	2	90	2	0,4
6535	Perceel 1180	50-70	½	8,1	1	90	1½	0,3
6536		0-20	2	0,3	2	96	2	0,4
6537		20-40	2	0,2	2	96	2	½
6538	Perceel 1179	40-60	1½	0,3	2	96	1½	0,3
6539		0-20	1	2,8	2	94	1½	0,3
6540		20-40	1½	2,4	2	94	2	0,3
6541		50-70	½	5,3	1	93	1	0,3
6542	Perceel 1012	0-20	1½	2,5	2	94	2½	0,3
6543		20-40	2	2,0	2	94	2	0,3
6544	Perceel Nelis	40-60	1½	2,4	2	94	2	0,3
6545		0-20	1	4,7	2	92	2	0,3
6546		20-40	1	4,5	2	93	2	0,3
6547	Perceel 734	40-60	1½	5,0	2	92	2	0,3
6548		0-20	1½	0,2	2	96	2½	1
6549		20-40	1½	0,1	2	96	2½	1
6550		40-60	1½	0,2	2	96	2½	1

procenten op minerale deelen							M	U ₁₆	U ₇₅	U ₁₀₅
15-150	150-210	210-300	300-420	420-600	600-850	850-1190				
30	47	13	3	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	167	65	61	60
31	50	12	2	$\frac{1}{2}$	0,4	0	167	65	62	61
32	52	11	2	0,1	0	0	166	64	62	62
25	55	14	3	0,2	0	0	173	61	60	59
23	58	15	2 $\frac{1}{2}$	0,2	0,1	0	174	61	59	59
28	58	10	1	0,2	0	0	168	64	62	61
38	44	11	3	0,2	0,1	0	160	67	63	63
35	47	13	2 $\frac{1}{2}$	0,3	0	0	164	64	62	62
24,1	52,1	15,0	2,5	0,2	0,1	0	170	65,1	60,4	60,0

geving van Bennebroek

fracties in procenten op minerale deelen								M	U ₁₆
—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833		
$\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	43	44	6	1	0,2	0,1	148	71
$\frac{1}{2}$	2	43	44	6	1	0,2	0	149	70
$\frac{1}{2}$	2	41	46	6	1	0,2	0,1	151	70
$\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	47	42	4	1	0,2	0,1	143	72
$\frac{1}{2}$	2	46	43	5	1	0,3	0,1	146	71
$\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	46	43	4 $\frac{1}{2}$	1	0,2	0,1	145	71
0,3	2	44	47	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0,2	0,1	149	69
0,4	1	18	48	24	6	0,4	0,1	181	58
$\frac{1}{2}$	1	20	48	22	6	0,4	0	177	60
0,4	1	19	48	23	6	0,4	0,1	180	59
0,3	$\frac{1}{2}$	12	46	30	9	$\frac{1}{2}$	0,1	192	54
0,4	$\frac{1}{2}$	13	45	28	10	$\frac{1}{2}$	0,1	190	55
0,3	$\frac{1}{2}$	11	49	30	7	0,4	0,1	191	54
0,4	$\frac{1}{2}$	11	45	31	9	$\frac{1}{2}$	0,1	193	54
0,4	$\frac{1}{2}$	11	45	31	9	$\frac{1}{2}$	0	194	54
0,4	$\frac{1}{2}$	10	45	32	9	$\frac{1}{2}$	0	195	54
$\frac{1}{2}$	2	36	49	8	1 $\frac{1}{2}$	0,3	0,1	157	67
$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	35	50	9	1 $\frac{1}{2}$	0,3	0	158	67
0,4	1 $\frac{1}{2}$	34	50	9	2	0,3	0,1	159	66
	2 $\frac{1}{2}$	39	40	12	1 $\frac{1}{2}$	0,1	0,1	152	70
	2 $\frac{1}{2}$	40	40	12	1	0,1	0	151	70
	2 $\frac{1}{2}$	40	40	12	1	0,1	0,1	152	70

TABEL II (Vervolg)

N ^o .	Omschrijving	Laag	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie		
							0—16	16—40
6551	Perceel 1757	0—20	2	geen	2	96	1½	0,4
6552		20—40	1½	geen	2	97	1½	½
6553		50—70	½	1,7	1	97	0,3	0,1
6554	Perceel 1326	0—20	3	geen	3	94	3	½
6555		20—40	3	geen	3	94	2½	0,4
6556		40—60	3	geen	3	94	3	½
6557		0—10	1	3,6	1	94	1	0,2
6558	van Lierop	10—20	1	3,4	1	95	1½	0,2
6559	2½ m van greppel	20—40	½	3,5	1	95	1½	0,2
6560		40—60	½	3,8	1	95	1	0,1
6561		0—10	1	3,5	1	94	1½	0,2
6562	idem,	10—20	1	3,6	1	94	1½	0,2
6563	5 m van greppel	20—40	1	3,3	1	95	1½	0,2
6564		40—60	½	3,8	1	95	1	0,2
6565		0—10	1	3,2	1	95	½	0,2
6566	idem,	10—20	1	3,1	1	95	1	0,2
6567	10 m van greppel	20—40	½	3,1	1	95	1	0,2
6568		40—60	½	3,2	1	95	½	0,2
6569		0—10	3	5,8	1	90	1½	1½
6570	Perceel de Jong	10—20	1	4,7	2	92	2	½
6571	2½ m van greppel	20—40	1	4,5	2	93	1½	½
6572		40—60	1	5,6	2	91	2½	1
6573		0—10	½	4,4	1	94	1½	0,4
6574	idem,	10—20	½	4,4	1	94	1½	0,3
6575	5 m van greppel	20—40	½	4,6	1	94	1½	0,4
6576		40—60	½	5,0	2	93	2	½
6577		0—10	½	4,8	1	94	1½	0,3
6578	idem	10—20	1	4,7	1	93	1½	0,3
6579	10 m van greppel	20—40	1	4,8	1	93	½	0,3
6580		40—60	½	4,8	1	94	1½	½
6890	Tromp, Lisse	0—10	½	7,2	1	91	1	0,3
6891		10—20	1	6,8	1	91	1½	0,3
6892		20—40	1	6,7	2	90	1½	0,3
6893		40—60	½	8,2	1	90	1	0,3
Gemiddelde voor 56 monsters			1,2	3,7	1,5	93,6	1,7	0,3

fracties in procenten op minerale deelen								M	U ₁₆
—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833		
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	9	45	34	8	$\frac{1}{2}$	0,1	196	54
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	10	45	33	8	$\frac{1}{3}$	0,1	196	54
0,1	$\frac{1}{3}$	9	47	34	8	$\frac{1}{3}$	0,1	198	52
0,4	$\frac{1}{2}$	9	46	33	7	0,4	0	195	54
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	9	47	33	7	0,3	0	193	54
0,4	$\frac{1}{2}$	8	45	35	7	0,3	0,1	196	54
0,1	0,4	9	44	37	8	0,3	0,1	201	52
0,1	$\frac{1}{2}$	8	44	36	9	0,4	0	201	52
0,1	$\frac{1}{2}$	9	46	34	8	0,4	0	196	53
0,1	0,4	7	44	39	8	0,3	0	204	51
0,3	0,4	8	42	38	9	0,3	0	204	51
0,3	0,4	7	42	39	9	0,4	0	206	51
0,3	0,3	7	42	39	9	0,4	0	207	51
0,1	0,4	6	41	41	10	0,3	0	211	50
0,3	0,2	6	42	40	10	0,4	0	210	50
0,3	0,3	7	43	39	9	0,4	0	206	51
0,3	0,3	6	44	39	9	0,4	0	204	51
0,1	0,3	6	42	40	11	0,3	0	213	50
1	$2\frac{1}{2}$	38	43	11	1	0,1	0	153	72
1	$2\frac{1}{2}$	37	43	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	156	69
$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	39	42	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	154	69
1	2	36	44	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	156	70
$\frac{1}{2}$	2	36	46	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	158	67
0,4	2	35	46	13	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	159	66
$\frac{1}{2}$	2	35	46	13	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	159	67
$\frac{1}{2}$	2	35	45	13	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	158	67
0,4	2	36	45	13	$1\frac{1}{2}$	0,2	0	158	66
0,4	2	36	45	13	$1\frac{1}{2}$	0,1	0,1	158	67
$\frac{1}{2}$	2	38	45	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	157	67
$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	36	45	12	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	157	68
0,3	1	23	44	28	$2\frac{1}{2}$	0,1	0	178	60
0,3	1	22	44	28	$2\frac{1}{2}$	0,1	0	180	59
0,3	1	23	44	28	2	0,1	0	178	60
0,3	1	24	46	26	$1\frac{1}{2}$	0,1	0	176	60
0,4	1,3	23,7	44,7	22,7	4,8	0,3	0	174	60,4

TABEL III

Diverse lössmonsters, onderzo

N ^o .	Omschrijving	Laag	Humus	CaCO
64455	Kerkrade, gescheurde weide	—	2,5	—
64456	" , akker	—	2	0,3
78568	Gras-boomgaard te Mesch bij Eijsden . . .	—	3,5	0,3
79605	" " Valkenburg (L.)	0—10 cm	2,4	1
79606	" " " (")	10—25 "	1,2	2
88050	Boomgaard bij Eijsden	0—40 "	2,1	—
88052	" " "	0—40 "	2	—
105684	Proefveld Ramakers, Helmond (gem. Beek)	bovengrond	2,1	0
105685	" " " " (" ")	ondergrond	0,8	0
105686	" Gebr. Voncken	bovengrond	2,5	—
105687	" " "	ondergrond	0,9	—
105688	" Handels	bovengrond	1,7	—
105689	" " "	ondergrond	0,6	—
105690	" Willems, Schinnen	bovengrond	2,4	0
105691	" " "	ondergrond	0,8	—
	Gemiddelde van 15 monsters . .		1,8	0,2

TABEL IV

Diverse lössmonsters, onderzo

N ^o .	Omschrijving	Laag	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie		
							0—2	c
6775	Nuth, Wienerweg	0—20	3,3	0	30	67	16	
6776	idem	25—40	1,0	0	36	63	21	
6777	idem	90—100	0,3	0	34	66	19	
6778	idem	ca. 210	0,1	15	22	63	12	
6779	Spaubeek	0—10	2,5	0	28	69	15	
6780	idem	10—20	2,3	0	28	70	15	
6781	idem	25—40	0,7	0	34	65	21	
6782	idem	65—80	0,3	0,2	33	66½	18	
6783	idem	ca. 110	0,2	13	22	65	13	
6786	Ubachsberg	0—20	3,8	0	29	67	18	
6787	idem	20—35	2,4	0	31	67	20	
6788	idem	35—50	0,9	0	36	63	23	
6790	Eijs	bouwvoor	3,2	1	26	70	16	
13801	Voetbalterrein Juliana, Heer- len, Westzijde	0—10	5,0	0	28	67	14	
13802	idem	10—30	1,5	0	32	67	16	
13803	idem	30—60	1,0	0	34	65	17	
13804	idem	60—100	0,5	0	38	62	20	
13805	idem	100—150	0,5	0	39	61	20	
13806	idem, Oostzijde	0—10	5,0	0	28	67	15	
	Gemiddelde van 19 monsters		1,5	—	31,8	65,5	17,4	

gens de methode Kopecky

fslib- baar	Zand- fractie	Subfracties in procenten op minerale deelen						M	U ₁₆
		0—16	16—35	35—50	50—75	75—100	> 100		
31	67	32	31	24	7	$\frac{1}{2}$	5	25	305
29	69	30	30	25	0	$\frac{1}{2}$	4	27	300
26	70	27	32	27	8	$\frac{1}{2}$	5	28	305
31	66	32	29	23	8	$1\frac{1}{2}$	6	26	295
30	67	31	30	24	9	$1\frac{1}{2}$	5	26	300
28	70	28	27	22	11	$1\frac{1}{2}$	11	30	270
32	66	33	28	22	9	1	7	26	290
33	65	34	24	26	12	1	3	37	265
39	60	39	22	22	14	1	$1\frac{1}{2}$	24	290
29	68	30	32	29	8	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	26	315
30	69	30	33	28	8	0,3	0,4	26	320
32	66	32	28	27	11	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	26	300
33	90	34	30	26	9	$\frac{1}{2}$	0,3	24	320
30	68	31	32	26	7	$\frac{1}{2}$	4	25	310
28	71	29	31	29	9	1	$1\frac{1}{2}$	27	310
30,8	67,2	30,8	29,8	25,7	9,3	0,9	3,5	26,3	300

Amerikaansche zeven

Subfracties in procenten op minerale deelen											M	U ₁₆	
16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651			
52	12	$1\frac{1}{2}$	1	1	1	$\frac{1}{2}$	0,4	0,3	0,3	0	23	330	
52	11	1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0	21	350	
54	11	$\frac{1}{2}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	21	355	
55	20	1	0,2	0,4	$\frac{1}{2}$	0,1	0,1	0	0	0	26	335	
48	15	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1	0,4	0,1	0,1	25	310	
51	14	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	2	1	$\frac{1}{2}$	0,3	0,2	0	24	325	
48	16	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0	22	335	
54	11	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	21	355	
54	17	$1\frac{1}{2}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	24	335	
51	11	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1	23	330	
49	14	2	1	$\frac{1}{2}$	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0	23	330	
49	12	1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	21	345	
55	11	2	1	$\frac{1}{2}$	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0	24	340	
54	10	2	$1\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0,2	0,2	0	23	335	
55	10	1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0	22	350	
53	11	$\frac{1}{2}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	21	350	
51	9	$\frac{1}{2}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	20	360	
51	9	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	20	360	
58	8	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0,4	0,3	0,2	0	23	350	
2	52,4	12,1	1,6	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,0	0,1	22,6	341

TABEL V

Monsters onverplaa

Nº.	Boring	Laag	Grind	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand fract
210717	I	340—475	0	0,9	16,8	27	55
210725	III	390—490	0	3,5	18,0	16	62
210726	III	490—550	0	2,0	10,9	22	65
210727	IV	0—100	0	1,5	0,1	25	73
210728	IV	100—170	0	0,3	0,1	31	69
210729	IV	170—295	0	0,2	0,1	34	66
210730	IV	295—365	0	0,1	5,6	25	69
210731	IV	365—440	0	0,1	11,9	28	60
210732	IV	440—510	0	0,1	12,8	18	69
210733	V	0—35	0	0,7	0,2	29	71
210734	V	35—220	0	0,2	0,1	37	63
210735	V	220—340	0	0,1	2,5	29	68
210736	V	340—450	0	0,1	9,4	18	73
210737	V	450—500	0	0,5	0,4	41	58
210744	VI	390—600	0	0,9	10,4	22	67
210745	VI	600—680	0	0,6	12,3	21	66
210748	VII	0—40	0	2,0	0,2	24	74
210749	VII	40—90	0	1,8	0,1	27	71
210750	VII	90—135	0	0,8	0,1	35	64
210751	VII	135—160	0	0,9	0,5	35	64
210752	VII	160—325	0	0,2	0,2	30	70
210753	VII	325—375	0	0,2	14,9	26	59
210754	VII	375—520	0	0,4	16,6	26	57
Gemiddelde van 23 monsters			—	—	—	—	—

TABEL VI

Monsters verplaa

210712	I	0—45	0	2,4	0,1	49	4
210713	I	45—100	0	2,4	0,1	69	2
210714	I	100—160	0	0,8	0	27	7
210715	I	160—210	0	4,8	0,3	22	7
210716	I	210—340	0	5½	0	42	5
210718	III	0—35	0	2,1	0,6	51	4
210719	III	35—120	0	0,5	0,1	42	5
210720	III	120—175	0	0,5	0,1	5	4
210721	III	175—180	0	1,2	0,3	62	3
210722	III	180—230	0	4,0	0	37	3
210723	III	230—290	0	1,3	0	27	7
210724	III	290—390	0	5½	5,8	17	7
210738	VI	0—40	0	2,5	0,1	52	6
210739	VI	40—130	0	0,6	5,4	27	6
210740	VI	130—190	0	1,7	0,1	52	6
210741	VI	190—270	0	3,3	0,2	27	6
210742	VI	270—310	0	1,8	0,4	12	6
210743	VI	310—390	0	3,6	7,2	22	6

i, Voerendaal

Subtracties in procenten op minerale deelen								M	U ₁₆
0—2	2—8	8—16	16—35	35—50	50—75	75—100	> 100		
15	9	10	33	23	9	1	0,2	23	325
14	4	3	30	31	14	1½	2	34	295
14	4	8	32	28	12	1½	1	29	305
11	8	8	34	26	9	1	3	28	310
15	5	11	34	25	8	½	2	25	320
21	4	10	32	25	7	1	0	23	325
16	½	11	32	28	11	½	½	28	310
18	5	12	32	24	8	1	½	28	320
14	2	8	36	33	7	0,4	½	28	320
16	6	9	31	25	11	½	2	26	310
20	5	11	32	22	9	½	0,3	22	325
15	5	10	30	27	11	1	½	27	310
14	2	7	31	36	9	½	½	31	310
19	9	14	34	18	5	0,4	½	19	345
13	4	6	37	31	8	½	½	28	320
13	5	8	35	27	10	1½	1	27	315
12	2	11	32	28	12	1	2	30	305
13	4	12	33	28	8	1	1	26	315
14	6	13	30	27	8	½	1	25	315
19	7	12	29	18	6	0,4	9	23	295
17	6	11	32	24	8	½	2	24	315
16	5	14	32	22	10	½	½	24	320
16	9	9	31	24	10	1	½	24	315
15,4	5,0	9,9	32,3	26,1	9,1	0,8	1,4	26,1	314,6

Voerendaal

24	12	14	31	14	3	½	1½	16	350
15	17	17	22	6	2	0,4	0,3	—	—
12	7	10	36	26	8	1	½	25	325
0	3	11	34	31	9	1	½	29	315
10	10	13	30	19	6	2	½	20	325
16	12	15	30	13	3	½	½	14	355
8	10	17	33	16	5	1	0,3	18	345
3	13	17	33	11	2	½	0,4	15	370
0	14	18	29	7	½	½	½	21	385
7	9	12	42	17	3	0,3	0,2	21	365
1	4	11	34	26	10	2	2½	28	305
9	4	4	38	32	10	1½	1½	31	315
8	12	13	22	15	7	1	1½	14	310
4	6	9	33	26	10	1	1	25	315
4	12	18	32	12	1½	0,1	0,1	14	370
1	8	8	34	27	9	1½	1	27	315
5	1	6	27	34	18	3½	6	37	265
1	6	8	34	26	10	2	3½	29	305

TABEL VII

24 monsters uit het hoogter

N°.	Kuil	Omschrijving	Grind	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie			
								0-16	16-43	43-74
5896	A	Boerderij van den Born	83	0,6	0,1	1,7	97½	2	½	
5897			2,6	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	
5898			—	0,3	0	0,1	99½	0,1	½	
5899			0,5	0,4	0	0	99½	0	0,1	0
5900			—	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,2	1
5901			—	0,4	0	0,3	99½	½	½	1
5902			—	0,3	0	0,3	99½	½	½	1
5903			—	0,5	0	0,4	99	½	½	3
5904			B	Boerderij van Dijk	60	0,5	0	0,2	99½	0,2
5905	17	0,3			0	0	99½	0	0,1	0
5906	—	0,2			0	0	100	0	0,1	0
5907	0,5	0,4			0	0,1	99½	0,1	0,2	0
5908	0,3	0,3			0	0	99½	0	0,1	0
5909	0,4	0,4			0	0,7	99	½	½	1
5910	0,3	0,4			0	0,2	99½	0,2	0,2	
5911	—	0,5			0	0,7	99	½	½	1
5912 *)	13	3,3			0	21,6 *)	75	22 *)	28	1
5913	2	0,3			0	0	99½	0	0,1	0
5914	5	0,3			0	0	99½	0	0,2	0
5915	5	0,4	0	0,4	99	½	0,2	0		
5916	C	Boerderij Jansen	2,5	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	
5917			1	0,3	0	0	99½	0	0,1	
5918			0,5	0,3	0	0	99½	0	0,2	
5919			—	0,7	0	0,7	98½	½	1	
Gemiddelde 23 monsters (zonder n°. 5912)			—	0,4	0,0	0,3	99,3	0,2	0,3	

*) Geen zandgrond.

1 den Noordberg bij Heelsum

Subfracties in procenten op minerale deelen										M	U _{1a}
74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
$\frac{1}{2}$	2	6	12	18	18	16	13	12	0	500	26
$\frac{1}{2}$	1	4	9	18	29	25	10	3	0	510	24
2	7	22	22	21	18	6	1	0,1	0	250	44
0,2	1	6	21	37	23	9	2	0,5	0	365	30
1	3	11	27	38	16	2	0,3	0	0	310	38
3	12	38	31	11	2	0,1	0	0	0	200	56
3	12	36	31	13	2	0,1	0	0	0	200	55
8	24	44	16	3	0,5	0,1	0,1	0	0	165	70
$\frac{1}{2}$	3	12	20	25	18	11	6	4	0	360	33
0,5	1,5	8	20	26	21	12	7	4	0	385	30
0,1	0,5	6	23	40	25	5	0,5	0	0	355	31
1	4	20	28	22	16	7	1	0,3	0	285	39
$\frac{1}{2}$	1	11	35	34	14	3	1	0,2	0	300	36
3	11	38	35	9	1	0,1	0,1	0	0	200	57
2	9	35	31	13	6	2	1	0,3	0	215	50
3	17	46	22	7	2	0,3	0	0	0	175	61
4	3	5	6	6	4	4	6	6	0	*) 49	170 *)
0,2	1	7	19	31	26	11	3	1	0	380	30
$\frac{1}{2}$	1	10	24	27	24	10	2	1	0	350	33
0,2	1	6	20	30	22	11	6	3	0	380	29
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	5	17	33	29	11	3	1	0	385	29
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	9	25	32	23	8	1	0,2	0	345	33
1	3	14	27	31	17	5	1	0,5	0	315	37
3	26	36	14	7	2	0,5	0,2	0	0	162	71
,5	6,2	18,7	22,9	22,7	15,4	6,8	2,6	1,8	0	294	41,0

TABEL VIII

Monsters fluvioglaciaal za

N ^o .	Plaats	Diepte in meters beneden maai veld	Grind	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fractie			
								0—16	16—43	43—74
5920	Paal 77,5 Z.-rand	1½	1	0,4	0	0,1	99½	0,1	0,1	0,
5921		3	0	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,2	0,
5922		4½	0	0,2	0	0,1	99½	0,1	0,1	0,
5923		6	0	0,2	0	0	100	0	0,1	0,
5924		7	0	0,1	0	0	100	0	0,1	0,
5925	Paal 77,4	1	0	0,3	0	0,3	99½	½	0,2	.
5926		2	0	0,2	0	0	100	0	0,1	0,
5927		3	0	0,3	0	0	99½	0	0,1	0,
5928		4½	0	0,1	0	0	100	0	0,1	0,
5929		5	0	0,2	0	0	100	0	0,2	.
5930	Paal 77,3	1½	0	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	0
5931		3	0	0,2	0	0,2	99½	0,2	0,1	0
5932		4	0	0,3	0	0	99½	0	0,1	
5933		5	0	0,3	0	0	99½	0	0,2	1
5934		6	0	0,2	0	0	100	0	0,1	0
5935	Paal 77,2	1½	0	0,2	0	0,3	99½	½	0,1	(
5936		3	0	0,3	0	0	99½	0	0,1	(
5937		4	0	0,2	0	0	100	0	0,1	(
5938	Paal 77,1	1½	0	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	(
5939		2½	0	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	(
5940		4	0	0,3	0	0,1	99½	0,1	0,1	
5941	Paal 77,0 N.-zijde	2	0	0,3	0	0,3	99½	½	0,1	
5942	" 76,9 "	2	0	0,3	0	0,3	99½	½	0,2	
5943	" 76,8 "	2	0	0,4	0	0,2	99½	0,2	0,2	
Gemiddelde van 24 monsters . .			0,0	0,3	0,0	0,1	99,6	0,1	0,1	

de omgeving van Assel

Subfracties in procenten op minerale deelen										M	U ₁₆
74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
0,2	1	6	18	26	18	14	10	7	0	415	27
$\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	7	19	30	24	12	4	1	0	375	31
0,2	1	5	12	24	27	17	8	5	0,1	460	25
0,1	0,2	2	8	26	35	20	6	2	0	475	23
0,1	0,2	1	3	12	27	30	18	8	0	655	18
$\frac{1}{2}$	3	15	32	29	14	4	1	0,3	0	290	38
0,2	$\frac{1}{2}$	4	13	24	26	19	9	4	0	465	25
$\frac{1}{2}$	2	15	29	27	17	7	2	0,4	0	305	36
0,1	0,3	2	4	12	26	29	18	8	0	630	19
$\frac{1}{2}$	4	17	23	19	14	10	7	5	0,1	320	36
$\frac{1}{2}$	1	8	23	29	20	12	5	1	0	360	31
0,2	1	5	13	22	26	18	9	4	0	460	26
$\frac{1}{2}$	2	11	23	30	22	8	2	1	0	340	34
1	6	22	26	23	14	5	1	0,4	0	270	42
0,2	$\frac{1}{2}$	4	13	28	30	17	5	2	0	435	26
$\frac{1}{2}$	2	10	18	25	28	12	3	1	0	380	31
$\frac{1}{2}$	2	11	21	23	19	13	7	3	0	365	31
0,1	$\frac{1}{2}$	5	15	25	24	18	9	3	0	445	26
0,2	$\frac{1}{2}$	5	13	19	27	22	9	4	0	490	25
0,1	$\frac{1}{2}$	4	10	21	27	21	11	5	0	495	24
$\frac{1}{2}$	2	12	22	24	20	12	5	2	0	350	33
	3	15	25	26	17	8	3	1	0	320	35
	4	15	20	22	20	11	5	1	0	335	36
	8	22	24	22	14	5	1	0,4	0	265	44
,4	2,0	9,3	18,0	23,7	22,4	14,3	6,6	2,8	0,0	396	30,0

TABEL IX

Laagterras-gronden uit

N ^o .	Paal	Diepte	Omschrijving	Grind	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand fract
5944	23,3	0,30		—	0,5	0	1	98
5945	"	0,80	zand tussen veen, geplooid	1,0	0,4	0	3	97
5946	"	1,30		—	0,6	1,4	4	94
5947	"	3,20		—	1,0	10,3	2	87
5948	"	3,80	onder water, Noordelijk	—	1,6	18,5	5	75
5949	"	4,40	materiaal	1,0	0,5	7,9	1	91
5950	"	5,00		—	1,3	17,1	2	80
5951 *)	23,1	0,50	moerasveen	—	77,0	0,1	19	4
5952	"	0,70		—	2,4	0,1	4	94
5953	"	1,00	zand tussen veen, geplooid	—	0,4	0,1	4	96
5954 *)	"	1,50	geplooid, donkerder	—	4,2	1,4	16	78
5955	"	1,50	" , lichter	0,3	0,4	3,6	5	91
5956	"	3,20	onder water, Noordelijk	—	1,0	15,5	2	81
5957	"	5,00	materiaal	—	0,6	7,8	$\frac{1}{2}$	91
5958	22,9	0,50	zand, geplooid (veen ont- breekt)	0,3	1,0	4,5	3	9
5959	"	0,80		2,0	0,5	2,8	5	91
5960 *)	"	2,30	geplooid, donkerder	—	3,5	7,9	21	6
5961	"	2,30	" , lichter	—	0,4	4,1	5	9
5962	"	3,20	onder water, Noordelijk	—	0,9	7,5	2	9
5963	"	4,00	materiaal	—	1,4	19,5	3	7
5964	"	4,80		—	0,4	9,0	1	9
5965	22,7	0,70		0,2	0,3	0	2	9
5966 *)	"	1,50	geplooid, donkerder	—	1,8	14,9	16	6
5967	"	0,50	" , lichter	—	0,4	0	4	9
5968	"	3,20		—	0,5	7,7	2	9
5969	"	3,80	onder water, Noordelijk	—	0,9	8,0	1	9
5970	"	4,40	materiaal	—	1,0	9,9	1	9
5971	"	5,00		1,0	0,6	3,8	$\frac{1}{2}$	9
5972 *)	22,5	0,60	moerasveen	—	54,5	0	17	9
5973	"	0,70	kleiige overgangslaag	—	5,5	0	24	9
5974	"	1,00	zand tussen veen, geplooid	0,3	0,4	0,8	2	9
5975	"	1,50		2,0	0,5	3,5	4	9
5976 *)	"	2,00	geplooid, donkerder	—	2,4	9,2	23	9
5977	"	2,00	" , lichter	—	0,4	4,8	5	9
5978	"	4,40	onder water, Noordelijk	—	0,8	15,2	2	9
5979	"	5,00	materiaal	—	0,4	9,6	0	9

*) Geen zandgrond.

geving van Markelo (O).

Subfracties in procenten op minerale deelen													M	U ₁₆
	16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
1½	1	6	13	27	36	14	1	0,2	0,1	0,1	0	0	149	80
3	6	14	7	18	25	13	5	3	2	2	2	0,1	152	95
4	10	20	10	15	20	11	6	2	1	0,3	0,3	0	120	120
2	1	1	3	14	35	32	11	1	0,2	0,2	0	0	197	57
6	8	22	26	25	12	1	0,3	0,1	0	0	0	0	88	135
1	1	1	2	6	28	27	21	9	3	1	0,5	0	240	47
2	2	6	14	38	30	5	2	1	0,1	0	0	0	132	90
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	7	19	20	25	19	4	1	0,3	0,1	0,1	0,1	0	105	120
9	9	18	13	19	21	9	4	1	1	1	0,3	0	116	120
7*)	16	9	6	9	18	15	7	2	1	0,2	0	0	114*)	135*)
5	15	23	10	14	19	9	3	1	0,5	0,2	0,1	0	95	145
1	1	4	7	22	50	13	1	0	0	0	0	0	161	75
½	½	½	½	2	22	52	20	2	0,1	0,1	0	0	245	45
1	11	17	8	16	25	13	4	1	1	0,4	0,1	0	129	120
*)	10	18	12	15	19	9	4	2	2	2	2	0	118	120
)	35	12	5	5	9	6	3	1	0,3	0,1	0	0	34)	230*)
*)	13	18	9	15	20	11	5	2	0,5	0,2	0,1	0	115	130
*)	1	1	1	5	23	48	18	2	0,2	0	0	0	240	48
*)	11	26	27	24	6	1	0,4	0,1	0	0	0	0	81	150
*)	1	1	1	6	38	43	9	0,2	0	0	0	0	210	53
*)	4	13	12	21	29	12	4	1	1	0,4	0,4	0	142	95
)	43	12	5	5	7	5	2	1	0,2	0	0	0	32)	260*)
*)	5	14	9	16	26	16	7	3	0,3	0	0	0	150	100
*)	1	2	3	9	26	39	16	2	0,3	0,1	0	0	225	53
*)	1	1	1	4	26	49	16	1	0,1	0	0	0	235	49
*)	½	1	2	8	37	39	9	1	0,2	0,1	0	0	205	54
*)	0,2	0,2	0,2	½	7	43	33	13	2	0,5	0,2	0	290	36
*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
)	32	27	7	5	3	1	0,2	0,1	0	0	0	0	34)	255*)
*)	3	11	11	22	29	14	5	1	1	1	0,4	0	148	90
*)	8	18	12	18	21	9	3	2	2	2	1	0	120	115
)	32	11	5	5	9	7	3	1	0,4	0,1	0,1	0	34)	220*)
*)	12	22	10	15	20	10	4	1	0,4	0,1	0,1	0	106	135
*)	2	4	6	21	42	19	4	0,2	0	0	0	0	166	73
*)	½	½	2	35	49	11	1	0,1	0	0	0	0	160	67

TABEL X

Monsters uit het praeglaaciaal ouder

N ^o .	Boring	Laag	Grind	Humus	CaCO ₃	Afslibbaar	Zandfractie			
								0-16	16-43	43-74
16576**)	I	250—350	—	0,4	0	2	98	2	1	
16577	I	350—450	—	0,4	0	2	98	2	1	
16578	I	450—550	—	0,4	0	2	98	2	1	
16579	I	550—650	—	0,4	0	2	98	2	1	
16580	I	650—750	—	0,5	0	0,5	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16581*)	I	750—850	—	0,4	0,1	18	81	18	11	
16582*)	I	850—950	—	0,3	0,1	49	51	49	17	
16583*)	I	950—1000	—	0,2	0,1	60	40	60	20	
16590**)	II	150—225	—	0,3	0	1	99	1	1	
16591	II	225—350	—	0,3	0	0,5	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16592	II	350—450	1	0,4	0	0,1	99	0,1	$\frac{1}{2}$	
16593	II	450—550	—	0,3	0	0,2	99	0,2	1	
16594	II	550—650	2	0,4	0	0,6	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16595	II	650—750	—	0,4	0	0,6	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16596	II	750—850	—	0,4	0	0,5	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16597	II	850—930	—	0,3	0,2	1	98	1	1	
16598**)	II	930—995	—	0,6	0,2	4	95	4	$\frac{1}{2}$	
16605	III	280—380	—	0,4	0	1,0	99	1	1	
16606	III	380—480	—	0,5	0	0,6	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16607	III	480—580	—	0,4	0	1	99	1	$\frac{1}{2}$	
16608	III	580—680	—	0,3	0	1	99	1	$\frac{1}{2}$	
16609	III	680—780	—	0,4	0	1	99	1	$\frac{1}{2}$	
16610	III	780—880	—	0,5	0	0,6	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16611	III	880—990	—	0,4	0,2	1	98	1	$\frac{1}{2}$	
16616	IV	130—230	—	0,6	0	2	97	2	$\frac{1}{2}$	
16617	IV	230—330	1,5	0,5	0	1	98	1	1	
16618	IV	330—430	1,5	0,4	0	1	99	1	$\frac{1}{2}$	
16619	IV	430—530	1,5	0,3	0	1	99	1	$\frac{1}{2}$	
16620	IV	530—630	—	0,4	0	1	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16621	IV	630—730	—	0,5	0	0,3	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16622	IV	730—830	1,0	0,5	0	1	99	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
16623	IV	830—930	1,5	0,4	0,4	1	98	1	$\frac{1}{2}$	
16624*)	IV	930—1000	—	1,0	7,7	45	46	49	8	
Gemiddelde van 29 monsters zonder *) kleien								1,1	0,7	
Gemiddelde van 26 monsters zonder **) Nos. 16576, 16590 en 16598 . . .								0,9	0,6	

ogterras (II O) bij Wagenberg (N.Br.)

Subfracties in procenten op minerale deelen										M	U ₁₆
74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
10	21	29	15	9	5	3	1	0	0	171	67
2	3	12	37	32	8	2	0,4	0	0	270	45
2	4	14	39	29	6	1	0,4	0	0	270	48
2	4	18	43	25	4	0,7	0	0	0	250	47
1	1	8	28	50	9	1	0,1	0	0	315	38
10	11	13	11	10	4	1	0,2	0	0	102	125
5	5	6	5	4	2	1	0	0	0	17	190
3	3	3	2	3	1	0,3	0	0	0	—	250
8	20	36	20	8	2	1	0,4	0	0	174	65
3	8	19	24	26	12	5	1	0	0	270	45
1	2	7	22	29	20	12	5	1	0	355	34
1	2	4	19	39	25	7	1	0	0	360	35
1	1	7	20	43	20	4	1	1	0	345	35
1	2	4	19	49	19	3	1	0,2	0	345	36
1	2	5	21	43	20	5	1	0,2	0	345	34
1	2	6	22	43	19	4	1	0	0	335	37
3	16	27	22	17	7	2	0,2	0	0	200	55
4	9	24	31	16	7	3	1	1	0	230	53
2	5	16	24	27	18	5	1	0	0	300	41
2	4	11	19	35	21	5	1	0	0	330	39
1	3	9	23	39	19	3	1	0	0	325	37
1	3	13	32	35	11	2	0,5	0	0	280	40
1	3	13	32	37	10	2	0,3	0	0	280	41
1	4	16	34	30	9	2	0,4	0	0	270	44
1	4	12	30	31	14	3	0,5	0	0	280	42
1	7	14	18	26	18	7	2	1	0	310	44
4	10	15	32	23	23	9	2	1	0	350	36
2	7	17	37	23	7	2	2	1	0	360	34
2	5	17	41	26	5	5	1	0	0	360	34
2	5	15	41	26	6	1	1	0,5	0	365	32
3	13	20	33	19	6	2	2	1	0	330	39
3	20	34	25	10	3	3	1	0,3	0	265	43
2	10	13	11	11	3	1	1	0	0	17	110
1	5,1	13,3	24,5	32,0	14,7	4,0	1,1	0,3	0	300	42,2
6	3,4	11,3	25,2	34,4	15,9	4,3	1,1	0,3	0	313	39,7

TABEL XI

Stuifzanden v

N ^o .	Omschrijving	Laag	Grind	Hu- mus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zan frac
1125	Lierder Bosch, plek 1	0—21	—	0,6	0	1	98
1132	Landgoed de Ginkel, plek 1	0—50	—	0,4	0	2	98
1133	" " " " 2	0—50	—	0,4	0	2	98
1134	" " " " 3	0—50	—	0,6	0	2	98
1135	" " " " 4	0—50	—	0,4	0	2	98
7525	Kootwijker zand, overgestoven grond . .	0—15	—	0,6	0	1	98
7526	" " " " "	15—30	0,3	0,8	0	2	98
7527	" " " " "	30—45	0,3	0,4	0	1	98
7529	" " " , opgestoven heuvel	0—25	—	0,2	0	1	98
7530	" " " " "	25—50	—	0,2	0	2	98
16590	Wagenberg, boring II	150—225	—	0,3	0	1	98
22223	Schipborger heide, opgestoven zand . . .	10—25	—	1,3	0	2	98
22950	Mossel, opgestoven zand	0—14	—	0,8	0	1	98
77785	Urnenveld Peelo, bovenste stuifzandlaag	0—40	—	1,9	0	2	98
	Gemiddelde van 14 monsters	—	—	—	—	—	—

TABEL XII

Uitgestoven en afgestoven zanden, bene

N ^o .	Omschrijving	Laag in cm	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Za frac
1126	Lierder Bosch, plek 1, overstoven grond, vroegere vegetatielaag	21—35	2,1	0	8	
1127	Idem, ondergrond daarvan	ca. 50	0,7	0	8	
1128	Lierder Bosch, plek 2, afgestoven grond	bovenlaag	0,3	0	1	
1129	" " " " 3, " " " "	"	0,6	0	3	
1130	Vierhouten, afgestoven	0—25	0,2	0	1	
1131	" " , ondergrond	40—	0,1	0	1	
7528	Kootwijkerzand, uitgestoven grond . . .	25—35	0,4	0	2	

schillende herkomst

Subfracties in procenten op minerale deelen													M	U ₁₅
	16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
1	1	3	5	14	31	23	13	6	2	1	0,1	0	197	59
2	2	7	12	24	31	15	5	2	0,4	0,1	0	0	158	80
2	3	9	14	24	27	12	5	2	1	1	0,1	0	142	90
2	3	8	13	24	29	13	5	2	1	0,1	0	0	144	90
2	2	7	13	25	30	14	5	2	0,4	0,1	0	0	151	80
1	1	2	9	24	39	18	5	1	0,3	0,1	0	0	167	68
2	2	6	14	24	29	13	6	2	1	1	0,2	0	151	80
1	1	2	8	20	34	19	9	3	2	1	0,1	0	177	63
1	0,2	1	8	26	42	16	4	1	1	0,1	0	0	165	66
1	0,1	1	9	34	45	9	1	0,1	0,1	0	0	0	152	71
1	1	3	8	20	36	20	8	2	1	0,4	0	0	174	65
1	1	10	20	27	29	10	0,2	0	0	0	0	0	128	90
1	1	4	13	32	32	11	4	1	0,4	0,1	0,1	0	145	75
1	3	4	6	10	31	28	10	5	1	0,2	0,2	0	138	90
6	1,4	4,8	10,8	23,6	33,4	15,7	5,6	2,0	0,7	0,3	0,1	0	157	74

stoven gronden, in verband met tabel XI

Subfracties in procenten op minerale deelen													M	U ₁₅
	16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000		
	6	4	2	4	13	19	21	14	7	2	0,2	0	265	68
	7	4	2	5	15	19	20	13	5	2	0,1	0	245	73
	1	4	4	16	35	25	12	4	1	0,3	0	0	194	55
	1	1	1	5	23	21	15	12	11	7	0,4	0	275	43
	2	5	7	19	32	18	8	5	2	1	0	0	175	71
	0,4	1	2	9	31	23	15	10	5	2	0,2	0	230	48
	1	3	9	25	37	15	4	2	1	1	0,4	0	162	69

TABEL XIII

Monsters met stuifzand-karakter uit het laagte

N ^o .	Omschrijving	Diepte in m	Humus	Ca ₃ CO ₃	Afslib- baar	Zand fract
18134	Sappemeer	7—8	0,1	0	1	99
18162	Zuidbroek	7,5—8,5	0,3	0	2	98
18465	Oude Pekela	1—2	0,5	0	1	98
19072	Wildervank	2—3	0,5	0	3	97
19429	Musselkanaal	5—6	0,2	0	2	98
19536	Vlagtwedde	4—5	0,3	0,1	2	98
19705	Scharmer	5—6	0,7	0	3	96
19709	Idem	9—10	0,4	0	1	99

TABEL XIV

Wadzand van

N ^o .	Groep	Omschrijving	Afstand uit de kust in m	Schelp- resten	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand fr
63234	A ₁	Voor de kust bij Ferwoud en Workum, dichtst bij de kust	10	0,8	0,3	1,0	2	
63235			45	0,9	0,2	2,2	6	
63242			5	0,1	0,3	0,8	6	
63252			20	—	0,2	1,7	5	
63253			25	0,5	0,3	2,9	6	
63236	A ₂	Idem, wat verder uit de kust	80	0,2	0,2	1,4	5	
63240			100	0,1	0,2	1,6	5	
63250			100	0,2	0,2	1,9	5	
63257			65	0,2	0,2	1,5	6	
63251			90	0	0,2	1,6	4	
63256		80	0	0,2	0,8	2		
63237	A ₃	Idem, het verst uit de kust	180	2,5	0,2	0,4	1	
63241			150	0,7	0,2	0,8	3	
63255			140	0,6	0,2	0,9	3	
63245	C ₁	Voor de kust bij Makkum, het dichtst bij de kust	20	0,2	0,4	1,8	8	
63247*)			40	1,0	0,5	3,9	10	
63249			50	0,5	0,3	2,5	4	
63254			70	0,3	0,3	2,1	6	
63243		70	1,1	0,2	1,2	2		
63244	C ₂	Idem, het verst uit de kust	110	0,4	0,3	1,3	2	
63246			140	4,0	0,2	0,9	2	
63248			110	1,1	0,2	1,2	6	
				Gemiddelde voor 21 monsters (met weglating van N ^o . 63247)	—	—	0,2	1,5
		Gemiddelde voor 14 monsters met een M-cijfer van 83 tot 96	—	—	0,3	1,9	5,6	

den ondergrond van de Groninger Veenkoloniën

0—16	Subfracties in procenten op minerale deelen											M	U ₁₆
	16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651		
1	2	3	5	17	43	23	6	1	0,4	0,2	0	180	63
2	2	9	12	26	36	10	2	1	0,2	0	0	146	85
1	1	6	19	29	30	10	3	1	0,2	0	0	137	85
3	2	12	23	28	23	6	2	1	0,3	0,1	0	118	100
2	2	5	9	21	39	15	5	1	0,5	0	0	161	75
2	3	6	9	20	35	16	6	2	1	0,2	0	163	70
3	7	7	7	18	35	17	5	1	0,3	0	0	160	95
1	1	1	2	9	39	34	10	2	0,4	0,1	0	200	55

tkumerwaard

	Subfracties in procenten op minerale deelen										M	U ₁₆
	16—50	50—75	75—105	105—150	150—210	210—300	300—420	420—600	600—850	850—1190		
1	12	48	33	3	1	0,3	—	—	—	96	110	
6	19	48	20	1	0,4	0,1	—	—	—	87	130	
5	17	48	22	1	0,4	0,2	0,1	—	—	89	125	
8	17	52	17	0,3	0,1	0,1	0	0,1	0,2	86	135	
9	23	41	15	5	1	0,4	0,1	—	—	83	140	
4	16	48	25	1	0,3	0,2	—	—	—	89	125	
4	17	45	28	1	0,3	0,2	—	—	—	90	120	
6	15	48	25	1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	89	130	
5	14	47	26	1	0,4	0,2	0,1	0	0,1	90	125	
5	12	50	27	1	0,2	0,1	0,1	0	0,1	91	135	
1	5	38	52	2	0,1	—	—	—	—	108	100	
1	2	11	64	8	6	6	1	0,1	—	128	80	
1	8	35	49	2	1	1	0,1	—	—	107	100	
2	4	26	61	4	0,3	0,1	—	—	—	115	95	
7	11	39	31	3	0,3	0,2	0,1	—	—	92	125	
12	16	33	26	2	0,4	0,1	0	0	0,2	86	140	
7	11	39	38	1	0,1	0,1	0	0	0,1	96	125	
6	14	36	35	3	0,2	0,1	0,1	—	—	95	120	
1	8	38	46	3	1	1	0,1	—	—	106	100	
3	7	33	50	4	1	0,3	0,1	—	—	108	105	
1	2	16	53	16	5	4	1	—	—	127	80	
1	3	22	56	11	1	0,2	—	—	—	118	90	
6,3	14,9	44,5	26,3	1,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	89	128	

TABEL XV

Zeer fi

N ^o .	Omschrijving	Geolo- gische ouder- dom	Diepte	Grind	Hu- mus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zan- frac
22261	Noord-Oostpolder	—	—	—	1,0	7,8	3	8
22262	"	—	—	—	2,1	7,0	5	8
20900	J. Koopman, Erica	II 3	400—500	—	1,5	1,2	8	8
2585	G. C. v. Balen Blanken, Anna- Paulownapolder	—	—	—	2,2	2,7	10	8
5172	Wieringermeerpolder (goed zand)	—	—	—	1,5	2,8	5	9
18473	B. Begeman, Oude Pekela	II 8	900—1000	—	0,4	0	8	9
19346	Bossem, Nieuwe Pekela	II 4	1200—1300	—	0,1	2,8	6	9
19347	" " " "	II 4	1300—1400	—	0	3,4	8	8
19352	" " " "	II 4	1800—1900	—	0,3	3,4	5	9
19353	" " " "	II 4	1900—1965	—	0,3	3,4	4	9
19380	W. Broekman, Stadskanaal	II 8	800—900	—	0	2,8	9	8
20546	W. Beugel, Emmererfcheidenveen	II 8	54—100	—	0,5	0	6	9
20734	S. Smit, "	II 8	83—100	—	1,4	0	6	9
22873	Korstholt, Scharmer	II 8	54—66	—	4,2	0	6	9
	Gemiddelde van 9 monsters	—	—	—	—	—	—	—
16767	P. Panman, Trips Compagnie . . .	II 8	35—55	—	6	0	7	9
19744	J. Knollema, Slochteren	II 4	100—200	4,6	1,8	1,1	10	9
19751	J. L. Boer, Schildwolde	II 4	80—100	—	3,3	0	5	9
20901	J. Koopman, Erica	II 3	500—600	—	0,9	0,9	5	9
19763	G. Redeker, Westerbroek	II 8	300—400	—	0,7	0	4	9
20899	J. Koopman, Erica	II 3	300—400	—	0,8	0,1	5	9

iden

Subfracties in procenten op minerale deelen													M	U ₁₈
16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651	1651—2000			
3	49	42	4	1	1	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	41	285
5	42	48	3	0,4	1	0,3	0,2	0,1	0,1	0	0	0	44	270
9	37	25	12	8	6	2	1	0,2	0,1	0	0	0	48	235
0	17	33	24	15	1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	63	185
5	15	46	19	9	4	1	0,2	0	0	0	0	0	62	185
	15	21	17	17	15	5	1	0,5	0,2	0	0	0	83	155
	13	20	28	19	8	2	1	1	0,4	0,3	0	0	84	155
	15	26	29	15	5	1	0,3	0,2	0,1	0	0	0	75	170
	17	27	31	13	4	1	1	0,5	0,2	0,1	0	0	74	175
	13	26	36	18	3	0,2	0,1	0	0	0	0	0	80	160
	13	24	27	18	7	1	0,5	0,3	0,2	0	0	0	79	155
	13	27	24	16	10	3	1	0,3	0,2	0,2	0	0	79	155
	14	23	22	17	13	4	1	0,2	0,2	0	0	0	82	155
	14	26	19	15	12	5	2	0,5	0,3	0	0	0	80	165
4	14,2	24,7	25,8	16,4	8,5	2,5	0,8	0,4	0,2	0,1	0	0	79	161
	18	28	17	8	12	7	2	0,5	0,2	0	0	0	70	170
	17	21	12	14	14	6	3	1	1	0	0	0	80	155
	16	22	14	17	17	6	2	1	0,2	0,1	0	0	88	150
	21	19	14	13	14	8	4	1	0,4	0,5	0	0	84	165
	23	10	7	15	25	11	3	1	0,4	0	0	0	118	160
	23	12	7	13	21	12	4	2	0,5	0,1	0	0	113	160

TABEL XVI

Zandgronden met breek

N ^o .	Omschrijving	Diepte	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand fracti
6978	Elsloo (Fr.)	0—20	1,5	0	5	80
6998	Esbeek (N. Br.)	0—30	0,3	0	6	94
7006	Idem	0—45	2,6	0	5	92
7328	Rijsbergen (N. Br.)	0—25	3,0	0	5	92
7330	Idem	0—25	4,4	0	7	89
7333	Zundert (N. Br.)	0—20	5,3	0	6	89
7334	Wouw (N. Br.)	0—30	3,4	0	9	88
7479	Deurne (N. Br.)	0—20	7½	0	9	84
7481	Heeze (N. Br.)	0—20	4,7	0	4	91
7677	Soesterberg (U.)	0—15	7½	0	4	89
7824	Alphen (N. Br.)	bovengr.	3,3	0	5	92
7826	Idem	bovengr.	3,3	0	8	89
	Gemiddeld		4,0	0	6,1	88

n (menggronden)

Subtracties in procenten op minerale deelen											M	U _{1e}
16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651		
13	12	15	18	22	9	3	1	1	0,2	0	111	130
26	13	9	12	15	10	5	2	1	0,4	0,2	62	170
19	10	12	17	19	10	5	2	1	0,3	0,1	112	145
13	10	14	20	23	10	3	1	0,3	0,2	0	118	130
15	11	12	17	22	11	3	1	0,4	0,3	0	114	135
17	8	8	14	25	15	5	1	0,4	0,2	0	139	130
15	13	15	16	17	9	3	1	0,4	0,3	0	96	145
19	11	13	17	18	8	3	1	0,4	0,4	0,2	97	155
8	8	13	22	25	12	5	2	1	0,4	0,1	135	105
4	3	4	10	18	15	15	12	9	4	2	245	63
13	8	13	19	24	12	4	1	1	0,1	0	128	120
16	8	12	16	21	12	5	1	1	0,3	0,1	119	135
3	14,3	9,6	11,6	16,5	20,8	11,1	4,9	2,2	1,4	0,6	123	130

TABEL XVII

Bouwvoormonsters van akkers

N ^o .	Omschrijving	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Zand- fract
158628	P. de Haas, Hees	4,5	0	7	88
158634	G. Gasseling, Hees	4,5	0	7	88
158838	W. Daniels, Steensel	5	0	8	87
158864	P. v. d. Aa, Steensel	4,1	0	8	87
168139	G. Smets, Waalwijk	4,8	0	7	81
169697	C. Wintermans, Duivel	4,3	0	7	81
	Gemiddeld	4,8	0	7,3	81

TABEL XVIII

Zandgrond uit het

N ^o .	Omschrijving	Diepte	Humus	CaCO ₃	Afslib- baar	Z- fr
7065	Tilburg, terrein 45	0—20	4,8	0	5	
7068	„ , terrein 4	0—20	1,2	0	3	
7071	„ , terrein 1	0—35	0,6	0	3	
7075	Enschede, terrein A	0—15	5,2	0	2	
7079	„ , terrein C	0—25	0,9	0	1	
7082	Wierden, vak E ₁	3—18	4,6	0	1	
7087	„ , vak A ₈	4—20	2,2	0	2	
7090	„ , terrein A ₂ —A ₃	3—15	3,5	0	1	
			2,9	0	2,3	

omgeving van Eersel (N.Br.)

Subfracties in procenten op minerale deelen												M	U ₁₆
16—50	50—75	75—105	105—150	150—210	210—300	300—420	420—600	600—850	850—1190	1190—1700			
21	5	7	20	17	9	8	3	1	1	0,4	123	140	
24	7	7	20	15	7	7	3	1	1	0,3	115	150	
16	5	8	23	16	9	8	4	2	1	0,4	130	120	
12	5	7	23	18	10	10	4	2	1	0,3	139	105	
11	4	6	18	16	10	13	7	4	2	1	159	95	
10	4	6	23	19	11	11	4	3	1	0,6	150	95	
15,7	5,0	6,8	21,1	17,0	9,3	9,5	4,2	2,1	1,2	0,3	136	118	

in vloeivelden

Subfracties in procenten op minerale deelen											M	U ₁₆	U ₇₅	U ₁₀₅
16—43	43—74	74—104	104—147	147—208	208—295	295—417	417—589	589—833	833—1168	1168—1651				
8	12	17	25	14	6	2	1	1	0,3	0	145	105	63	54
6	10	17	28	19	8	2	1	0,2	0	0	164	90	60	53
6	8	15	26	19	9	3	1	0,3	0,2	0	163	100	58	52
5	10	19	29	17	8	3	2	1	0,1	0	165	80	60	53
4	12	25	32	16	5	2	1	0,4	0,1	0	157	74	65	57
7	13	20	26	12	5	3	3	2	1	0,1	150	90	63	53
3	9	19	29	14	8	5	5	3	1	0,1	175	69	56	50
6	12	23	29	12	5	3	3	2	1	0	156	85	62	54
5,6	11,0	19,5	28,0	15,3	6,8	2,8	2,1	1,2	0,4	0	159	85,7	60,8	53,3

TABEL XIX

Goede, lichte zavelgrond

N ^o .	Omschrijving	Humus	CaCO ₃	Afslibb
Pr 1—6—8	Eenrum, Kaliproefv. Wiersum	—	—	16
Pr 14—20—22	Kloosterburen, Kaliproefv. Wijk	—	—	12
Pr 28—33—35	Hornhuizen, Kaliproefv. Rietema	—	—	17
G 161	Mensingeweer	—	—	16
I 764	Pieterburen	—	—	19
I 766	"	—	—	18
I 1039	Uithuizermeeden	2,4	0,3	16
I 1078	Oldenzijl	2,3	0,3	15
I 1079	"	2,6	0,3	19
I 1171	Godlinze	2,8	0,4	19
I 1257	Leens	3,2	0,3	16
I 1564	Eppenhuzen	3,1	0,4	16
I 1566	"	3,3	0,4	17
I 1820	Grijssloot	2,4	0,2	17
I 1822	"	3,1	0,6	18
I 1824	"	2,7	0,2	18
I 2940	Pingjum	1,2	5,0	18
	Gemiddelde van 17 monsters	—	—	16
Do 180	Westpolder	—	—	1
I 765	Pieterburen	—	—	2
I 1033	Uithuizermeeden	3,1	0,4	2
I 1035	"	2,8	0,3	2
I 1037	"	2,8	0,3	2
I 1080	Oldenzijl	2,5	0,3	1
I 1437	Westpolder	3,6	3,7	2
I 1451	Wehe	2,9	0,2	2
I 1687	Zeerijp	3,1	1,3	2
I 2449	Leens	1,3	4,8	2
I 2938	Pingjum	1,6	1,4	2
I 2941	"	1,4	0,9	2
I 2972	Loppersum	1,6	0	2
I 2973	"	1,4	0,4	2
	Gemiddelde van 14 monsters	—	—	2
	Gemiddelde van 31 monsters	—	—	2

TABEL XX

Diverse monsters zavel

67051	W. Feddema, Kloosterburen	1,6	0
67385	D. D. de Jong, St. Anna Parochie	1,6	3,1
69428	Pr. 294 Feddema, Kloosterburen	1,7	0
75920	G. H. Zuidema, Eenrum	1,6	0,1
75921	Idem	1,4	0
81353	Pr. 168 Tammens, Den Andel	3,4	0,5

: Groningen en Friesland

Landfractie	Subfracties in procenten op minerale deelen						M	U ₁₀
	0—16	16—35	35—50	50—75	75—100	> 100		
83	17	7	12	36	15	13	59	175
84	12	3	9	22	25	29	78	135
81	17	3	9	25	23	23	71	140
72	18	9	17	32	17	7	54	190
78	20	2	9	35	21	13	63	150
80	18	3	12	34	22	11	61	150
81	17	6	12	30	26	9	52	170
82	16	4	15	32	21	12	61	165
78	20	5	9	28	20	18	63	155
78	20	14	21	40	5	0,3	46	230
80	16	7	12	41	19	5	58	180
81	17	5	12	29	24	13	63	160
79	18	5	12	23	21	21	66	150
80	18	7	13	29	22	11	60	170
78	19	2	12	35	24	8	61	160
83	14	2	11	41	23	9	63	160
76	19	14	20	32	12	3	47	220
79,6	17,3	5,8	12,7	32,1	20,0	12,1	61	168
74	20	6	12	28	20	14	60	165
77	21	3	11	31	22	12	62	155
76	21	5	11	29	27	7	60	170
75	23	1	9	38	22	7	61	155
75	23	8	11	35	19	4	55	185
78	20	7	11	28	17	17	60	165
73	22	10	13	38	13	4	53	200
72	26	10	16	28	15	5	47	200
74	24	10	16	34	13	3	50	205
73	23	3	15	39	14	6	55	175
75	23	11	18	29	14	5	48	205
77	22	16	20	29	10	3	44	225
73	26	14	19	30	9	2	42	225
70	29	10	19	35	6	1	42	220
74,4	23,1	8,2	14,3	32,2	15,8	6,4	53	189
77,3	19,9	6,9	13,4	32,2	18,1	9,5	57	177

roningen en Friesland

82	16	4	10	27	33	10	67	155
82	14	4	7	24	29	22	75	140
32	16	5	8	20	22	29	76	135
78	20	8	16	35	16	5	54	190
79	20	8	14	39	13	6	54	190
30	17	9	13	34	19	8	57	185

TABEL XX (Vervolg)

N ^o .	Omschrijving	Humus	CaCO ₃	Afslibba
81398	Idem	1,9	0,5	19
81416	Idem	1,5	0,5	17
82176	Gebr. Durenkamp, Pieterburen	1,2	0,1	19
86397	J. Post Wiersema, Spijk	1,1	5,2	13
93842	Noordpolderzeedijk bij Noordpolderzijl	1,4	4,5	14
98766	Pr. 455, S. Frieling, Noordpolder	2,0	2,7	18
98767	Pr. 456, B. Rietema, Pieterburen	2,0	0	15
111273	P. C. Ausema, Uithuizen	0,7	7,0	12
111274	Idem	1,0	8,0	12
114127	H. Vogel, Anjum	1,4	0	14
114128	Idem	1,5	0	15
	Gemiddelde van 17 monsters	—	—	—
64588	Pr. 43, Bos, Wehe	1,6	0	26
64589	Idem	1,6	0	24
64590	Idem	1,7	0	26
64591	Idem	1,6	0	25
64592	Idem	1,5	0	26
64595	Idem	1,5	0	25
67052	W. Feddema, Kloosterburen	1,6	0,7	23
67388	J. Koning, St. Jacobi Parochie	1,3	4,0	28
67389	G. J. Schat, St. Jacobi Parochie	1,0	2,5	24
67391	G. J. Wassenaar, St. Anna Parochie	1,6	4,2	28
67392	H. Kingma, St. Jacobi Parochie	1,3	3,1	26
73250	Bruins, Raskwerd	1,7	0,1	22
81334	Pr. 167, K. Blink, de Waarden	0	2,9	26
81336	Idem	1,5	2,7	2f
81352	Idem	1,8	2,9	2d
81400	Pr. 168, Tammens, Den Andel	1,7	0,5	21
83863	Pr. 436, V. Venema, Ruigezand	1,7	2,5	2f
83864	Pr. 375, Hiemstra, Noordpolder	1,4	3,1	2c
83950	Pr. 393, S. B. Luitjens, Saaksumhuizen	0,8	0,1	2c
93841	Noordpolderzeedijk bij Noordpolderzijl	3,8	2,6	2c
116109	Pr. 201, Pieterzijl	1,3	2,5	2d
	Gemiddelde van 21 monsters	—	—	—
62171	Rispens, Pieterzijl	1,3	2,1	3
64593	Pr. 43, Bos, Wehe	1,6	0	2
64594	Idem	1,5	0	2
67049	W. Feddema, Kloosterburen	1,4	3,1	3
67050	Idem	1,4	3,5	3
83865	Pr. 376, Tammens, Ruigezand	1,6	1,6	3
83866	Pr. 392, Idem	1,9	7,2	3
86512	Rooda, Middelstum	2,3	1,2	3
86513	Idem	2,1	3,0	3
	Gemiddelde van 9 monsters	—	—	—