EEN ONDERZOEK NAAR DE BODEMGESTELDHEID IN DEN HUIZENBEEMD NABIJ OS (Nbr.)*)

DOOR

O. DE VRIES, H. KOORNNEEF
en F. J. A. DECHERING

(met 8 foto's en 13 afbeelaingen, waarvan de No's 11, 12 en 13 gekleurd en de laatste achter in deze aflevering)

INHOUD

	Pag.
I. Inleiding	221
II. Methode van onderzoek	223
a. Opzet van het onderzoek	223
b. Terreinonderzoek	224
c. Wijze van bemonsteren	224
1. Bemonsteren voor de kaarteering van den bovengrond naar voedingstoestand (bemestingstoestand)	224
2. Bemonstering voor de zwaartekaarteering van den bovengrond	225
3. Verkenning van de gesteldheid van den ondergrond door middel van profielboringen	225
4. Onderzoek met behulp van profielkuilen	226
III. Vorming van het gebied	226
IV. Landbouwkundige toestand	229
V. Verkenning van de bodemgesteldheid; zwaartekaarteering	231
a. Serie boringen in één raai	233
b. Profielkuilen	236
c. Zwaartekaarteering	244
d. Globale kaarteering van de gesteldheid van den ondergrond	245
VI. Kalk-, fosfaat- en kali-toestand	246
a. Kalktoestand	246
b. Fosfaáttoestand	249
1. Overzicht	249
2. Vast gebonden fosfaát in den grond; P-totaal cijfer	252
3. Fosfaatvoorziening van den ondergrond	252
4. Fosfaatkaart	253
c. Kali-toestand	255
VII. Mogelijkheden voor den landbouw	256

I. Inleiding

Het dichten van den Beerschen overlaat maakte een einde aan omstandigheden die jaren lang haar stempel gedrukt hadden op den landbouwkundigen toestand van het Maaskant-gebied. In de onbe-

*) Dit artikel vormt een verhandeling van het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut en van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek te Groningen. Alle grafieken, foto's en gekleurde platen zijn eigendom van het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut in den zin van de Auteurswet.

woonde, boomlooze vlakte die zich tusschen de Maas en het hoogere, diluviale gebied uitstrekt, en die in menig jaar enkele maanden onder water kwam te staan, waren de agrarische toestanden in verschillend opzicht niet gunstig; door het dichten van den overlaat verdween de water-overlast voorgoed en openden zich veel hoopvollere perspectieven. Plannen tot verbetering, o.a. door ruilverkaveling, kwamen aan de orde, en allerwegen was er levendige belangstelling voor het streven om dit gebied tot even grooten bloei te brengen als het overige Brabant.

Bij de plannen in deze richting kwam de wensch naar voren om de aan te brengen verbeteringen te baseeren op een grondige kennis van de bodemgesteldheid. Ten einde hierover ervaring te verzamelen, maakte het lid van de Maaskant-Commissie P. J. VAN HAAREN, destijds secretaris van den Noord-Brabantsche Christelijke Boerenbond, in overleg met het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut en het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek te Groningen, in Januari 1940 bij genoemde Commissie het plan aanhangig om bij een der ruilverkavelingsobjecten een uitgebreid onderzoek naar de bodemgesteldheid in te stellen. Dit plan verwierf den steun van den Directeur van den Cultuurtechnischen Dienst Ir. F. P. MESU, en vond volle instemming bij de Maaskant-Commissie, die te zamen met genoemde lichamen de gelden bijeenbracht die dit onderzoek mogelijk maakten.

Als geschikt opject werd gekozen het ruilverkavelingsgebied „De Huizenbeemd", groot 1050 ha en gelegen ten Noordwesten van Os (zie afb. 1).

Het aanvankelijke plan om de verkenning van het terrein en de monsterneming zoo vroeg mogelijk in 1940 uit te voeren, kon niet naar wensch worden verwezenlijkt. De zeer lang aanhoudende vorst en de daarop volgende natte periode beletten het werk; daarna kwam er beperking in de bewegingsmogelijkheden door de verscherpte internationale verhoudingen, zoodat de eerste verkenning van het terrein pas op 8 en 9 Mei 1940 kon plaatsvinden. De oorlog onderbrak deze werkzaamheden; op 21 Mei kon de reis van Groningen uit weer gewaagd worden en gelukte het om met de apparaten en hulpmiddelen het gebied van onderzoek te bereiken en met het profielonderzoek en de monsterneming te beginnen. Ook het transport der talrijke grondmonsters kon, ondanks vele moeilijkheden, geregeld worden; de eerste monsters bereikten half Juni het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek, waarna het terreinwerk en het laboratorium-onderzoek verder geregeld voortgang vonden.

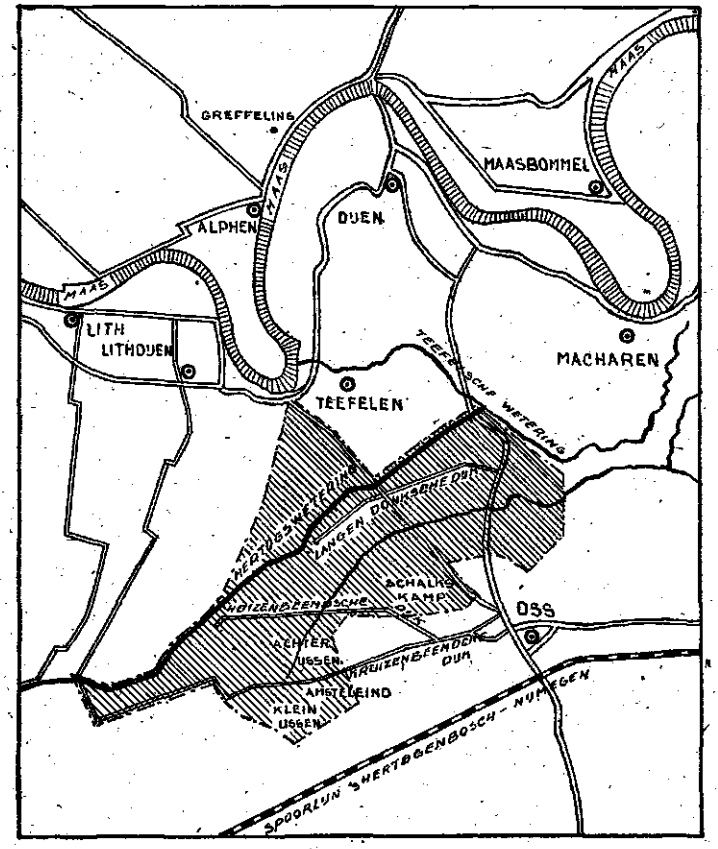
De verkregen resultaten werden samenvattend bewerkt door Ir. H. KOORNNEEF, die aan de hand van zijn terreinstudie ook de vorming van het gebied en den landbouwkundigen toestand beschreef en het grootste gedeelte bewerkte van het rapport waarin de resultaten en conclusies werden neergelegd, en dat aan de bovengenoemde instanties werd overgelegd. In deze verhandeling wordt aan dit rapport ontleend wat voor de lezers van dit Tijdschrift van interesse lijkt,

aangevuld door eenige beschouwingen van algemeenen aard en enkele latere onderzoekingen.

II. Methode van onderzoek

a. Opzet van het onderzoek

Het doel van het onderzoek was een inzicht te krijgen in de bodemgesteldheid, zoowel wat betreft de zwaarte en den voedings- en



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 1. Ligging van het onderzochte gebied

bemestingstoestand van den bovengrond, als ook wat betreft den aard van den ondergrond. De verwezenlijking hiervan was uiteraard gebonden aan de beschikbare geldmiddelen, die een uitvoerige tijdroovende detailstudie in het terrein niet toelieten; het naar verhouding veel goedkoopere laboratorium-onderzoek nam derhalve de grootste plaats in. Bij het verzamelen van de daarvoor noodige monsters werd van de volgende overwegingen uitgegaan.

Verschillen in de zwaarte (het gehalte aan afslibbare deelen en aan zand van verschillende fijnheid) van boven- en ondergrond vinden hun oorzaak in de vormingswijze van het terrein en hangen niet samen met de indeeling in perceelen, die door den mensch werd aangebracht; de beoordeeling en bemonstering voor dit onderzoek kan derhalve — waar een volledig afboren en kaarteeren van het terrein niet binnen de mogelijkheden van het plan lag — het beste op regelmatig over het terrein verdeelde plekken plaatsvinden, voor zoover niet de algemeene terreingesteldheid op bepaalde plekken een bemonstering met grootere frequentie wenschelijk maakte.

Voor het nagaan van den bemestingstoestand dient de bemonstering te geschieden in aansluiting aan de bestaande perceel-indeeling, aangezien de bemesting en verdere behandeling perceelsgewijze geregeld zal zijn geworden en van perceel tot perceel zal kunnen verschillen, zoodat steekmonsters, afkomstig van enkele perceelen, voor de beoordeeling niet voldoende zijn.

b. Terreinonderzoek

Ten einde het terrein te verkennen, werd op 8 en 9 Mei 1940 door de heeren Ir. F. J. A. Dechering, Adjunct-Directeur, Ir. H. Koornneef, Landbouwkundige en H. J. Engelkes, Veldassistent bij het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek, in gezelschap van den heer A. J. Peters, Hoofd van de R. K. Lagere Landbouwschool te Os, het gebied voor de eerste maal in verschillende richtingen doorkruist. Hierbij werd af en toe, door middel van kleine, met de schop gegraven kuilen, de gesteldheid van de bovenste lagen van den grond beoordeeld, zoodat een oriënteerende indruk van het terrein werd verkregen, aan de hand waarvan het plan voor verder onderzoek kon worden ontworpen. Tevens gaf dit bezoek de gelegenheid om een eersten eigen indruk op te doen omtrent den landbouwkundigen toestand, die in groote trekken bekend was uit het aan de Kamer van Koophandel en Fabrieken te 's-Hertogenbosch uitgebrachte Rapport betreffende de Maasgemeenten, naar aanleiding van het sociaal-economisch onderzoek, dat onder leiding van L. van Vuuren, Hoogleeraar aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, was verricht.

De terreinopneming werd uitgebreid en verdiept tijdens het bezoek van den Landbouwkundige Ir. H. Koornneef van 10 tot 13 Juli 1940, ter bemonstering van de hierna te noemen profielkuilen, en tijdens zijn bezoek van 25 tot 26 Juli, bij welke gelegenheid tevens een aantal foto's van typische landschappen in dit gebied werd vervaardigd.

Verdere kennis omtrent dit gebied werd verzameld door den Veldassistent tijdens de systematische bemonstering welke plaats vond van 21 Mei tot 21 Juni, van 26 tot 31 Augustus en van 17 tot 20 September 1940.

c. Wijze van bemonsteren

1. *Bemonstering van den bovengrond naar den voedingstoestand (bemestingstoestand).* Om de hierboven uiteengezette redenen geschiedde

de bemonstering voor deze kaarteering niet volgens een systematisch uitgezet net, maar volgens de perceelsindeeling. Daarbij werden van perceelen grooter dan 1 ha twee of meer monsters genomen, aangezien op groote perceelen de bemestingstoestand nogal kan uiteenloopen. Het bouwland werd op 0-20 cm diepte bemonsterd; het grasland, dat verreweg het grootste deel van het gebied innam, op 0-5 cm (zodelaag).

2. *Bemonstering voor de zwaartekaarteering van den bovengrond.* Op de kaart werd, in aansluiting aan de hieronder te beschrijven profielboringen, een net van vierkanten met zijdelengten van 100 m uitgezet; op elk hoekpunt werd een bovengrondmonster gestoken (dus een per ha), en wel werden hiervoor genomen mengmonsters van een plek met een straal van 5 m om het bemonsteringspunt, door binnen die plek 10 à 15 steken te nemen. Aan deze wijze van monsterneming werd de voorkeur gegeven boven het nemen van één groot monster van één plaats, omdat daardoor de invloed van plaatselijke afwijkingen wordt verkleind. De bemonsteringsdiepte was 20 cm, zoowel voor het bouwland als voor het grasland.

Niet alle zwaartemonsters welke op deze wijze verkregen werden, zijn dadelijk in onderzoek genomen. Bij de eerste verkenning van het gebied was de indruk verkregen, dat de zwaarte van den grond hier niet zoo grillig varieerde als in rivierkleigebieden veelal het geval is. Ten einde niet voor een aanvullende monsterneming een extra reis te behoeven te maken, werd echter toch maar dadelijk het geheele gebied systematisch bemonsterd; slechts een deel der monsters werd in eerste instantie in onderzoek genomen. Van de deelen van het gebied, waarvoor dit aan de hand van de verkregen cijfers wenschelijk bleek, werden ter aanvulling verdere monsters bij het onderzoek betrokken.

3. *Verkenning van de gesteldheid van den ondergrond door middel van profielboringen.* De bemonstering voor de zwaartekaarteering van den bovengrond werd aangevuld door een eenigszins globale verkenning van den ondergrond door middel van profielkuilen en profielboringen. Profielkuilen hebben het voordeel dat men een ongestoorden wand van b.v. 1 m breedte en ca. 1 m diepte kan bestudeeren en bemonsteren; de kolom grond van 4 cm diameter en ca ½ m lengte die de boor naar boven brengt, kan door het boren nogal verwrongen en ineengedrukt zijn, waardoor zoo'n opneming onzuiver kan worden en slechts als globaal is te beschouwen. Echter zijn profielkuilen duurder; men kan er per werkdag minder behandelen in de verhouding van b.v. 1 op 4 à 5. Bij dit onderzoek moest volstaan worden met een opneming door een aantal profielboringen, aangevuld met uitvoerige bestudeering van eenige profielkuilen.

De profielboringen werden verricht op een achttal raaien, met een onderlingen afstand van 1000 of 1100 m, en op afstanden van 200 m in de raai. De boringen gingen tot 1,50 m of 1,25 m diepte; alle zichtbare verschijnselen werden genoteerd. Bovendien werden, waar daartoe, b.v. door de terreingesteldheid, aanleiding bestond,

aanvullende boringen verricht op plaatsen tusschen deze raaien. Het aantal boringen, verricht bij de eerste systematische verkenning, bedroeg 62; het aantal aanvullende boringen bedroeg 38, in totaal dus 100.

Van de afzonderlijke, op het oog te onderscheiden lagen welke bij het boren werden aangetroffen, werden monsters genomen ter beoordeeling en beschrijving, en eventueel voor onderzoek in het laboratorium. Het aantal monsters dat naar aanleiding van deze boringen in het laboratorium werd onderzocht, bedroeg 184.

4. *Onderzoek met behulp van profielkuilen.* Aan de hand van de bij de boringen verkregen gegevens werden voor het graven van profielkuilen vijf plaatsen uitgekozen, welke zooveel mogelijk typeerend waren. Deze profielkuilen werden zoo diep gemaakt als het grondwater toeliet, zoodat de diepte wisselde tusschen 80 en 130 cm; zij werden uitvoerig beschreven en bemonsterd. In deze verhandeling worden twee foto's (No.'s 7 en 8) van deze kuilen gereproduceerd en wordt, als voorbeeld, één der beschrijvingen volledig opgenomen (zie hoofdstuk V).

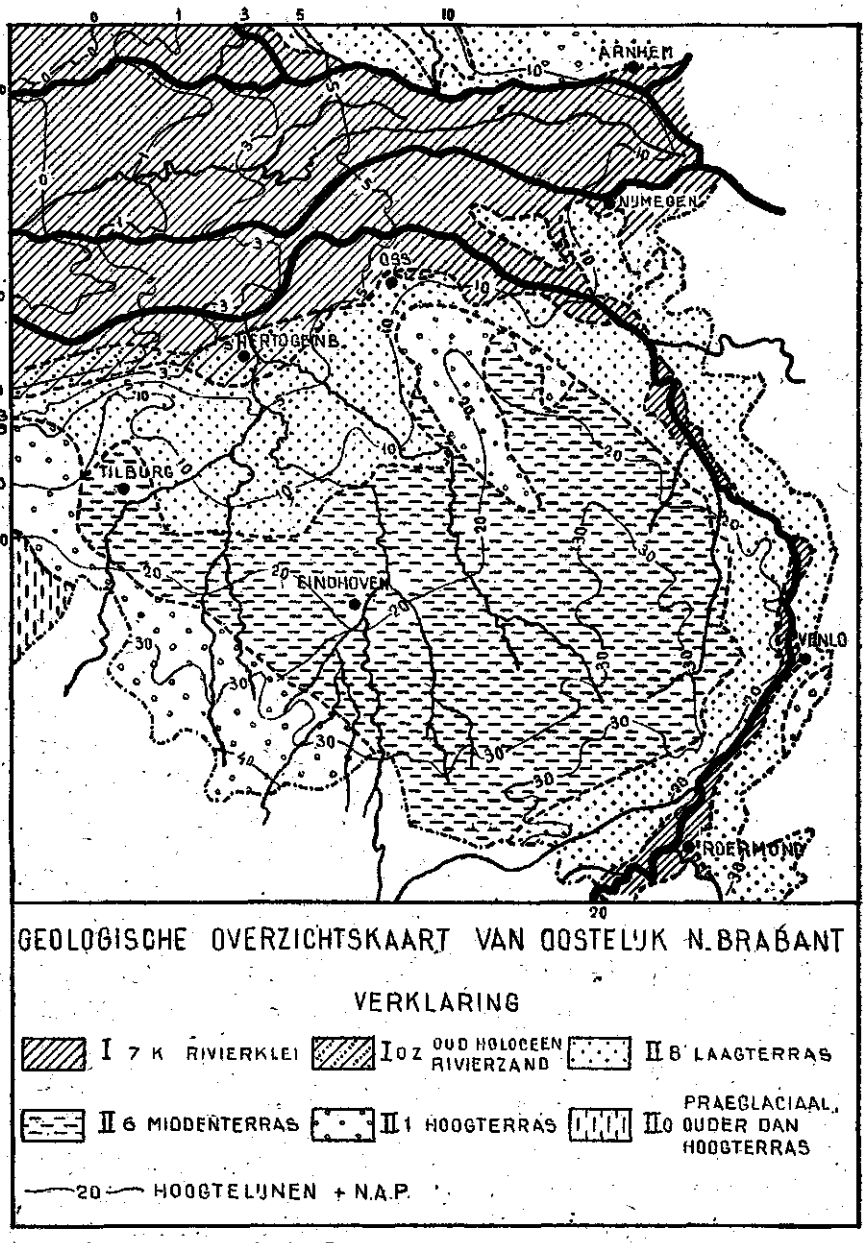
III. Vorming van het gebied

Ten einde de resultaten welke bij het onderzoek naar de bodemgesteldheid werden gevonden, op de juiste wijze te kunnen verklaren en toepassen, is het gewenscht een inzicht te hebben in de wijze, waarop het gebied werd gevormd. Wij geven daarom, onder verwijzing naar bijgaande geologische overzichtskaart (afb. 2), daarvan een korte uiteenzetting.

De provincie Noordbrabant is voor het grootste deel opgebouwd uit zand, dat in de delta van Maas en Rijn gedurende het pleistoceen (= diluvium) door deze rivieren werd afgezet. Deze afzetting heeft niet gelijkmatig plaats gevonden; zij werd onderbroken door dalingen van den zeespiegel of rijzingen van den bodem. Hierna vond dan het uitslijpen van een smaller rivierbed plaats, waarin later opnieuw afzetsels werden gevormd. Op deze manier ontstonden achtereenvolgens hoog-, midden- en laagterras.

Behalve deze algemeene niveauveranderingen heeft in de Peel na de vorming van het middenterras wellicht nog een plaatselijke rijzing van den bodem plaatsgevonden. Hierdoor zou verklaard worden dat het oude bed van de Maas, dat in noordwestelijke richting van Roermond naar 's-Hertogenbosch liep, werd afgesneden, zoodat de Maas gedwongen werd bezuiden Roermond in noordoostelijke richting om te buigen en haar tegenwoordigen loop te gaan volgen.

Deze veranderingen komen in het landschap ook thans nog tot uiting, vooral indien, zooals bij het hierbijgaande overzichtskaartje is gebeurd, de beekafzettingen, venen en zandverstuivingen buiten beschouwing worden gelaten. Men vindt het hoogterras, dat wil dus zeggen de oevers van de oude Maasbedding tusschen de Peel en



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 2. Geologische overzichtskaart van Oostelijk Noordbrabant

's-Hertogenbosch, nog aan de oppervlakte ten Zuidwesten van Eindhoven en ten Zuidoosten van Os. Daartusschen, dus in de oude Maasbedding, komt het middenterras voor, en dichter bij de tegenwoordige Maas het laagterras. Den loop van de oorspronkelijke Maasbedding kan men ook duidelijk herkennen uit de verschillen in hoogteligging: de beide oevers liggen minstens 10 m hooger dan het gebied er tusschen.

In het holoceen (= alluvium) is de vorming van afzettingen verder gegaan; meestal zijn deze van fijner materiaal dan die uit het plistoceen. Het afgezette slib werd gedeeltelijk gemengd met zand van het laagterras, in welk geval men spreekt van oud-holoceen rivierzand (op de Geologische Kaart van Nederland aangegeven door I o z). Bovendien werd hierop, en op het onveranderde laagterras, een in dikte varieerende laag rivierklei (I 7 k) afgezet van grootere of kleinere zwaarte. De wijze waarop dit rivierslib werd afgezet, is voor het onderzochte gebied van bijzonder belang, omdat dit voor het overgroote deel in meerdere of mindere mate daardoor is overdekt. Vooruitloopende op de bespreking van de resultaten van het verrichte onderzoek in hoofdstuk VI kan hieromtrent het volgende worden gezegd.

Bij de rivierafzettingen zullen de meegevoerde minerale deeltjes des te kleiner zijn, naarmate de stroomsnelheid geringer is. Verschilt dus bij een rivierbedding de stroomsnelheid op de eene plaats van die op een andere plaats, dan zal dit in verschillen in fijnheid van de gevormde afzettingen tot uiting komen. In het algemeen zal de stroomsnelheid geringer worden naarmate men zich verder van het eigenlijke stroombed bevindt. Men zal dus van de rivier naar de kanten van het overstroomingsbed een langzame toeneming kunnen verwachten van het gehalte van den grond aan fijnste zanddeeltjes en aan afslibbare bestanddeelen.

Ook in de traverse van de Beersche Maas ten Noorden van Os kan men een toeneming van het slibgehalte met den afstand tot de Maas waarnemen. De stroomsnelheid zal vooral ten Noordwesten en Westen van Os nog in het bijzonder verminderd zijn, doordat het overstroomingswater daar in de luwte kwam van den zandrug waarop Os is gelegen. Vermoedelijk zal mede hierdoor verklaard moeten worden dat vooral in het Westen van het onderzochte gebied zulke buitengewoon zware kleigronden worden aangetroffen.

Behalve door de stroomsnelheid kunnen verschillen in korrelgroottevverdeeling ook veroorzaakt worden door menging van de rivierafzetting met zand. Een dergelijke menging heeft in de polders van Os zeker ook plaatsgevonden. Men kan zich de vraag stellen, op welke wijze dit geschiedde; hiervoor zijn er drie mogelijkheden:

1. doordat in perioden met sterkere en geringere stroomsnelheid afwisselend laagjes van mindere en meerdere fijnheid werden afgezet, welke bij de bewerking van den grond of bij de bemonstering door elkaar raakten en als mengsel onderzocht zijn;

2. doordat tijdens de afzetting, door overstuiving of door afspoeling van hooger gelegen gronden, zand van elders door de rivierafzetting werd gemengd;
3. doordat de kleilaag door den mensch mechanisch met het er onder voorkomende zand werd gemengd.

De eerste verklaring komt ons hier onwaarschijnlijk voor; in de eerste plaats omdat bij de bezichtiging der kuilen geen afwisseling van meer en minder slibrijke laagjes viel waar te nemen, en in de tweede plaats omdat de in dit gebied voorkomende onvermengde zware kleigronden er op wijzen dat de afzetting gedurende een lange periode in zeer rustig water heeft plaatsgevonden. Men krijgt den indruk dat de menging van zand en klei hier aan de beide andere redenen geweten zal moeten worden. Het lijkt zeer waarschijnlijk dat steeds wat zand van het hooge zandgebied is afgespoeld of door de beekjes werd meegevoerd, en door de klei gemengd raakte. Mechanische vermenging door den mensch ten slotte heeft nog steeds plaats in die gevallen, waarbij het kleilaagje slechts dun is, zoodat het door ploegen met den zand-ondergrond wordt gemengd.

In een rivierklei-gebied bestaat de mogelijkheid dat plaatselijk oude beddingen van de Maas worden aangetroffen, terwijl er bovendien geulen aanwezig zouden kunnen zijn waarin het water van den Beerschen Overlaat in hoofdzaak, en met groote snelheid, stroomde. Noch de terreingesteldheid, noch het grondonderzoek gaven aanwijzingen in deze richting, afgezien van de Hertogswetering, die gegraven werd om het overstroomingswater te verzamelen, en dié tusschen verscheidene meters hooge dijken is ingesloten, terwijl een oud beloop hiervan ter hoogte van den Lange Donk nog duidelijk aan ligging en plantengroei (onkruidflora in de weilanden) te herkennen was.

IV. Landbouwkundige toestand

De streek ten Noorden van Os tot aan de Maas kan in twee gedeelten worden verdeeld: het hooge zandgebied, dat nooit of alleen bij zeer hooge waterstanden door het vroegere Maaswater en het water van den Beerschen Overlaat werd overstroomd, en het lagere gebied, waar het diluviale zand door een meer of minder dikke, meer of minder zware kleilaag werd overdekt. Afb. 3 geeft met behulp van hoogtelijnen een beeld van de hoogteverschillen. Het hooge zandgebied ten Noordwesten en Westen van Os ligt ongeveer 5 m + N.A.P., terwijl de lagere deelen van het ruilverkavelingsgebied zich beneden 4,25 m + N.A.P. bevinden.

Het hooge zandgebied bij Os, waar geen last werd ondervonden van overstroomingen, werd als woonplaats gekozen door de landbouwers, terwijl daar ook akkerbouw mogelijk was. De buurtschappen Amsteleind, Klein Ussen, Achter Ussen en Schalkskamp, die in het ruilverkavelingsblok zijn gelegen, geven hierdoor een beeld dat sterk afwijkt van de rest van het onderzochte gebied. De foto's 1 en 2

hebben betrekking op het Amsteleind; aan den bouwtrant van de boerderijen en den boomgroei langs de wegen is deze buurtschap te herkennen als een oud bewonings- en waarschijnlijk ook een oud landbouwgebied. Het peil van den landbouw is er middelmatig; door een intensievere verzorging van het grasland, zoowel als van de akkerbouwgewassen, zou hier nog wel het een en ander verbeterd kunnen worden.

Ten Westen van Amsteleind en Ussen bevindt zich een gebied, het Brand, waar het Maaswater blijkbaar regelmatiger gekomen is. Het gehalte van den bovengrond aan afslibbare deelen is hooger (10 tot meer dan 20 %); en tot voor kort vond men hier een kale grasvlakte. Enkele jaren geleden is een blok van 80 ha aangekocht door een drietal Utrechtsche landbouwers, die er boerderijen bouwden en een groote oppervlakte gescheurd hebben om haver en tarwe te verbouwen. De omstandigheden in aanmerking genomen, vertoonen deze gewassen een zeer behoorlijken stand. Foto 3 geeft een beeld van het Brand, terwijl men dit ook op de linkerzijde van foto 4 kan waarnemen. In beide gevallen is op den achtergrond het oude zandgebied herkenbaar aan den boomgroei.

Behalve uit deze beide gebieden, die men, zooals wij nader zullen bespreken, ondanks het vrij hooge slibgehalte, landbouwkundig toch nog als zandgrondgebieden zal moeten beschouwen, bestaat het ruilverkavelingsobject voor het grootste deel uit meer of minder diepgrondige klei. Vroeger stond het land hier 's winters en vaak tot ver in het voorjaar onder water, en het behoeft dan ook geen verwondering te wekken dat men hier eindelooze grasvlakten aantreft, kaal en leeg, zonder boomen of behuizingen, welke zich uitstrekten tot bij de Maas (zie de foto's 4 en 5). Pas de langs de Maas gelegen plaatsjes Tefelen en Litooien (foto 6) geven door hun boomgroei en kerktorens aan het landschap weer een wat levendiger karakter.

Volgens de meening van landbouwers (weergegeven in het rapport over de Maasgemeenten, samengesteld onder leiding van Prof. VAN VUUREN) is de grasgroei in dit gebied er, na het uitblijven van het Maaswater, niet op vooruitgegaan. Gedeeltelijk kan dit verklaard worden door de omstandigheid, dat het oorspronkelijke grasbestand zich slechts langzaam aan den veranderden toestand kan aanpassen en aanvankelijk lijdt door het uitblijven van slib en van de volledige doordrenking van den grond. Aan den anderen kant moeten wij er echter op wijzen dat de regeling van de meest gewenschte watervoorziening der planten in deze polders een zeer gecompliceerd en hoogst belangrijk vraagstuk is, dat niet opgelost is door het doen ophouden der overstroomingen en het in orde brengen van de afwatering: de waterhuishouding van den grond zelve zal door gepaste cultuurmaatregelen moeten worden geregeld en op het juiste peil gebracht, wil men van de getroffen maatregelen het volle profijt trekken, en dit zal bij dezen zwaren grond niet vanzelf in orde komen.

Op deze en andere punten, welke op den huidigen toestand betrekking hebben, komen wij later terug. Wij kunnen hier volstaan met

te bevestigen en te onderstrepen dat de huidige landbouwkundige toestand in het grootste deel van het ruilverkavelingsgebied treurig is. In den regel wordt laat gehooid en daarna geweid. De kwaliteit van het gras is meestal slecht tot zeer slecht: er komen allerhande onkruiden in grooten getale voor, margriet, koekoeksbloem, ratelaar, boterbloem, zuring, veldkers, vederdistel, melkdistel, hoefblad, kweek, ijzerhart, akkerwinde en biezen. Slechts voor een klein percentage treft men er behoorlijke weiden aan. Even vóór het hooien gelijkt het gebied meer op een aaneenschakeling van bloemenvelden dan op een graslandgebied. De oude, nooit gescheurde graslanden zijn bijna uitsluitend met margrieten begroeid, terwijl perceelen, welke enkele jaren geleden gescheurd werden en opnieuw tot „grasland" zijn geworden, hoofdzakelijk met koekoeksbloemen en veldkers overdekt zijn. Op de allerslechtste velden komt veel ratelaar voor; plekken zoo groot als een normale kamer zijn, in plaats van met gras, geheel bezet met een dichte begroeiing van ratelaar. Het weinige bouwland heeft veel last van perzikkruid, herik, distels en andere onkruiden.

Niet alleen uit den sterken onkruidgroei, maar ook uit de wijze waarop gescheurd en weer in gras gelegd wordt, blijkt hoe extensief dit gebied geëxploiteerd wordt en hoe weinig men er blijkbaar van verwacht. Wij konden waarnemen hoe bij gescheurd grasland eenvoudig de zode door ploegen gekeerd was, zonder dat deze klein gemaakt of verder bewerkt was. Ook voor het inzaaien tot grasland geeft men zich geen moeite: men laat het bouwland eenvoudig aan zijn lot over, zoodat na verloop van tijd vanzelf weer een gras- en onkruidbedekking ontstaat.

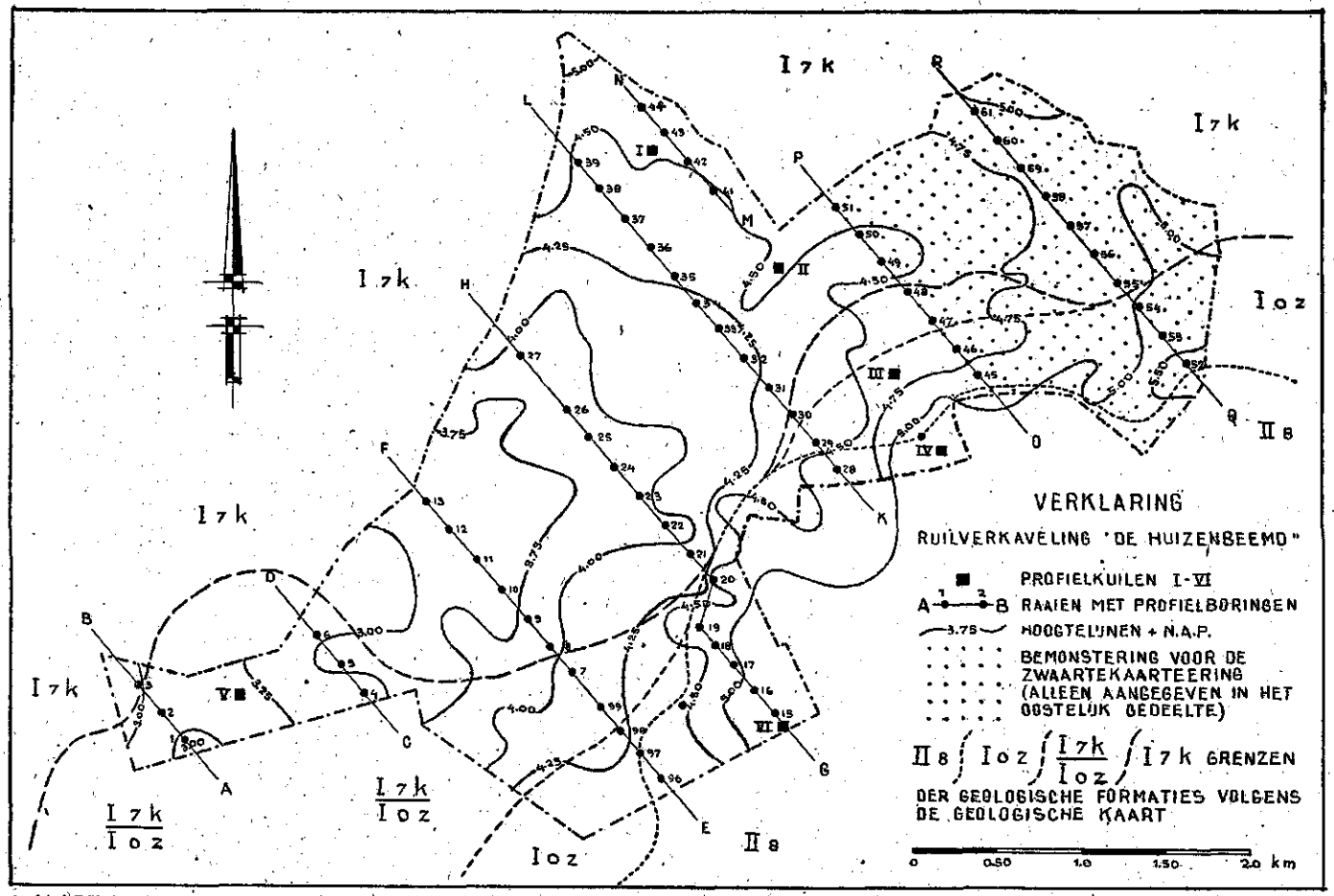
Bemesting werd weinig gegeven. Bekalken was onbekend, evenals bemesten met kali; wel werd af en toe eens slakkenmeel of een zakje stikstof gegeven. Volgens ingewonnen mededeelingen zou men wel 600 kg slakkenmeel geven in de drie jaren of ongeveer 30 kg P_2O_5 per hectare per jaar. Een dergelijke fosfaatbemesting is uiteraard op fosfaatarm land beslist onvoldoende voor het behalen van goede oogsten, al zal wellicht door de hier gewonnen geringe hooioogsten niet méér fosfaat aan den grond worden onttrokken.

De landbouwkundige toestand bleek dus bij lange na niet in orde te zijn. Voor zoover de bodemgesteldheid of een onvoldoende bemesting hiervoor verantwoordelijk gesteld moeten worden, komen wij hierop nader terug.

V. Verkenning van de bodemgesteldheid; zwaartekaarteering

Reeds bij de eerste verkenning van het gebied werd (zie hoofdstuk II, sub b en c, 2) de indruk verkregen dat het terrein voor een stroomgebied van een rivier betrekkelijk eenvoudig is samengesteld, en niet de sterke en grillige afwisselingen vertoont die men b.v. in de Betuwe met zijn oeverwallen en oude rivierloopen zoo goed heeft leeren onderscheiden.

(vervolg op pag. 233)



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 3. Het onderzochte gebied. Hoogtelijnen ÷ N. A. P. op onderlinge afstanden van 0,25 m. Raaien en plaatsen, waar profielboringen werden verricht; plaatsen der profielkuilen I—IV. In het oostelijk deel is door fijnere punten aangegeven de dichtheid van bemonstering voor de zwaartekaarteering (100 bij 100).

Door gestippelde lijnen, en door symbolen buiten het ruilverkavelingsgebied, zijn de formaties volgens de Geologische Kaart van Nederland aangegeven

Foto 1. Gezicht op het Amsteleind

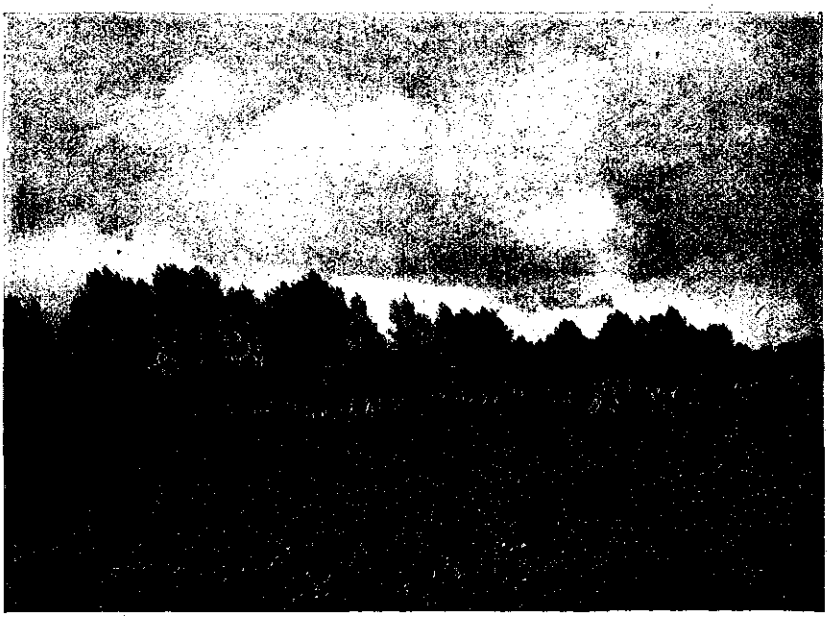


Foto Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Foto 2. Gezicht op het Amsteleind, gezien van profielkuil VI naar het Zuidwesten

Foto 3. Gezicht op het Brand

Foto Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Foto 4. Begin van den Kruizenbeemdschen dijk nabij Os, naar het Westen gezien

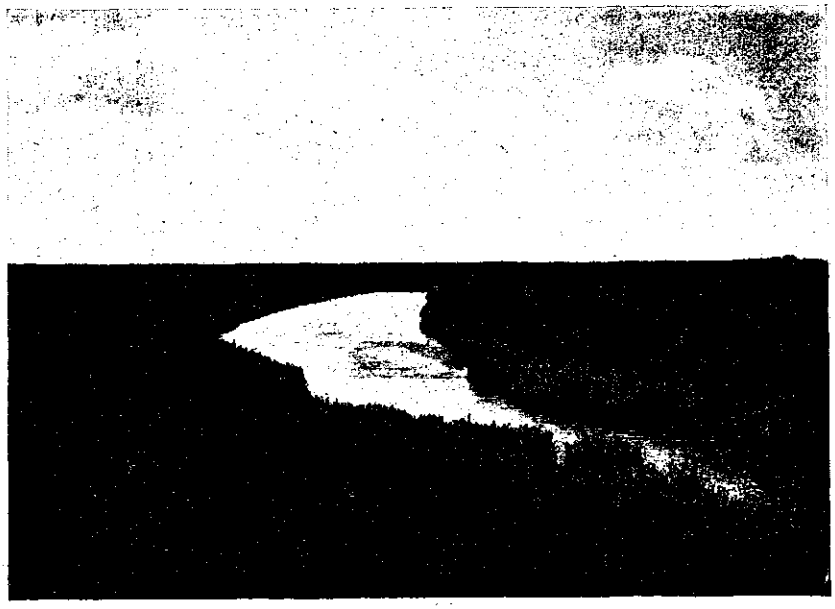


Foto 5. Gezicht op de Hertogswetering, gezien van den weg Os-Litooien naar het Westen. Boomlooze vlakte van den Huizenbeemd

Foto Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Foto 6. Gezicht op Litooien, gezien van profielkuil I

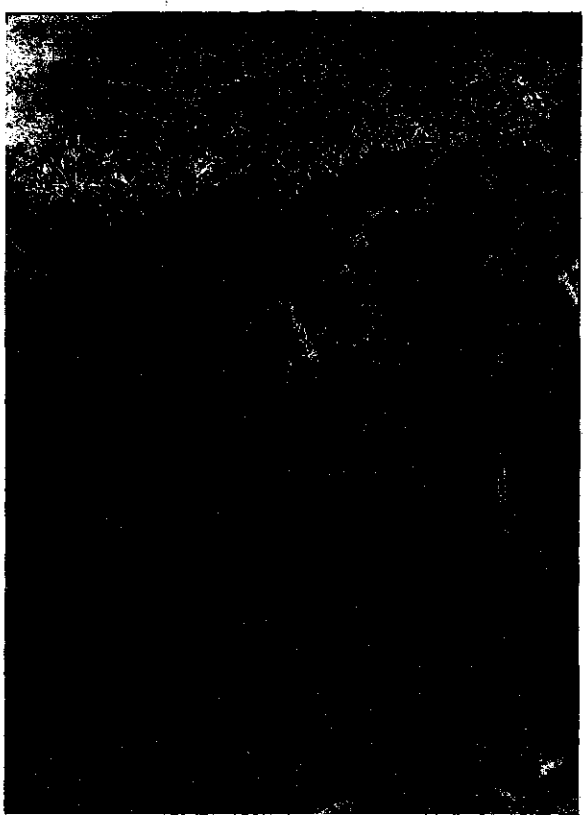


Foto 7. Foto van profielkuil VI

Foto Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Foto 8. Foto van profielkuil V; uiterst zware grond

a. Serie boringen in één raai

Een globaal beeld van de bodemgesteldheid krijgt men reeds door een *raai loodrecht op den stroomloop*. Als voorbeeld kozen wij daarvoor raai KL (zie afb. 3), die van de Mikkelendonksche Steeg loopt tot dicht bij den oeverwal van de Maas. De zwaarte en granulaire samenstelling van den bovengrond worden getoond door de distributiegrafieken [1a]) in afb. 4, terwijl enkele van de voornaamste cijfers voor deze interessante serie in tabel I zijn vereenigd.

Tabel I. Bovengrondmonster uit raai KL

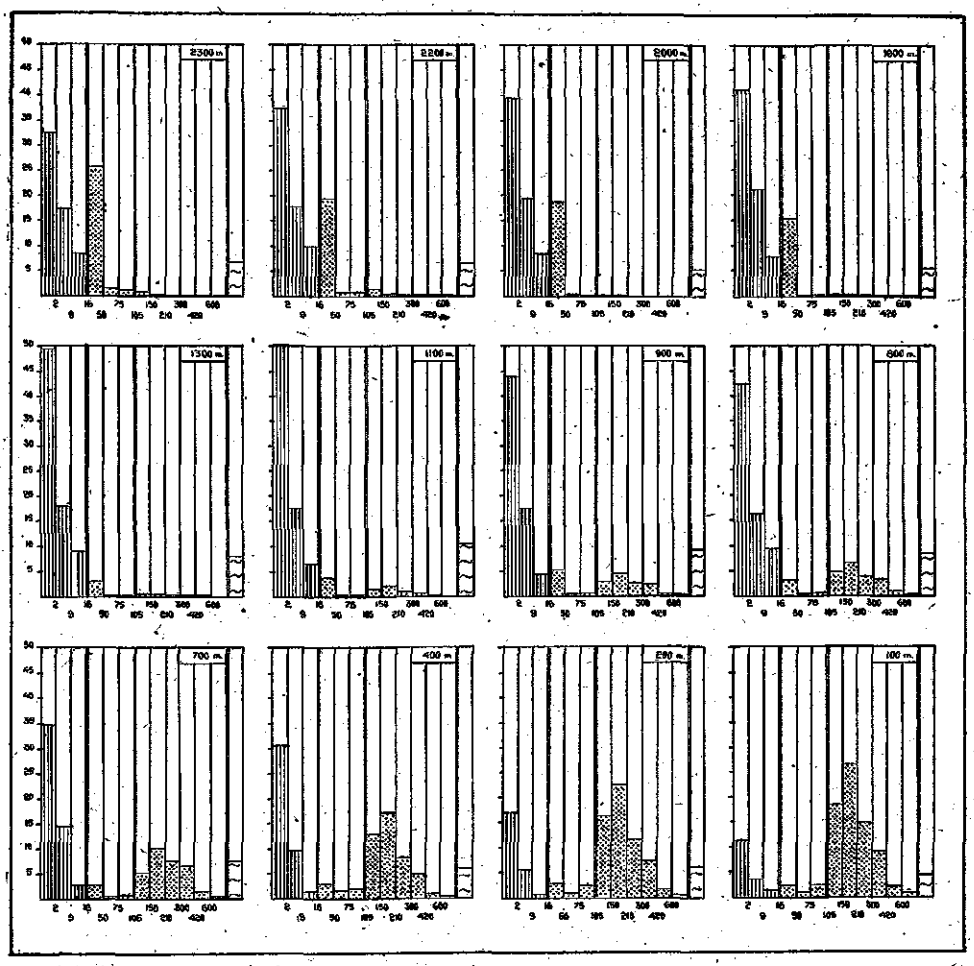
Afstand tot de Mikkelendonksche Steeg in meters	Afslibbaar 0—16 mu	Fractie 16—50 mu	M-cijfer > 75 mu *)	Zandfractie		Humus %
	% op drogen grond			fijner deel %	grover deel %	
2300	61½	25½	—	93	7	7
2200	68½	19½	—	91	9	6½
2000	74	19	—	95	5	5½
1800	75½	15½	—	93	7	5½
1300	86	3	—	74	26	8
1200	84½	3½	165	70	30	8½
1100	79	3½	180	48	52	10½
900	70	5	195	35	65	9½
800	68	3	190	21	79	8½
700	55	2½	210	12	88	7½
400	42½	3	175	12	88	6
200	24	3	180	9	91	6
100	17	2½	185	7	93	4½

*) Met het M-cijfer (mediaancijfer) wordt de korrelgrootte aangegeven waarboven en waarbeneden 50 % in gewicht van den grond — alleen de minerale deelen grooter dan 75 mu, en zonder humus of koolzure kalk — valt.

De eerste vijf distributiecurven, voor de monsters het dichtst bij de Maas, vertoonen het typische beeld van zware rivierklei, en wel met een toenemend gehalte aan afslibbare deelen en een afnemend

1a) In deze grafieken geven de abscissen de korrelgrootte der fracties in microns (mu) aan, de ordinaten het gehalte van het monster aan deze fracties in percenten van den drogen grond; de laatste kolom heeft betrekking op het humusgehalte van het monster.

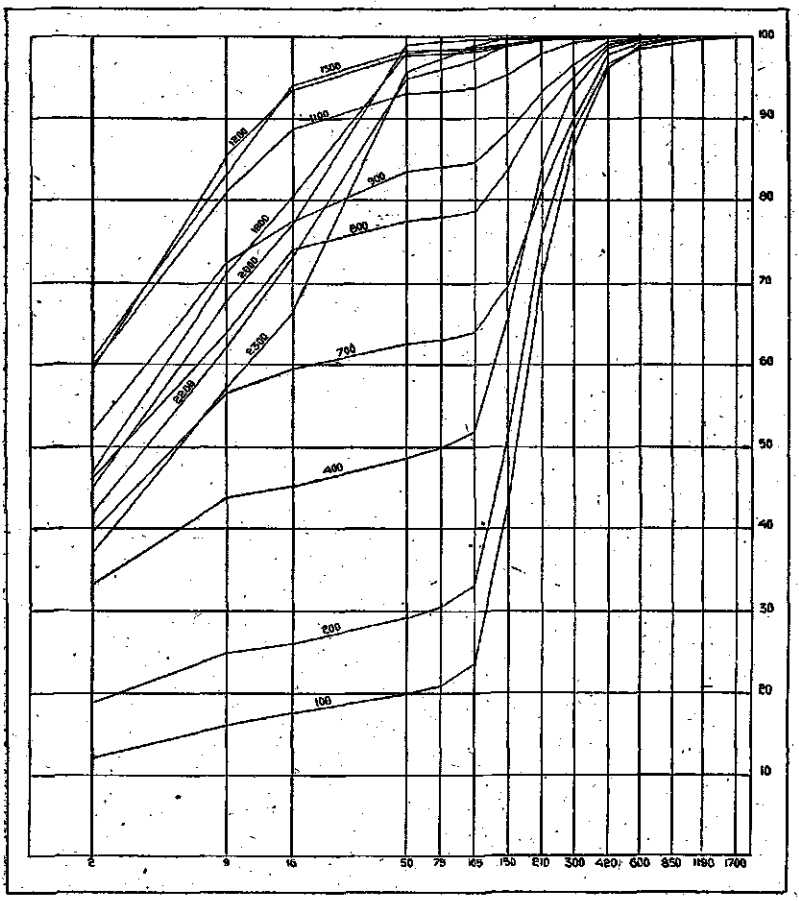
Voor de bepalingswijze en details zie „De Granulaire Samenstelling van Nederlandsche grondsoorten" door Prof. Dr. O. DE VRIES (Verslagen Landbouw-Onderzoekingen 48 (1942), pag. 565). De aandacht wordt er op gevestigd dat de in deze verhandeling besproken analyses verricht werden volgens de toentertijd gebruikelijke methode, waarbij de afslibbare deelen 0-16 mu òf niet, òf in subfracties met grenzen 2, 8 en 16 mu werden gesplitst, terwijl de fractie 16-50 mu niet in subfracties werd verdeeld. Sindsdien zijn verbeterde methoden ingevoerd, waarbij de rationeele grenzen 0-2-4-8-16-25-35-50 worden gebruikt. Het beeld dat men met de vroegere methode kreeg, en dat in sommige opzichten in het bovenstaande als karakteristiek wordt gebruikt, ziet er bij de nieuwe methode wat anders uit.



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 4. Distributiecurven van twaalf monsters uit raai KL (zie afb. 3), op verschillenden afstand (zie rechts boven) van de Mikkelendonksche Steeg. Overgang van rivierklei met allerfijnst zand tot een mengsel van rivierklei met diluviaal zand

gehalte aan allerfijnste zand van de fractie 16-50 mu: dichter bij de rivier bezinken de zwaardere deeltjes, verderop zetten zich meer slibdeeltjes af. De verdeeling van de afslibbare deelen over de drie subfracties 0-2-8-16 is ongeveer 4 : 2 : 1, wat als karakteristiek voor rivierklei kan gelden. Bij de verderop gevormde, allerzwaarste afzettingen (1300-1100 m uit de Mikkelendonksche Steeg) is die verhouding omstreeks 6 : 2 : 1 en is de klei dus ook in dit opzicht zwaarder. Deeltjes grover dan 75 mu komen slechts in zeer kleine hoeveelheid voor; wat daarvan het karakter is, valt bij die geringe hoeveelheid niet te zeggen, het kunnen b.v. toevallige mengsels zijn.



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 5. Sommatiecurven van dertien monsters uit raai KL, behoorende bij afb. 4

Het monster dat ongeveer halverwege het gebied, d.i. 1100 meter uit de Mikkelendonksche Steeg, werd genomen, heeft nog een zeer hoog gehalte aan afslibbare deelen (79 %) maar begint een zeer kleine zandfractie te vertoonen met den top in de fractie 150-210 mu; bij volgende monsters komt dit zand geleidelijk sterker naar voren, tot het bij de laatste monsters de hoofdplaats inneemt: het rivierslib raakt hier in toenemende mate met diluviaal zand van den vasten oever vermengd. In de slibfractie zelve blijft de verhouding dezelfde, ruwweg 6 : 2 : 1, maar het totaalgehalte aan afslibbare deelen loopt van 86 % bij het zwaarste monster (1300 meter) tot 24 en 17 % terug. Daarbij blijft het gehalte aan allerfijnste zandfractie (16-50 mu) ongeveer even hoog, omstreeks 3 %. Het humusgehalte verandert in deze serie niet op karakteristieke wijze en is voor alle monsters 5-10 %, met wellicht een maximum op 1300 tot 800 meter uit den vasten wal.

Ook de sommatiegrafiek [1b]) (afb. 5) van deze serie monsters vertoont dit geleidelijk verloop zeer duidelijk: voor 100, 200 enz. tot 1200 meter van den vasten wal af vindt men hetzelfde type curve, maar steeds hooger gelegen door het toenemend gehalte aan afslibbare deelen. Bij het hoogste punt (op 1200 en 1300 meter) treedt een omkeering in; de volgende curven, die weer een dalende reeks vormen, nemen een anderen vorm aan, met veel in de fractie 16-50 mu (steil verloop) en bijna geen zand grover dan 50 mu.

Men kan dus duidelijk twee typen in deze serie of catena onderscheiden: een grond, die in zijn geheel uit recent fluviatiel materiaal bestaat, afslibbare deelen en allerfijnste zandfracties met practisch geen grover deeltjes, en een mengsel van het fijnere type van deze rivierklei met diluviaal zand in verschillende verhoudingen, toenemend zandig naarmate men verder uit de rivier en dichter bij den diluvialen oever van het overstroomingsgebied komt.

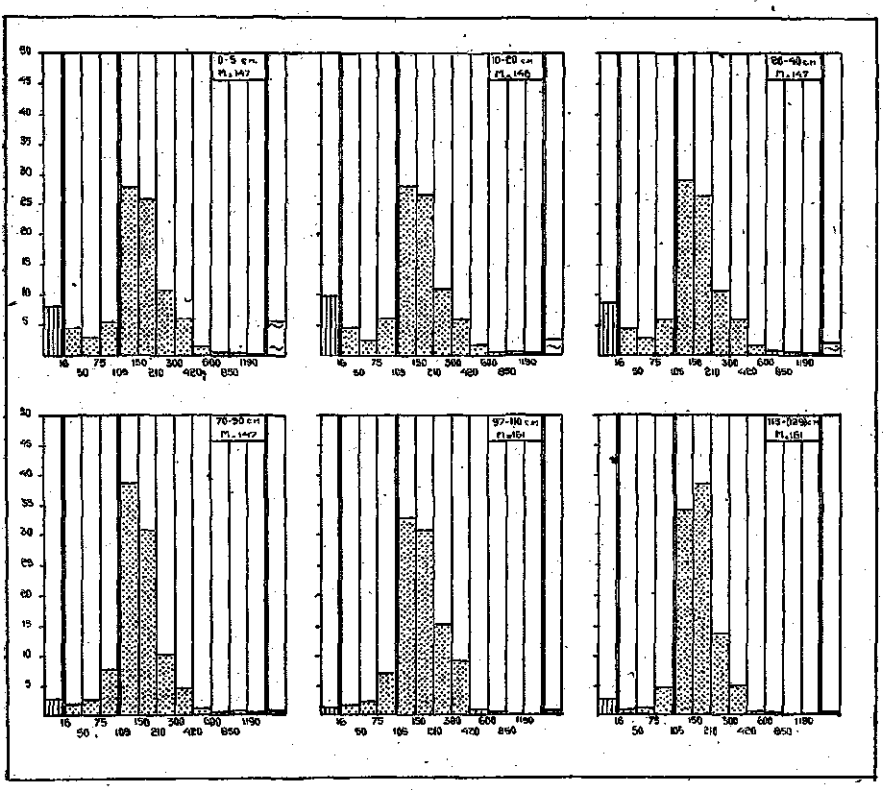
Het is duidelijk dat voor zulke gronden de „zwaarte" niet uitsluitend door het gehalte aan afslibbare deelen wordt bepaald. De monsters, die op 800 en 2200 meter genomen werden, hebben ongeveer evenveel afslibbaar (74 resp. 73 % op minerale deelen) en evenzoo die op 900 en 2000 meter (77 %); maar het zal in zwaarte, bewerkbaarheid en waterhuishouding van den grond een heel verschil maken of daar 3 of 30, resp. 5 of 19 % aan fractie 16-50 mu bijkomt. In het terrein dat grootendeels in gras ligt, en waar de zeer onvoldoende en sterk wisselende fosfaattoestand (zie hoofdstuk VI, sub b) den stand van het gewas beheerscht, waren deze verschillen in grondtype nog niet goed te bestudeeren; maar bij het in beteren cultuurtoestand brengen zal men daarmede zeker te maken krijgen.

b. Profielkuilen

Bovengrondmonsters, als waaruit deze serie bestond, geven niet het meest typische beeld van de grondsoorten die in het gebied voorkomen, aangezien er door bewerking en anderszins vermenging kan hebben plaatsgevonden. De ongeroerde ondergrond geeft een karakteristieker beeld; om dit te leeren kennen hebben wij eenige profielkuilen gegraven (zie hoofdstuk II, sub c, 4).

Profielkuil VI (foto 7) lag in hoogen zandgrond in het plistoceen, dat hier als laagterras II 8 den vasten wal vormt. Afziende van fijnere details, kan gezegd worden dat hier een bovenlaag werd aangetroffen van 40 cm bruin zand met 2-5 % humus, dat iets slibhoudend was (9 % afslibbare deelen); aanwijzingen, dat hier door het Maaswater slib was opgebracht, waren er niet. Deze laag rustte op een overgangslaag van 20 cm dikte, met 1½ % humus

1b) Hierin zijn, voor elk monster van afb. 4 afzonderlijk, de gehalten (= ordinaten) der opeenvolgende subfracties doorloopend, d.i. van links naar rechts, gesommeerd, met dien verstande dat bij de sommatiecurven de gehalten berekend op minerale deelen (dus exclusief humus en koolzure kalk) worden gebruikt. Een sommatiecurve is dus een curve „tot en met", d.w.z. de ordinaat behoorende bij zekere abscis (korrelgrootte) stelt het totale gehalte van het betreffende monster voor aan fracties van deze en lagere korrelgrootten.



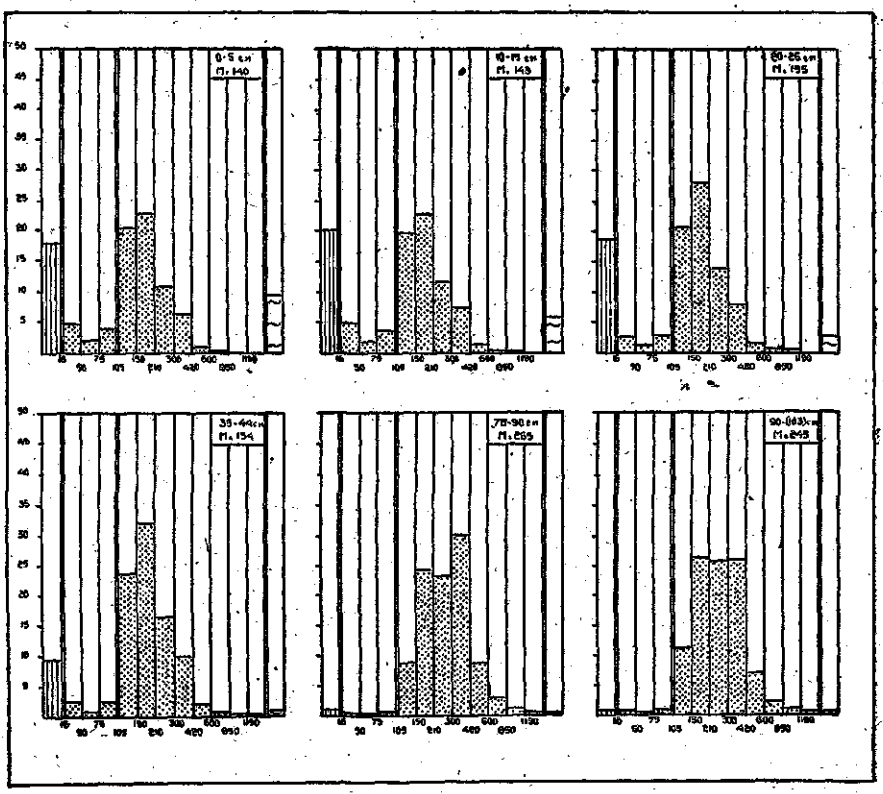
Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 6. Distributiecurven van zes monsters uit verschillende lagen van profielkuil VI; zandige grond van het laagterras II 8

en 5 % afslibbare deelen, waaronder geel zand met ½ % humus en 2 % afslibbare deelen, dat veel bruinroode plekken en vlekjes vertoonde. Op 129 cm werd het grondwater aangetroffen. De granulaire samenstelling van eenige monsters op verschillende diepte vertoont afb. 6, waaruit blijkt dat — afgezien van het afnemend gehalte aan afslibbare deelen en aan humus naarmate men lager komt — de korrelgrootte-verdeeling in alle lagen vrijwel dezelfde is, met slechts een kleine verschuiving naar grof in de diepere lagen (M-cijfer toenemend van ca 145 tot ca 160).

Vooral de onderste laag 115-(129) cm toont duidelijk het zandtype dat in raai KL bij de zuidelijkste helft der monsters als meegespoeld laagterras-zand zoo karakteristiek naar voren kwam, en dat hier in sterk uitgesorteerden vorm, met steile distributie- en sommatiecurve en platte voeten, voorkomt met een M-cijfer 161.

Bij al deze monsters zijn de subfracties 105-150 en 150-210 beide ongeveer even sterk vertegenwoordigd, met den top nu eens in de eene, dan weer in de andere. Dit laagterras-zand is dus duidelijk iets grover dan het dekzand, dat op het Brabantsche hoogterras zoo vaak als een pakket van een tot twee meter dikte de bovenlaag vormt,



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 7. Distributiecurven van zes lagen uit profielkuil III in lichte rivierklei

en waarbij de subfractie 105-150 mu karakteristiek de voornaamste is, met M-cijfers van omstreeks 130. Het M-cijfer van de bovenlagen, tot 90 cm diep, is hier dan ook omstreeks 145.

De bruine kleur tot 60 cm diepte, samengaand met een matig humusgehalte, maakt de waterhuishouding van dit zand gunstiger; doordat de zuurgraad (pH; zie ook hoofdstuk VI, sub a) tot deze diepte niet ongunstig was (ruim 5, en in het gele zand ruim 6), terwijl de fosfaattoestand (vergelijk hoofdstuk VI, sub b, 1) ook redelijk bleek te zijn (P-citr cijfers afnemend van 89 in de zode en 48 daaronder, tot 23 en 13 op 60 cm), konden de wortels behoorlijk diep doordringen: er werden fijne wortels tot ongeveer in het gele zand aangetroffen.

Profielkuil III, gelegen ongeveer midden in het overstroomingsgebied (zie afb. 3), maar niet in den zwaarsten grond — die, zooals wij verderop zullen zien (afb. 11) meer naar het Westen ligt, — vertoont een laag lichte klei van ongeveer 25 cm dikte op zand. De klei is tot ongeveer 20 cm diepte bruin gekleurd, met omstreeks 20 % afslibbare deelen, en een van 10 tot 3 % afnemend humus-

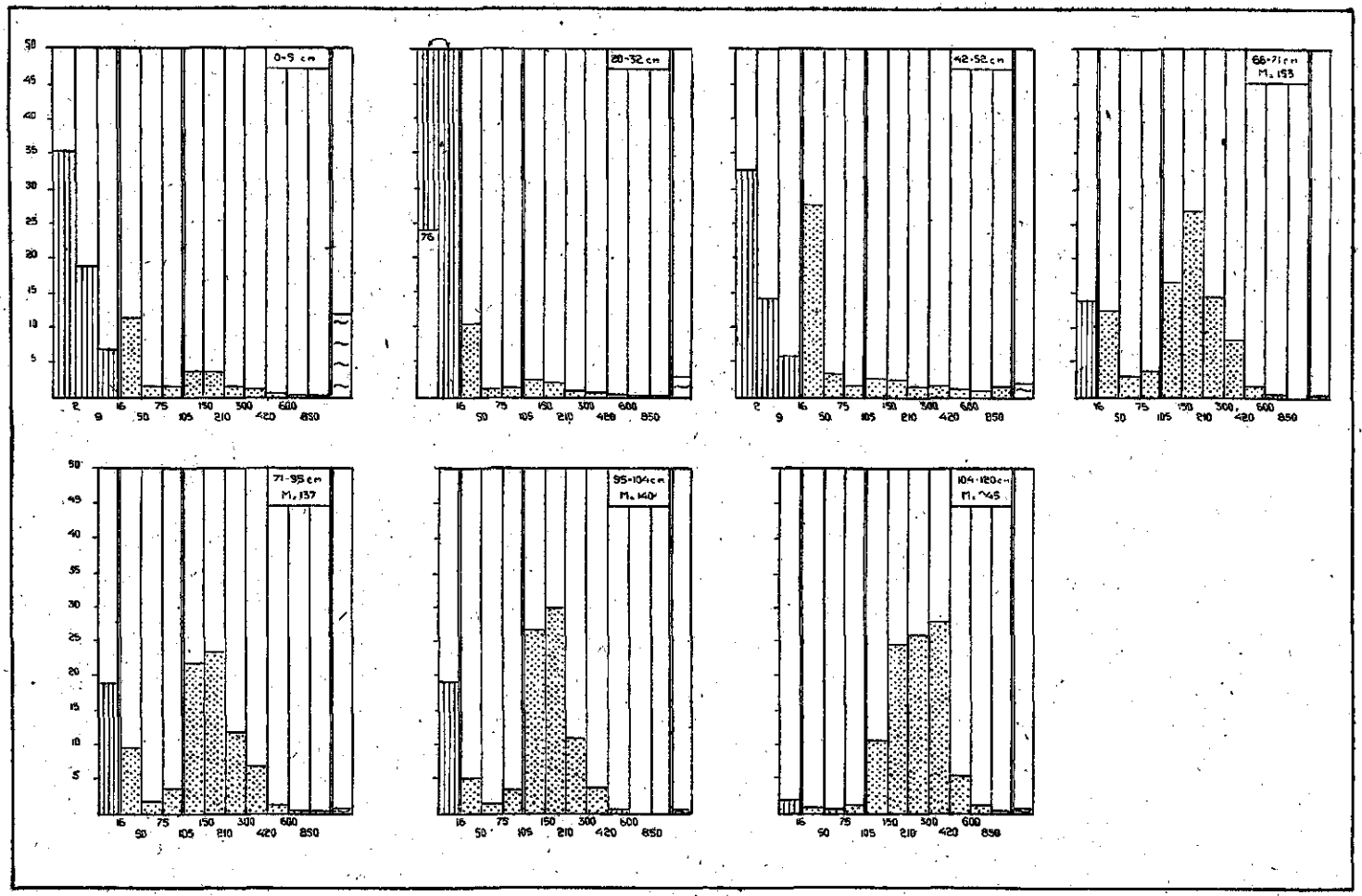
gehalte, naarmate men van de zodelaag dieper komt. Het daaronder liggende zand is eerst grijs en wat slibhoudend (9 %) maar humusarm; daaronder volgt, na een overgangslaag van 45 tot 70 cm, een geel, grover ondergrondszand met slechts ½ % humus en 1 % afslibbare deelen. De korrelgrootte-verdeeling voor zes monsters van verschillende diepte vindt men in afb. 7: de bovenste lagen vertoonen als zandbestanddeel het laagterras-zand van afb. 6, ten deele met een duidelijken top in de subfractie 150-210 (M-cijfer omstreeks 150); het diepere, gele zand is duidelijk grover met M-cijfers van 265 en 245 en een vrij breeden top in de drie subfracties 150-420 mu, maar overigens met zeer weinig grover en fijner materiaal. Opvallend was dat de plantenwortels hier niet dieper bleken door te dringen dan 25 cm; hiertoe zal de vooral vroeger veelal hooge waterstand hebben bijgedragen. Ook aardwormen werden hier niet dieper dan 25 cm aangetroffen.

Zwaarderen grond geeft de slechts ongeveer 500 m noordelijker, dicht bij de Hertogswetering gelegen *profielkuil II* te zien, waar (zie afb. 8) de bovenlagen 58, 76 en 54 % afslibbare deelen bevatten met daarnaast nog 11½, 10½, resp. 28 % in de fractie 16-50 mu, terwijl het grovere zand slechts een gering deel (9-16 %) uitmaakt, zoodat men hier met een uiterst fijnzandigen, vrij zwaren kleigrond te maken heeft. Tot omstreeks 10 cm diep is de grond van dit grasland bruin, wel vast, maar goed kruimelig; daaronder volgt een vaste, zelfs wat stopverfachtige, weinig doorluchte grijsblauwe klei met roodbruine vlekjes waar het ijzer geoxydeerd is, maar toch met wormgangen tot 30 cm en wortels tot 40 cm, enkele zelfs tot 70 cm diepte. Beneden 50 cm volgt dan een overgangslaag tot den grijzen slibhoudenden zandgrond die van 60 cm af den ondergrond vormt; vervolgens wordt op ruim een meter diepte het gele, grovere ondergrondszand bereikt, dat een losse, watervoerende laag vormt, zoodat het grondwater verder graven belemmerde. De distributiecurven in afb. 8 toonen dat hier weer dezelfde typen zand (M-cijfer 140-150 voor de tusschenlaag, en 245 voor het grovere zand) voorkomen.

Vooral in de laag 42-52 cm werden bij dit profiel ijzerophoopingen gevonden, gemengd met minerale deeltjes; deze zijn als zwartbruine plekken zichtbaar, welke soms in nesten bij elkaar voorkomen; met de vingers kunnen zij makkelijk stuk gewreven worden. In de hooger gelegen lagen zijn de ijzerophoopingen minder geconcentreerd en ziet men in het bijzonder roodbruine ijzervlekjes.

Het beeld, dat *profielkuil I* vertoont, biedt niet zooveel bijzonders dat het noodig zou zijn deze hier te beschrijven en af te beelden; het afwijkend hooge fosfaatgehalte is de reden dat wij in afb. 9 de distributiecurven van enkele karakteristieke monsters hebben opgenomen.

Wèl merkwaardig is *profielkuil V*, gegraven in het westelijk gedeelte van het ruilverkavelingsblok, waar de zwaarste grond voorkomt, en waar men de laag aantreft die onder den naam *kwaden aard*



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 8. Distributiecurven van zeven lagen uit profielkuil II in zware rivierklei

in zoo'n slechten reuk staat. Van dit typische profiel, dat in foto 8 getoond wordt, geven wij de volledige beschrijving. Deze luidde als volgt:

0-5 cm: donkerbruine klei met roode vlekjes; vast, maar tusschen de vingers vrij goed verkruimelend; een enkele kleine aardworm.
5-10 cm: licht-blauwgrijs met roodgele vlekjes; valt in brokjes uiteen, welke tusschen de vingers iets verkruimelen, maar overigens stopverfachtig zijn. Enkele wortels; aardwormhol op 10 cm.
10-20 cm: licht-blauwgrijs met roodgele vlekjes; dichte en stopverfachtige klei, breekt na drogen in hoekige brokjes van ongeveer 1 cm^3. Enkele wortels; geen wormen.
20-27 cm: als 10-20 cm.
27-42 cm: blauwgrijs met roodgele en blauwe vlekken; zeer vaste en stopverfachtige klei.
42-48 cm: zwartblauwe tot blauwgrijze plek, om de wortels roodbruin gekleurd; vaste stopverfachtige klei.
48-60 cm: blauwgrijze stopverfachtige klei.
60-68 cm: overgangslaag; blauwbruin met gelige tinten; klei met reeds meer zand.
68-(80) cm: bruinig grijs, met roodbruine en lichtblauwe vlekken; matig fijn zand.

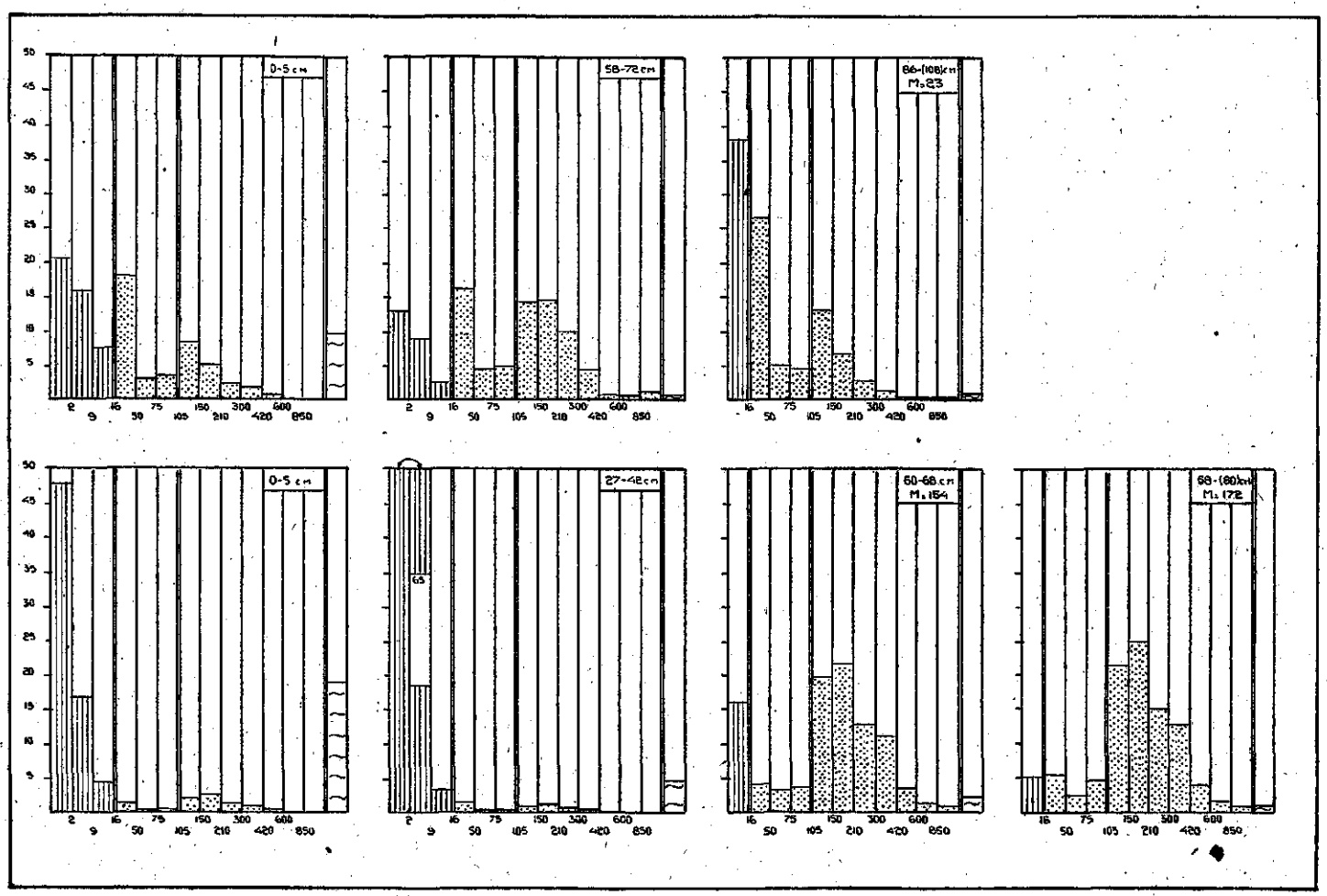
Het grondwater werd op 65 cm diepte aangetroffen.

De geheele laag klei van 60 cm vormde, tot op het zand, een zeer vasten grond; alleen de bovenste 5 cm (zodelaag) waren kruimelig, mede in verband met het hooge humusgehalte van 19 %; direct daar beneden is de grond al zeer vast, hoewel de geheel vaste laag pas op 24-27 cm begon. De laag daaronder was zeer dicht; door spleten die er bij uitdrogen in ontstaan waren, kon het regenwater goed afvloeien, hetgeen bij leegscheppen van den kuil goed te zien was. In deze spleten en scheuren drongen wortels naar beneden, plaatselijk veel haarworteltjes vormend.

De blauwe, stopverfachtige laag van 27 tot 60 cm vormde den „kwaden aard", waarvan de zwartblauwe laag 42-48 cm het meest typische gedeelte was. Zeer opvallend was dat de heele laag 27-68 cm, toen die aan de lucht eenigszins was ingedroogd en door wegzakken van het er onder voorkomende zand ondermijnd werd, in groote brokken naar beneden viel, met slechts enkele barsten. Foto 8 toont ten deele de 27 cm dikke bovenlaag, hangend boven het afgestorte gedeelte; meer links ziet men den vlakken, dichten wand van de „kwaden aard"-laag, niet verkruimelend en slechts met een enkele spleet of scheur.

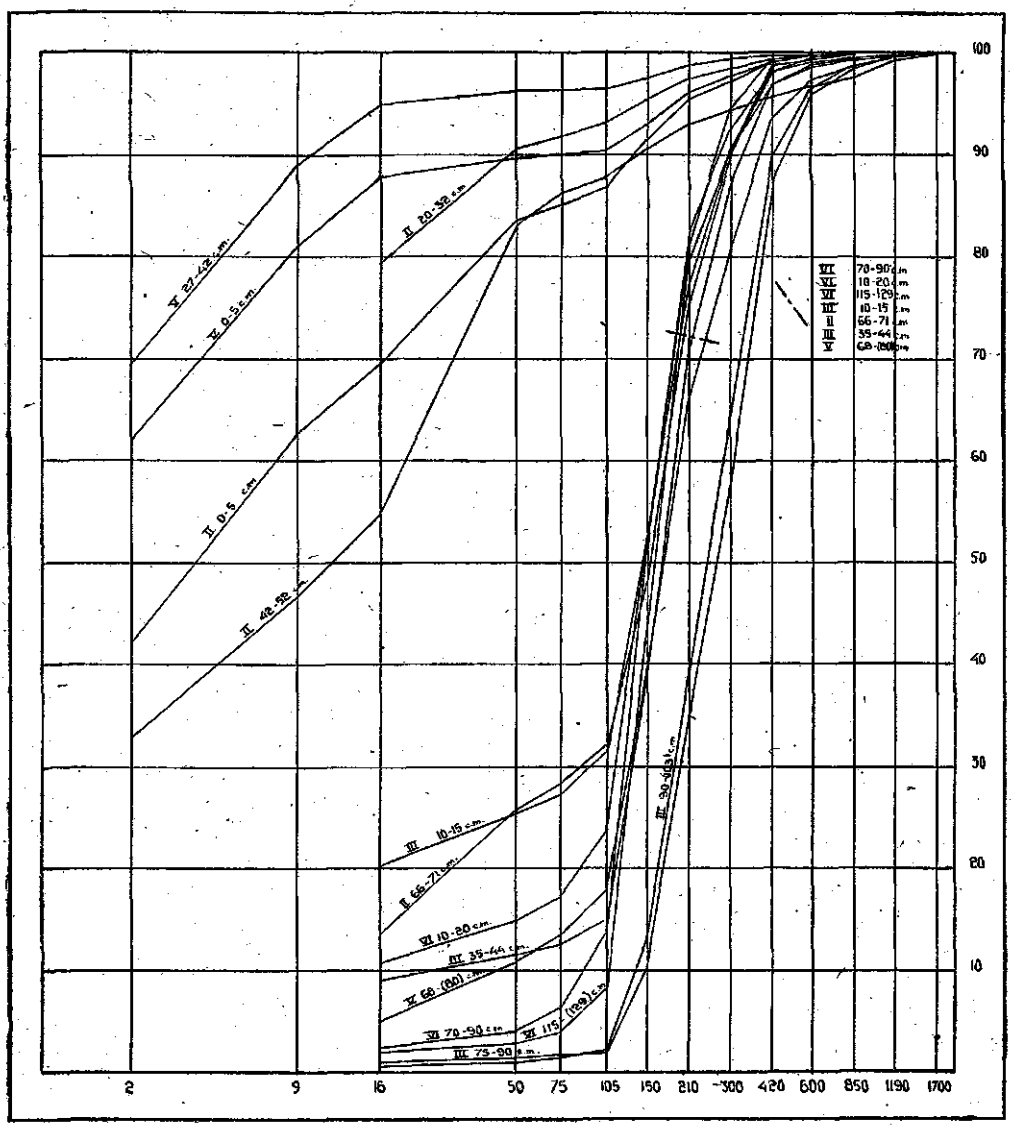
Afb. 9 toont onderaan de distributiecurven van eenige lagen. De „kwaden aard"-laag heeft 92 % afslibbare deelen, 3 % humus en slechts 5 % zand! Inderdaad dus een der zwaarste gronden, die in ons land aan te treffen zijn. Het zand in den ondergrond heeft het laagterras-type, met 16, resp. 5 % afslibbare deelen en 2, resp. 1 % humus, en M-cijfers van 154 resp. 172.

Afb. 10 geeft de sommatiecurven voor verschillende monsters uit de beschreven kuilen. De zeer zware „kwaden aard" ligt geheel bovenaan, ongeveer op de plaats van de curve voor potklei met 95 %



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 9. Boven: distributiecurven van drie lagen uit profielkuil I in lichte rivierklei. Onder: vier lagen van profielkuil V in het westelijk gedeelte met uiterst zwaren, onhandelbaren grond, waaronder zg. „kwaden aard"



Archief Rijkslandbouwproefstation Groningen

Afb. 10. Sommatiecurven voor een aantal grondtypen uit de afbeeldingen 6, 7, 8 en 9

afslibbare deelen, die wij elders [2]) afbeeldden. De bovengrond van profielkuil II blijkt ook zeer zwaar. De groep laagterras-zanden, wat meer of minder slibhoudend en met een M-cijfer van omstreeks 150,

2) „De Granulaire Samenstelling van Nederlandsche grondsoorten" l.c. 1, pag. 625 en 700.

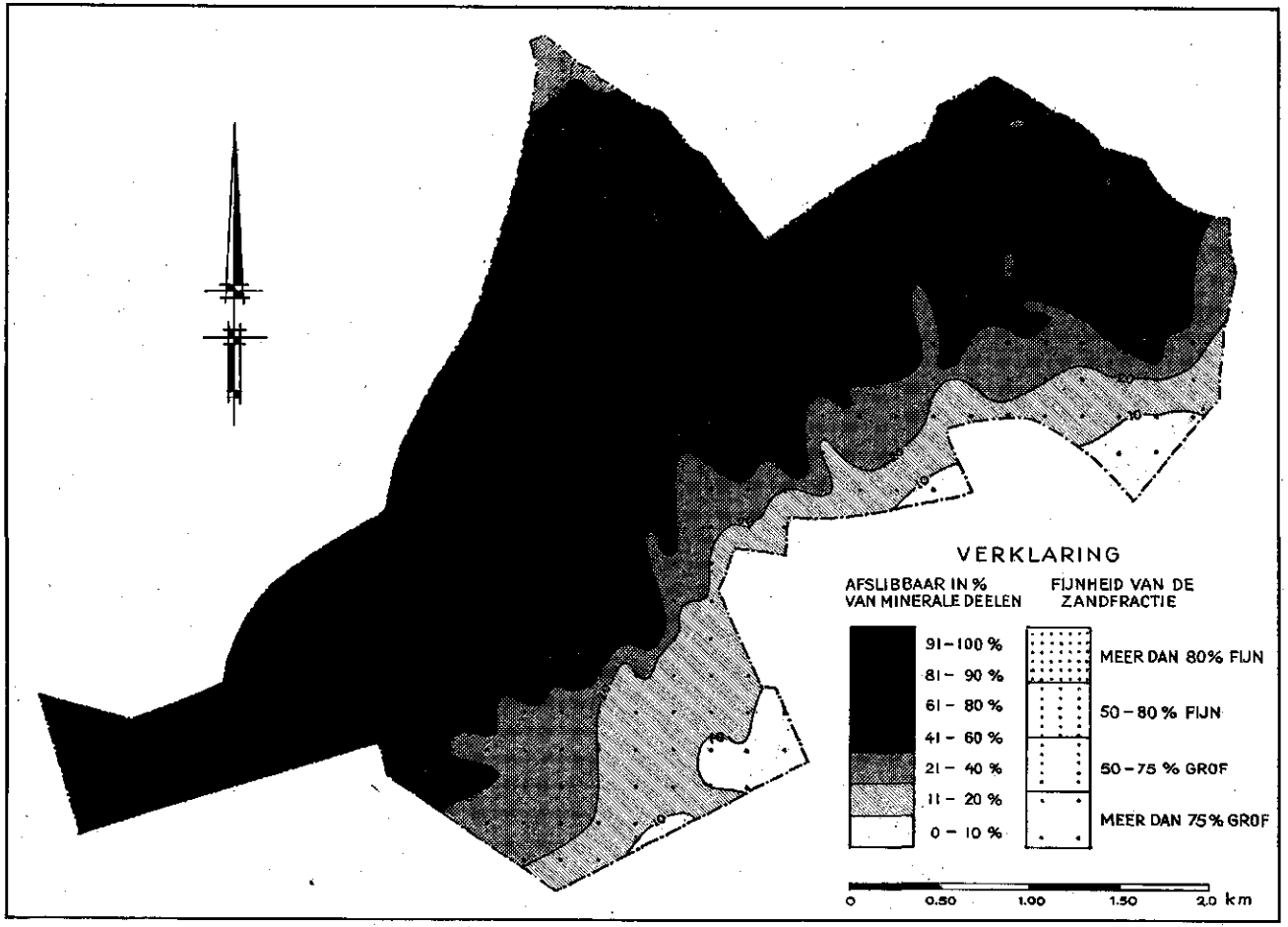
vormt het midden; meer rechts liggen twee voorbeelden van wat grover ondergrondszanden.

c. Zwaartekaarteering

Voor het vervaardigen van een zwaartekaart van den bovengrond werd, zooals in hoofdstuk II, sub c, 2 is vermeld, op 100 meter in het vierkant telkens een monster genomen van de laag van 0-20 cm, en wel telkens een mengmonster van 10-15 steken van een plek met 5 meter straal. De betreffende punten zijn in het oostelijk deel van afb. 3 aangegeven; daaraan kan men de dichtheid van bemonsteren beoordeelen. Deze bijna 1100 monsters werden alleen onderzocht op zuurgraad (pH) en hoofdbestanddeelen (humus, afslibbare deelen en zand, gesplitst in fijner en grover deel). Aan de hand van deze gegevens werd de in afb. 11 gereproduceerde zwaartekaart vervaardigd, waarbij een donkerder groene kleur een hooger gehalte aan afslibbare deelen aangeeft. Dit gehalte werd daartoe niet, zooals gewoonlijk, uitgedrukt in percenten op drogen grond, maar in percenten op minerale deelen; deze wijze van uitdrukken werd gekozen ten einde voor bouwland en grasland een soortgelijk en aaneensluitend beeld te krijgen. Grasland heeft, door de opeenhooping van plantenresten in de zodelaag, steeds een hooger humusgehalte dan bouwland, en daardoor wordt het gehalte aan afslibbare deelen, ook als dat van nature hetzelfde was, procentueel kleiner.

Zooals wij in hoofdstuk V, sub a betoogden, wordt de zwaarte van den grond in deze streek door het gehalte aan afslibbare deelen slechts onvoldoende weergegeven; daarop is zeker van invloed de aard van het zand, namelijk of dit zeer fijn recent rivierzand is, dan wel afgespoeld grover diluviaal zand. Het gehalte aan deeltjes van 16-50 mu zal zeker aan de zwaarte van den grond veel afdoen; dit cijfer wordt echter niet bepaald bij het eenvoudige onderzoek dat bij deze 1100 monsters moest worden toegepast. Ten einde met de fijnheid van de zandfractie toch eenigszins rekening te houden, hebben wij deze in afb. 11 door een stippennet aangegeven. Een combinatie van een zeker gehalte aan afslibbare deelen met een fijner stippennet duidt dus in het algemeen op een zwaarder grondtype dan wanneer de zandfractie van groveren aard is; maar men moet er wel mede rekenen dat er in het laatste geval „betonstructuur" zou kunnen voorkomen, waarbij de zeer fijne slibdeeltjes de holten tusschen de grovere zandkorrels zoodanig opvullen, dat een zeer vaste massa ontstaat. Hoe de eigenschappen van de in deze streek voorkomende grondtypen in een geregeld landbouwbedrijf zullen blijken te zijn, zal pas aan den dag treden wanneer de gronden, bevrijd van den water-overlast, een tijd in goed geregelde cultuur zijn; de ervaring over de landbouwkundige eigenschappen van gronden met soortgelijke korrelgrootteverdeelingen zijn nog niet omvangrijk genoeg om daarover voorspellingen te wagen.

Afb. 11 geeft het algemeene beeld van het Maaskant-terrein zeer duidelijk weer: een zandige strook, ongeveer samenvallende met het oud-holocene rivierzand I o z van de Geologische Kaart, langs het



Afb. 11. Zwaartekaart van den bovengrond, in vijf klassen, aangegeven door verschillende kleuren, zie verklaring. Met stippen is de aard en fijnheid van de zandfractie van den bovengrond aangegeven.

K 1259

diluvium, lichte en geleidelijk zwaarder wordende kleigronden naar het lagere middenste gedeelte toe (vergelijk ook de hoogtelijnen in afb. 3), zeer zware grond vooral in het westelijk middengedeelte, en in de noordelijke punt van het ruilverkavelingsgebied geleidelijk weer lichter wordend naar de Maas toe. Ook de grovere aard van het diluviale zand in de zuidelijke strook, in tegenstelling met het zeer fijne recente rivierzand meer in het Noorden, teekent zich in deze kaart zeer duidelijk af. Bij Tefelen vindt men volgens de Geologische Kaart een opduiking van laagterras II 8, dus van diluviaal zand: wellicht mede door de bocht die de Maas daar ter plaatse maakt, zijn de afzettingen naar die zijde minder regelmatig en ontbreekt de strook zeer zware grond in het midden van het overstroomingsgebied.

In het westelijk gedeelte, met zeer zware klei, werd de fijnheid van de zandfractie niet door stippen aangegeven, omdat in dezen grond slechts enkele percenten zand voorkomen en de splitsing in een fijner en een grover deel daardoor met een relatief zeer groote bepalingsfout behept is, terwijl toevallige bijmengsels er een te groote rol kunnen spelen.

d. Globale kaarteering van de gesteldheid van den ondergrond

De zwaarte en de landbouwkundige eigenschappen van een grond worden natuurlijk niet voldoende aangegeven door een kaart van den bovengrond als in afbeelding 11: ook de gesteldheid van den ondergrond moet daarbij in beschouwing worden genomen. Een volledige opneming daarvan zou het bestek van het hier beschreven onderzoek verre te buiten zijn gegaan; het werd echter van belang geacht de oriënteering wat verder uit te strekken dan den eersten indruk die door de profielkuilen verkregen was, en daartoe werden de in hoofdstuk II, sub c, 3 beschreven 100 profielboringen gebruikt. Zoowel de beschrijving van de per boring verkregen resultaten, als de cijfers die in het onderzochte deel der monsters verkregen werden, moeten hier achterwege gelaten worden; afbeelding 12 moge dienen om het verkregen beeld globaal aan te geven.

Daarbij is de bovenlaag, tot 25 cm diepte, weggedacht; de zwaarte van de laag daaronder is door kleuren aangegeven ongeveer als in afb. 11, en evenzoo de aard van het zand door stippen, met een eenvoudiger indeeling. Daarenboven is door wat dikkere dieptelijnen aangegeven, hoe diep de kleilaag (bovenlaag plus ondergrond) beneden het maaiveld gaat. Over het geheele gebied wordt onder de kleilaag matig grof zand aangetroffen, waarvan de aard dan ook niet nader in afb. 12 is aangegeven.

Uiteraard is het beeld, verkregen door slechts 100 boringen, zeer globaal. Bij het beschouwen van deze kaart moet men verder bedenken dat daarbij de geheele kleilaag als één geheel, met een gemiddeld slibgehalte, is aangegeven; detailleering in zwaardere bovenlagen en lichtere onderlagen, of in lagen van afwisselende zwaarte, kon bij deze eenvoudige opneming en afbeelding niet plaatsvinden. De lijnen voor „diepte van de kleilaag" loopen dan ook door de strooken met

verschillend slibgehalte heen en geven alleen een globaal beeld van het geleidelijk dikker worden van de kleilaag naarmate men verder van den diluvialen wal afkomt, eerst geleidelijk en langzaam, daarna snel, met een steilen wand, tot dieper dan 1,25 m, de diepte tot waartoe geboord werd. De zeer zware klei in het middenste deel van het overstroomingsgebied reikt in het oostelijk deel niet diep: de donkergroene kleur komt daar niet voor. Alleen in het Westen vindt men deze kleilaag tot grooter diepte dan 25 cm en gaat deze gedeeltelijk dieper dan 1,25 meter: daar heeft men dus met een zeer massaal stuk abnormaal zwaren grond te maken, waar in een kom met rustig water gedurende lange perioden vrijwel alleen het fijnste slib tot afzetting is gekomen. De aard van het zand (fijnheid) werd ook hier niet door stippen aangegeven, omdat het zandgehalte in deze monsters slechts enkele percenten beloopt. Het zal een nauwkeuriger studie van een uitgestrekter deel van het overstroomingsgebied waard zijn om na te gaan, waarom er naar deze middenste kom zoo weinig zand meespoelde, en hoe de waterstrooming zoo kwam te zijn dat hier lange jaren achtereen slechts practisch stilstaand water voorkwam, dat te voren al het zand had laten vallen en alleen nog met het fijnste slib bezwangerd was.

Landbouwkundig zal men in dit gebied op uiterst moeilijke gronden bedacht moeten wezen, waarbij de regeling van de waterhuishouding door slooten of drains zeer moeilijk zal zijn: alleen door scheuren in den grond — en door wormgaten of wortelgangen, als deze er voorkomen, zie de beschrijving van profielkuil V — zal een waterbeweging van eenige beteekenis mogelijk zijn, want een zoo zware grond is op zich zelf geheel ondoorlatend.

VI. Kalk-, fosfaat- en kalitoestand

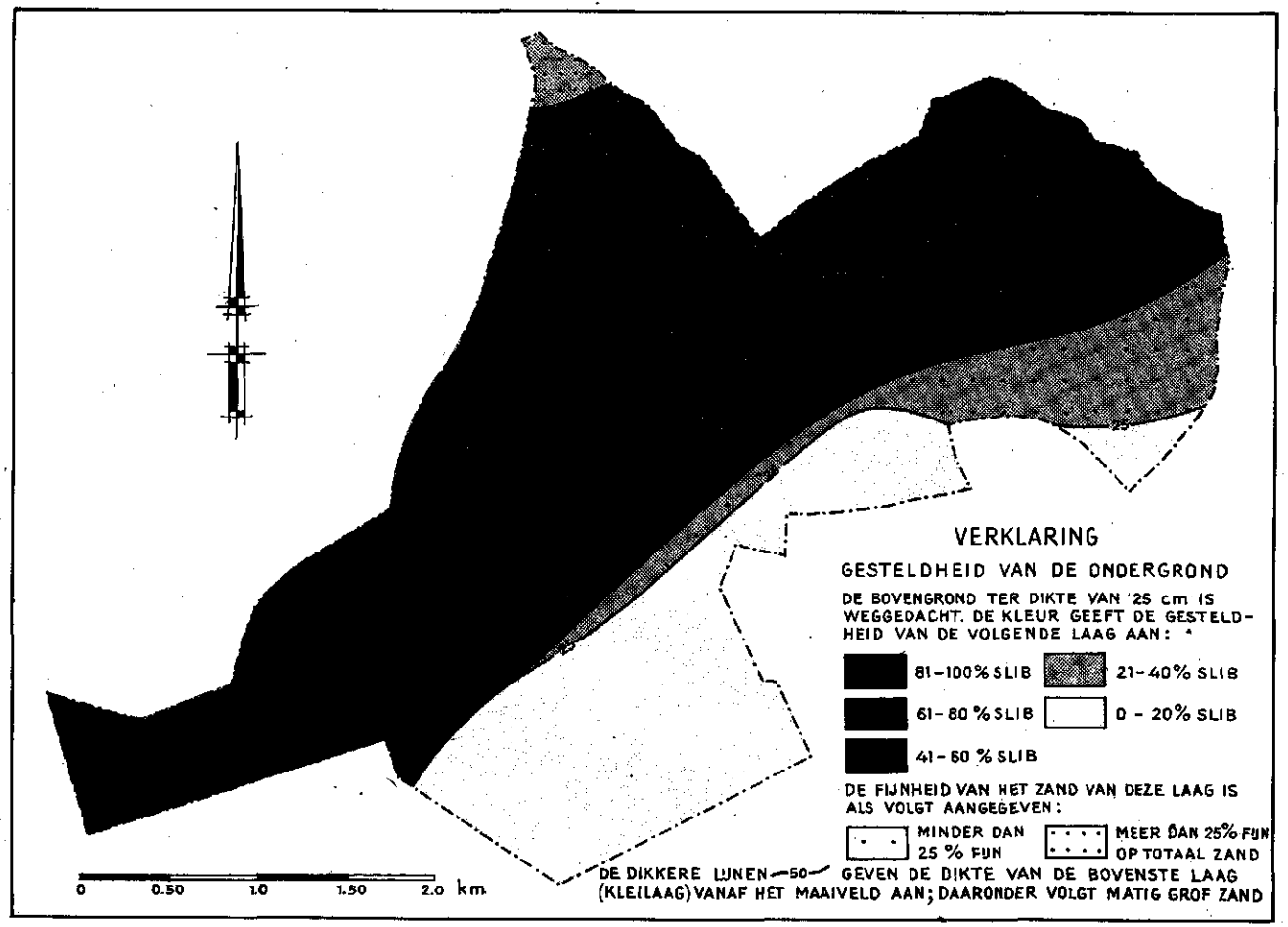
Een belangrijk punt bij het onderzoek van dit gebied was, zooals boven werd uiteengezet, de opneming van den kalk-, fosfaat- en kalitoestand; en wel werd deze om de in hoofdstuk II besproken redenen uitgevoerd door eene bemonstering per perceel, waarbij van groote perceelen twee of meer monsters werden genomen. In het geheel werden zoo 1429 monsters verkregen, nl. 243 van de bouwvoor bij bouwland, dus op omstreeks 0-20 cm diepte en 1186 van de zodelaag bij grasland (0-5 cm).

a. Kalktoestand

De zuurgraad (juister zuurheidsgraad) of pH, d.i. in een logarithmische schaal de concentratie van H-ionen van een waterig extract van den grond[3]), werd op de gebruikelijke wijze[4]) bepaald en

3) Een pH-cijfer 7 duidt op neutrale reactie, lagere cijfers op toenemende zuurheid en hoogere cijfers op toenemende alkaliteit. Nederlandsche zandgronden vertoonen een pH van 4 à 4½ tot ongeveer 6; cijfers van 5 à 5½ komen het meest voor.

4) Zie de brochure „Grondonderzoek" door O. de Vries en F. J. A. Dechering, uitgave van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek, tweede vermeerderde druk, 1942, pag. 26.



Afb. 12. Gesteldheid van den ondergrond op 25 cm onder het maaiveld en dieper. Slibgehalte van de klei, zie verklaring. Dikke lijnen: diepte tot waartoe de kleilaag reikt (vanaf het maaiveld gerekend). Stippen: aard en fijnheid van de zandfractie in deze ondergrondsklei.

K 1259

in kaart gebracht. Deze opneming, samengevat in een kaart op de schaal 1 : 5000, is voor de verbetering van den cultuurtoestand van dit gebied van groot belang, maar behoeft in deze verhandeling niet gereproduceerd te worden; wij kunnen hier volstaan met eene bespreking van de voornaamste resultaten. In verband met de eischen die uit landbouwkundig oogpunt worden gesteld, dienen de zandgronden en de kleigronden daarbij afzonderlijk behandeld te worden.

De eigenlijke *zandgronden* liggen in het zuidelijke deel van het ruilverkavelingsblok, tegen het diluvium (laagterras) aan en ten deele hierop, voor zoover het binnen het onderzochte gebied valt; en verder in de strook verplaatst diluviaal zand langs het laagterras, die op de Geologische Kaart als „oud holoceen rivierzand I o z" is aangegeven. Landbouwkundig rangschikt men onder de eigenlijke zandgronden die, welke minder dan 10 % afslibbare deelen (berekend op de minerale deelen) bevatten; echter vallen in een streek als deze ook gronden met een iets hooger slibgehalte, tot omstreeks 15 % toe, in een na verwante klasse, die op ongeveer dezelfde wijze beoordeeld en behandeld moet worden. Voor de lichtere en zwaardere rivierkleigronden gelden andere normen van beoordeeling.

De verdeeling van de pH was bij deze groep gronden als volgt:

Tabel II. Zuurgraad (pH) van de zandgrond-perceelen

Omschrijving	Zuurgraad (pH)					Totaal
	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5	6,6–7,0	
Bouwland (0—20 cm)	Aantal monsters					
met < 10% afslibbare deelen . .	1	24	26	10	2	63
met 11—15% afslibbare deelen .	6	19	33	12	4	74
Grasland (0—5 cm)						
met < 10% afslibbare deelen . .	—	4	17	17	4	42
met 11—15% afslibbare deelen .	2	7	19	36	4	68

Voor de op zandgrond meest verbouwde gewassen rogge en aardappelen is een pH van 5 tot 5½ het meest gewenscht; de opbrengsten zijn dan maximaal, terwijl er bij lager pH kans komt op Hooghalensche ziekte, vaak gepaard met magnesiumgebrek, en een pH boven 6 aanleiding kan geven tot mangaangebrekziekte. 43 bouwlandperceelen (33 %) blijken in dezen gunstigsten toestand te zijn; slechts 7 perceelen (5 %) vertoonen een te lage pH. Wenscht men — bij voorkeur op goed vochthoudende zandperceelen — wat meer eischende gewassen te verbouwen, zooals voederbieten en mogelijk tarwe en gerst, dan is een wat hooger pH van 5½ tot 6 gewenscht, in welke rubriek 59 perceelen (43 %) vallen. Bij 28 perceelen (20 %) is de pH te hoog voor bouwland en zou men het gevaar voor mangaangebrek door een mangaangift, en door zuur werkende meststoffen zooals zwavelzuren ammoniak, moeten afwenden. Het percentage „overkalkte" perceelen is hier dus opvallend hooger dan gewoonlijk: op de eschgronden en andere hooge zandgronden komen wel — vaak

nog ontstellend veel — kalkarme perceelen voor, maar overkalkte perceelen pleegt men er slechts zelden aan te treffen.

Zooals gewoonlijk heeft het grasland een wat hoogere pH dan het bouwland: ruim 80 % der gevallen ligt tusschen 5,6 en 6,5 %, wat bij grasland bevredigend is.

Voor deze zandgronden, die grootendeels buiten het overstroomingsgebied liggen en van oudsher in een beteren cultuurtoestand verkeeren, is het verkregen beeld dus zeer bevredigend; het percentage perceelen dat òf te zuur òf overkalkt is, blijkt vrij gering te zijn, en is heel wat kleiner dan men elders wel aantreft, waar soms de helft en meer der zandgrondperceelen duidelijk kalkbehoeftig blijkt te wezen.

Geheel anders is het beeld bij de lichte, en vooral bij de zware *rivierkleigronden* van het overstroomingsgebied. Op kleigrond is de meest gewenschte toestand namelijk een zoodanige voorziening met kalk, dat het basenbindende klei-humus complex daarmede verzadigd is en er vrije koolzure kalk, liefst ½ of 1 %, zoo niet meer, in den grond beschikbaar is. Deze toestand nu wordt nergens in het ruilverkavelingsgebied aangetroffen: koolzure kalk bleek bij het laboratoriumonderzoek in slechts een gering aantal monsters bovengrond aanwezig te zijn, en ook bij de veldwaarnemingen werd deze (door opbruisen bij behandeling met een druppel sterk zoutzuur) slechts bij een klein deel der monsters in geringe hoeveelheid waargenomen. De pH-bepaling leerde dan ook dat de kleigronden voor verreweg het grootste deel ontkalkt en ten deele zelfs zeer sterk ontkalkt zijn, zooals onderstaand staatje toont.

Tabel III. Zuurgraad (pH) bij de rivierkleigronden

Omschrijving	Afslibbaar %	Zuurgraad (pH) 4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5	6,6–7,0	Totaal
		Aantal monsters					
Bouwland							
lichte rivierklei	16—40	2	7	30	9	1	49
rivierklei	41—60	2	12	3	1	—	18
zware rivierklei	61—80	—	1	1	—	—	2
buitengewoon zw. rivierklei	> 80	—	12	25	—	—	37
		4	32	59	10	1	106
Grasland							
lichte rivierklei	16—40	3	47	128	51	3	232
rivierklei	41—60	1	84	120	17	2	224
zware rivierklei	61—80	1	107	337	24	—	469
buitengewoon zw. rivierklei	> 80	1	52	94	4	—	151
		6	290	679	96	5	1076

Terwijl de neutrale reactie — waarbij nog geen overmaat koolzure kalk aanwezig is — bij grond door een pH van 6,5 wordt aangegeven, blijkt bij de bouwlanden slechts één perceel dien nog niet geheel bevredigenden toestand te vertoonen, terwijl 36 perceelen, dus

omstreeks een derde (34 %), zelfs een pH beneden 5,5 vertoonen, dus zeer ver ontkalkt zijn. Bij de graslanden is de toestand al even onbevredigend: 296 perceelen of ruim een kwart (27½ %) hebben een pH beneden 5,5, en slechts vijf (½ %) hebben een pH boven 6,5. Doorloopend dus een, ten deele zelfs zeer sterk, tekort aan kalk.

Dat dit kalkgebrek werkelijk geen kleinigheid is, blijkt wel daaruit dat al bij de lichte kleigronden, met een gehalte aan afslibbare deelen van 20-30 %, naar berekening hoeveelheden van omstreeks 15 000 kg poederkalk noodig zouden zijn om alleen nog maar een bovenlaag van 20 cm van de lage pH van 5,5 in een bevredigenden kalktoestand te brengen. Bij zwaardere, of verder ontkalkte, gronden is dit cijfer veel hooger: de benoodigde hoeveelheid kalk is, behalve van de pH, afhankelijk van het slibgehalte, want hoe hooger het slibgehalte, des te sterker absorbeerend complex is er, dat met kalk verzadigd moet worden. Bij de zware en zeer zware gronden wordt de hoeveelheid benoodigde kalk dan ook eenige malen zoo groot. Dit zou niet alleen bedragen van verscheidene honderden guldens per hectare vorderen, maar zou daarenboven pas in verloop van jaren in orde gebracht kunnen worden, aangezien men niet meer dan eenige duizenden kg kalk tegelijk per hectare kan uitbrengen, wil men deze goed gelijkmatig met den bovengrond mengen, zóó dat er geen schade door plaatselijke overkalking ontstaat. Men staat hier dan ook bij de zwaarste en sterkst ontkalkte perceelen voor een probleem, dat pas geleidelijk door zeer deskundig beleid tot oplossing gebracht zal kunnen worden, en waarbij proeven op behoorlijke schaal om de beste en meest economische werkwijze voor zulke extreme gevallen uit te zoeken, niet genoeg aanbevolen kunnen worden.

Uit een oogpunt van bodemvorming en bodemgesteldheid is wel zeer merkwaardig de extreme kalkarmoede van dit ten deele niet zoo zware, ten deele echter extreem zware rivierkleigebied, in tegenstelling met andere stroomdalen of overstroomingsgebieden, waar althans de ondergrond vaak behoorlijk en soms ruim van kalk voorzien is.

Het onderzoek naar den zuurgraad werd bij een daartoe uitgekozen, typische groep monsters uitgebreid met een onderzoek naar andere gegevens, die voor den kalktoestand en de basenhuishouding in den grond van belang zijn, met name naar den verzadigingsgraad en het basenbindend vermogen, waarvan de samenhang met het slib- en humusgehalte werd nagegaan. Op een en ander kan echter kortheidshalve hier niet worden ingegaan.

b. Fosfaattoestand

1. *Overzicht.* Evenals ten aanzien van den kalktoestand bleek, is ook de fosfaattoestand bij de zandgrondperceelen beter in orde dan bij de perceelen op kleigrond. Beschouwt men het cijfer waardoor de fosfaattoestand als regel wordt aangegeven [5]), namelijk de hoeveelheid

5) Voor de beschrijving van de beteekenis der cijfers en de methode, volgens welke deze bepaald worden, moge verwezen worden naar de brochure „Grondonderzoek" l.c. 4. pag. 66.

die bij een bepaalde extractiewijze in 1 % citroenzuur in oplossing gaat (P-citr cijfer), dan hebben er van de 110 graslandperceelen op zandgrond of licht slibhoudenden zandgrond 55 of 50 % in de zodelaag een P-citr cijfer van 51 of hooger en zijn dus ruim van fosfaat voorzien, terwijl dit percentage bij de perceelen met meer dan 30 % afslibbare deelen slechts ongeveer 10 % bedraagt. Bij het bouwland is dit verschil nog grooter: op de zware kleigronden geen enkel perceel met een P-citr cijfer hooger dan 40, tegen 39 perceelen of 61 % bij de zandgronden; 26 zandgrondperceelen of 42 % hebben zelfs een P-citr cijfer hooger dan 50.

Voor de zandgronden en iets kleihoudende zandgronden (tot 15 % afslibbare deelen) zijn de cijfers als volgt:

Tabel IV. P-citr cijfer voor den bovengrond van zandgrondperceelen

Omschrijving	P-citr cijfer										Totaal
	0–5	6–10	11–15	16–20	21–30	31–40	41–50	51–50	61–100	> 100	
	Aantal monsters										
Bouwland (0—20 cm)											
met < 10% afslibbare deelen	—	—	1	2	8	13	13	14	9	3	63
met 11–15% „ „	—	—	3	4	13	9	13	9	20	2	73
Grasland (0—5 cm)											
met < 10% afslibbare deelen	—	—	1	2	2	6	6	10	12	3	42
met 11–15% „ „	—	1	2	2	10	8	15	10	18	2	68

De spreiding is bij beide groepen dus zeer groot, van beneden 15 tot ver boven de 100; de fosfaattoestand van de zodelaag bij het grasland (waarin de toegediende fosfaatmeststof grootendeels blijft liggen, daar deze slechts betrekkelijk weinig met het regenwater in den grond doordringt) is duidelijk beter dan die van de bouwvoor bij het bouwland; in het eerste geval ligt omstreeks de helft der perceelen boven 50, terwijl bij bouwland dit cijfer omstreeks 45 is.

De zeer veel ongunstiger fosfaattoestand van de kleigronden is in tabel V samengevat.

Rekent men den grond behoorlijk voorzien wanneer het P-citr cijfer 40 of hooger is, dan blijkt slechts een vijftal bouwlandperceelen met lichten kleigrond daaronder te vallen, en slechts 146 van de 1074 graslandperceelen, of 13½ %. In zeer slechten fosfaattoestand, met cijfers van 20 en lager, verkeeren niet minder dan 79 % van de bouwland- en 45 % van de graslandperceelen. Zelfs zoo extreem lage P-citr cijfers als 5 en lager, die men in de practijk van het grondonderzoek anders nooit tegenkomt, werden in deze fosfaatarme streek bij 7 graslandperceelen aangetroffen!

In aanvulling op het P-citr cijfer, dat aanwijzingen geeft over den voorraad fosforzuur in den bodem die voor de plantenwortels toegankelijk is, wordt bij gronden met een voldoende fosfaatoplosbaar-

Tabel V. P-citr cijfer bij de kleigronden

Omschrijving	Afslibbaar %	P-citr cijfer 0–5	6–10	11–15	16–20	21–30	31–40	41–60	61 en hooger	Totaal
Bouwland		Aantal monsters								
lichte rivierklei	16—40	—	3	20	10	4	7	3	2	49
rivierklei	41—60	—	2	12	1	2	1	—	—	18
zware rivierklei	61—80	—	1	1	—	—	—	—	—	2
buitengewoon zw. rivierklei	> 80	—	21	16	—	—	—	—	—	37
			27	49	11	6	8	3	2	106
Grasland										
lichte rivierklei	16—40	2	10	26	36	70	31	36	21	232
rivierklei	41—60	2	21	45	43	59	23	19	12	224
zware rivierklei	61—80	3	39	71	88	136	73	39	20	469
buitengewoon zw. rivierklei	> 80	—	29	49	24	34	14	—	1	151
		7	99	191	191	299	141	94	54	1079

heid ook bepaald het P-getal [6]), dat aangeeft de hoeveelheid fosforzuur die bij eenmalige extractie met water uit den grond in oplossing gaat, en waarmede men aanwijzingen verkrijgt over de mate waarin fosforzuur opgelost is in het bodemvocht en daardoor voor de plant direct beschikbaar is. Uit deze cijfers, en vooral ook uit hun verhouding tot de bijbehoorende P-citr cijfers, krijgt men een indruk over de mate, waarin de grond het fosfaat vastlegt, d.w.z. in zoodanigen vorm aan bepaalde bestanddeelen bindt, dat het moeilijk oplosbaar wordt en daardoor voor de planten niet meer, of slechts langzaam en moeilijk toegankelijk is.

Het is gewenscht om voor dit gebied deze cijfers, zeer verkort samengevat, even te vermelden, aangezien deze zoo'n sprekend beeld geven van het landbouwkundig verschil tusschen de zandgronden aan den rand van het overstroomingsgebied, met hun voor de cultuur gunstige eigenschappen, en de rivierkleigronden in het overstroomingsgebied zelf met hun landbouwkundig ten deele hoogst ongunstigen toestand. Tevens treedt daaruit naar voren het verschil tusschen bouwland en grasland: bij het eerste wordt het fosfaat door de grondbewerking (ploegen enz.) over een laag van omstreeks 20 cm dikte verdeeld en daardoor in sterke mate aan de vastleggende invloeden blootgesteld, terwijl bij het grasland het fosfaat boven op de zode blijft liggen en slechts weinig diep in den grond dringt, waardoor het in hoofdzaak geconcentreerd blijft in de humusrijkere zodelaag en daar beter oplosbaar blijft.

Bij de zandgronden dus een vrij groote spreiding over de hoogere P-getallen, met practisch geen verschil tusschen bouwland en grasland: de vastlegging speelt hier geen overwegende rol. Bij de lichte kleigronden een veel geringer percentage aan wat hoogere cijfers,

6) Vergelijk noot 5.

echter met een heel wat gunstiger beeld bij grasland dan bij bouwland. En ten slotte bij de zware kleigronden: 100 % met laagste cijfers 0-2 bij het bouwland, en een beter beeld (overeenkomend met dat voor de lichte kleigronden) bij het grasland.

Tabel VI. Het P-getal als aanwijzing over den fosfaattoestand (in percenten van het totaal aantal monsters per grondsoort)

Omschrijving	Afslibbaar %	P-getal					
		0—2	3—4	5—6	7—8	9—12	> 12
Bouwland		% v. h. totaal aantal monsters per grondsoort					
zandgrond c. s.	5—15	20	27	21	15	13	4
lichte kleigrond	16—40	76	16	6	—	2	—
zware kleigrond	> 40	100	—	—	—	—	—
Grasland							
zandgrond c. s.	5—15	16	28	23	14½	14½	4
lichte kleigrond	16—40	34	45	14	5	2	—
zware kleigrond	> 40	43	41	12	3	1	—

2. *Vast gebonden fosfaat in den grond; P-totaal cijfer.* Behalve de boven besproken cijfers, die de fosfaatvoorziening van het gewas aangeven, wordt bij het grondonderzoek ook wel bepaald de hoeveelheid fosfaat, die in koningswater in oplossing gaat, en die den totalen in den grond aanwezigen voorraad P_2O_5 zeer nabij komt. Dit P-totaal cijfer[7]) hebben wij, ter oriënteering, bepaald bij een 17-tal bovengrondsmonsters van bouwland en 32 van grasland, en voorts in de verschillende lagen van een viertal profielkuilen. Daarbij werden onverwacht hooge waarden gevonden, die van zeer behoorlijke cijfers als 106 en 108 liepen tot boven de 300 en zelfs tot zeer hooge cijfers als 405, 515, 535 en 630 toe. Op vele plaatsen is de grond dus volstrekt niet arm aan fosfaat, integendeel soms rijk of zeer rijk; maar dat fosfaat is zeer moeilijk voor de plantenwortels opneembaar en komt aan de gewassen dus slechts spaarzaam ten goede. Onderstaande tabel VII geeft een kort overzicht van de gevonden cijfers, naast eenige typecijfers voor andere grondsoorten.

Bij vergelijking met de grondsoorten, die een betere fosfaathuishouding hebben en waarvan eenige voorbeelden in de onderste helft van tabel VII zijn vermeld, vallen de in verhouding lage of zeer lage P-citr cijfers en P-getallen voor de Huizenbeemd-gronden op, naast de hooge P-totaal cijfers.

3. *Fosfaatvoorziening van den ondergrond.* Bij enkele profielkuilen werd de fosfaattoestand van verschillende grondlagen nagegaan; er bleken zeer groote verschillen voor te komen. Terwijl als regel de bemeste bovengrond veel rijker aan fosfaat is dan de ondergrond, en het bemestingsfosfaat betrekkelijk slechts weinig diep in den grond

7) Vergelijk de in noot 4 vermelde brochure, pag. 68.

Tabel VII. Fosfaatcijfers voor enkele groepen naar P-totaal

Groep	Aantal monsters	P-totaal	P-citr.	P-getal
P-totaal <150	29	gem. 85	gem. 8½	gem. (23) 0,7
„ 150-250	25	„ 197	„ 29	„ 2,8
„ 250-400	21	„ 282	„ 44	„ 4,5
„ 405	1	405	83	6
„ 515	1	515	118	17
„ 535	1	535	165	6
„ 630	1	630	30	3
jonge dalgrond (fosfaat zeer mobiel)		60	50	18
oude dalgrond		160	50	14
zandgrond, weinig vastleggend . .		120	50	8
ijzerhoudende zandgrond		180	50	4
vrij fosfaatarme, sterk vastleggende zandgrond		70	50	2
zavelgrond		130	50	2

blijkt door te dringen, vertoonde profielkuil I een zeer grooten fosfaatrijkdom tot meer dan een meter diepte, welk fosfaat in enkele lagen zelfs zeer behoorlijk oplosbaar was. Wat hiervan de oorzaak was, kon niet worden nagegaan; het is bekend dat ophooping van menschelijke resten (vroegere bewoning) tot hooger fosfaatcijfers kan leiden, terwijl verschillende natuurlijke fosfaatlagen door ophooping van dierlijke resten ontstaan zijn. Wellicht heeft hier in het Maasdal ook een pleksgewijze ophooping plaatsgehad. Ter vergelijking worden in tabel VIII de cijfers voor kuil VI in zandgrond, kuil II in kleigrond en kuil V in zeer zwaren kleigrond bijgevoegd, die in hoofdzaak den gewonen regel volgen dat kleibestanddeelen (afslibbare deelen) fosfaatvastleggend werken, maar humus in den grond als regel het fosfaat beweeglijker houdt.

4. *Fosfaatkaart.* Ten gerieve van de gebruikers der perceelen werd ook van het onderzoek naar den fosfaattoestand een kaart vervaardigd, waarop per perceel het P-citr cijfer, naar vijf grootte-klassen, met kleuren (tinten van blauw) is aangegeven, en die in afb. 13 is gereproduceerd. Behalve het sterk overheerschen van de donkerder tinten, die de fosfaatarme perceelen aangeven, is zeer opvallend het mozaïekachtige beeld, dat de kaart vertoont. Afgezien van het verschil tusschen de zandgronden langs den zuidrand en het eigenlijke rivierkleigebied, bleken met name in het laatste de perceelen met voldoenden of beteren fosfaattoestand willekeurig over het gebied verspreid te zijn, zoodat naast en tusschen de fosfaatarmste perceelen, zonder eenigen regel of eenig verband, beter van fosfaat voorziene perceelen lagen. Dit is een beeld dat wij vrijwel steeds bij fosfaatkaarteeringen aantreffen: fosfaattekort ziet men niet gauw aan het gewas, zoodat

Tabel VIII. Fosfaattoestand in verschillende lagen der profielkuilen

Laag cm	Afslibbaar %	Humus %	P-getal	P-citr	P-totaal
Profielkuil I, onverwacht fosfaatrijk					
0—20	46	6	1½	17	209
20—30	48	1,7	1	20	240
30—40	46	1,2	2	51	160
40—58	32½	0,8	6	165	535
58—72	26	0,2	5	155	375
72—86	19	0,2	3	75	160
86—(108)	37½	0,2	4	39	280
Profielkuil VI, zandgrond					
0—5	8	5½	12	89	200
5—20	9½	3,1	3	38	126
20—40	9	1,9	0	23	90
40—60	4,8	1,5	0	13	60
70—90	2,5	0,6	0	6	12
97—110	0,9	0,3	0	6	15
115—(129)	2,1	0,5	1	7	12
Profielkuil II, kleigrond					
0—5	57½	12	3	39	250
5—20	65½	7	1	7	113
20—32	76	2,1	0	4	70
32—42	61	1,0	0	4	60
42—52	55	0,7	0	4	110
Profielkuil V, zeer zware kleigrond					
0—5	67½	19	3	30	250
5—20	84	4,9	0	5	80
20—27	85	2,3	—	5	60
27—42	91	3,0	—	5	65
42—48	94	3,4	—	4	67
48—60	83	5	—	5	52
60—68	16	1,8	—	4	20
68—(80)	5	0,9	—	6	23

de landbouwer zich over den fosfaattoestand van zijn perceelen niet zelf kan oriënteeren en met het bepalen van de toe te dienen hoeveelheid fosfaatmest van een onbekenden toestand uitgaat, dus in den blinde werkt. Men weet wèl of men voor één oogst ruim of karig geeft; maar men kent niet de arme perceelen, waaraan men ruim zou moeten geven, of de rijke, waarbij men wat zou kunnen bezuinigen. Vandaar dat sommige perceelen, die men arm waant, steeds ruim bemest worden en in een steeds beteren fosfaattoestand geraken, terwijl andere steeds in een tekort-toestand blijven. Grondonderzoek

verheldert met één slag dit alles en maakt een rationeele bedrijfsvoering mogelijk.

Op afb. 13, waarop de perceelen zijn afgebeeld vóór de ruilverkaveling, ziet men hoe ongunstig de indeeling hier en daar was, met zeer smalle, langgerekte perceelen; de zeer ongunstige, donkere kleuren overheerschen in deze gedeelten verre, maar hier en daar ligt, zonder regelmaat of reden, een beter of zelfs zeer goed met fosfaat voorzien perceel; de zandgronden in het Zuiden zijn beter verkaveld en onderscheiden zich merkbaar door hun beteren fosfaattoestand.

c. Kali-toestand.

In alle monsters werd ook het kali-gehalte bepaald door den grond volgens het daarvoor geldende voorschrift [8]) met 0,1 normaal zoutzuur te extraheeren, waardoor aanwijzingen worden verkregen over de mate, waarin kali voor de plantenwortels beschikbaar is. Ook hier treft men ongeveer hetzelfde beeld aan: bevredigende voorziening bij de zandige gronden, maar kali-armoede bij de rivierkleigronden van het overstroomingsgebied, en wel bij de bouwland-perceelen in veel erger mate dan bij de graslandperceelen. Wij geven hiervan in tabel IX een zeer verkort beeld.

Tabel IX. Kali-gehalte van de verschillende grondsoorten

Omschrijving	Afslibbaar %	Kali-gehalte 0–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–50	> 50	Totaal
Bouwland		Aantal monsters							
zandgrond c. s.	5–15	17	41	41	22	3	10	3	137
lichte kleigrond	16–40	12	23	11	2	—	1	—	49
zware kleigrond	> 40	—	13	35	9	—	—	—	57
		29	77	87	36	3	11	3	243
Grasland									
zandgrond c. s.	5–15	15	26	26	23	8	11	1	110
lichte kleigrond	16–40	11	40	45	68	37	30	1	232
zware kleigrond	> 40	3	47	144	239	212	193	6	844
		29	113	215	330	257	234	8	1186

In groote trekken kan bij deze koolzure-kalk-vrije kleigronden een cijfer van 10-12 als arm, van 15 als matig, een van 20-25 als behoorlijk beschouwd worden. Bij de zeeklei-gronden moeten naarmate het slibgehalte van den grond grooter is, de eischen wat hooger gesteld worden; het is nog niet gebleken of dit bij de rivierklei-gronden ook zoo is.

Bij de zandgronden beoordeelt men de kali-voorziening van het gewas bij voorkeur niet aan de hand van gehaltecijfers zooals in tabel IX, maar aan het kali-getal, dat aangeeft in welke mate de

8) „Grondonderzoek" l.c. 4, pag. 111.

humus, die bij deze gronden als kali-bindend en kali-leverend agens werkt, van kali voorzien is. De op deze wijze bepaalde cijfers zijn in tabel X bij elkaar gebracht.

Daarbij wordt een cijfer van 20 voor bouwland als voldoende geoordeeld; slechts 6 monsters voldoen niet aan dien eisch, en de kali-voorziening van de bouwlandperceelen blijkt dus in de groote meerderheid der gevallen behoorlijk, bij 68 of 59 % met een cijfer van 41 of hooger zelfs ruim of zeer ruim te zijn. Dit resultaat steekt wel zeer af bij dat voor de bouwlandperceelen op de rivierklei: blijkens tabel IX is daar de kalivoorziening bij 48 perceelen (45 %) slecht, bij 57 (54 %) matig of net voldoende en slechts bij één perceel goed.

Tabel X. Kali-getal voor de zandgronden

Omschrijving	Kali-getal						
	11–15	16–20	21–25	26–40	41–60	> 60	Totaal
	Aantal monsters						
Bouwland	4	2	8	44	48	20	126
Grasland	2	9	7	12	10	5	45

Bij grasland dient de eisch voor de kali-voorziening hooger gesteld te worden dan bij bouwland, daar het gras zijn voedsel uit een minder diepe bodemlaag betrekt dan vele akkerbouwgewassen, en in het bijzonder de sterk doorwortelde zode voor een groot deel in de kalivoeding moet voorzien. Bij zand-grasland mag men van behoorlijk spreken bij een kali-getal van 30 of hooger; blijkens tabel X voldoen daaraan 24 perceelen of 51 %, terwijl bij 15 perceelen of 33 % de voorziening ruim of zeer ruim is (kali-getal 41 of hooger). De kalivoorziening van het zand-grasland is dus behoorlijk, ofschoon niet zoo ruim als bij het bouwland op de zandgronden. Bij grasland op rivierklei mag men van behoorlijk spreken bij een kali-gehalte van 30 tot 40. Uit tabel IX blijkt dat slechts een klein deel der graslandperceelen aan dezen eisch voldoet: bij de zandige gronden 11 (dus 10 %), bij de kleigronden 230 (19 %). Daarnaast komen uitzonderlijk lage kali-gehalten voor: 142 perceelen of 12 % blijven beneden 16, en cijfers van 10 of minder, die men elders in den lande slechts zelden aantreft, werden hier op 29 graslandperceelen gevonden. Op dergelijke perceelen zullen flinke kali-bemestingen, geregeld toegepast, noodig zijn om den toestand goed in orde te brengen.

VII. Mogelijkheden voor den landbouw

Het grondonderzoek, zooals dat aan de drie Groninger instellingen wordt verricht, heeft in de eerste plaats een practisch doel, nl. een zoo doelmatig mogelijk gebruik van den grond in den landbouw te

bevorderen. De grond wordt dus vooral onderzocht als groeiplaats voor de planten. Alvorens men echter den grond kan beoordeelen met het oog op den plantengroei, is het noodig een beschrijving te hebben van alle eigenschappen van den grond, welke voor den plantengroei van belang zijn of kunnen zijn.

In het voorafgaande hebben wij de natuurkundige gesteldheid en de door chemisch onderzoek vastgestelde eigenschappen van den grond behandeld. Op dezen grondslag kunnen thans en in de toekomst voor de verschillende deelen van het onderzochte gebied waarnemingen worden gedaan over den plantengroei en conclusies getrokken worden omtrent de wijze, waarop deze bevorderd kan worden. Wij zeggen uitdrukkelijk „thans èn in de toekomst". Want al kunnen wij reeds nu een aantal voor den landbouw belangrijke conclusies trekken uit het verkregen beeld van de bodemgesteldheid, zoo zal het pas door verdere plaatselijke waarnemingen mogelijk zijn de beteekenis van de bij het grondonderzoek verkregen gegevens ten volle te overzien. Zonder plaatselijke waarnemingen kan men wel uit vergelijking met elders opgedane ervaringen een globale verwachting hebben ten aanzien van den plantengroei, maar men moet er hierbij steeds rekening mee houden dat de toestanden in de eene streek kunnen verschillen van die in een andere. Dergelijke plaatselijke waarnemingen en vergelijkingen konden bij de tot dusverre te velde staande gewassen niet verricht worden: de landbouwkundige toestand is, zooals wij in hoofdstuk IV reeds opmerkten, in vrijwel den geheelen polder door verschillende oorzaken slecht, en het is daardoor niet mogelijk de plaatselijke verschillen in bodemgesteldheid te vergelijken. Het zal de taak der plaatselijke instanties zijn, door proefvelden en waarnemingen aan beter verzorgde gewassen, degelijk materiaal te verzamelen, aan de hand waarvan de landbouw in dit gebied verder van advies gediend kan worden.

De gevolgtrekkingen, welke aan de hand van dit onderzoek en in verband met onze elders opgedane ervaringen reeds thans ten aanzien van plantengroei en landbouw in het onderzochte gebied gemaakt kunnen worden, worden in het hiernavolgende besproken.

De *watervoorziening* is voor den plantengroei van het grootste belang. De eischen welke de verschillende gewassen hieraan stellen, loopen sterk uiteen, en men moet dus bij de gewassenkeuze met dezen factor terdege rekening houden. Zoo zijn b.v. droge gronden het meest geschikt voor den verbouw van aardappelen, lupinen en rogge; op zeer natte gronden kan men geen akkerbouw uitoefenen en is grasland de aangewezen gebruiksvorm; daar tusschenin vindt men een aantal overgangen, waarbij men naarmate van de watervoorziening meer of minder veeleischende gewassen kan verbouwen als bieten, klaver en haver. In oude landbouwgebieden heeft men door schade en schande geleerd welke gewassen men op de verschillende gronden kan verbouwen, en kan men dus door bestudeering van een, zoo mogelijk op enkele jaren betrekking hebbende gewassenkaart een indruk krijgen omtrent de watervoorziening, streek voor streek en

perceel voor perceel. Wanneer de overige groeifactoren, zooals voedingstoestand van den grond en verzorging, in orde zijn, kan men zelfs op grond van de bebouwing in den loop der jaren een indeeling der gronden maken naar de geteelde gewassen.

Uit deze feiten blijkt dat men, bij het intensief in cultuur brengen van een gebied als het onderhavige, niet alleen moet trachten de watervoorziening zoo gunstig mogelijk te maken, maar er bovendien rekening mede moet houden dat men ook in de toekomst bij de keuze van de gewassen, en dus bij den bedrijfsvorm, afhankelijk zal zijn van den aard van den grond en de watervoorziening.

Aannemende dat de bouwvoor uit zichzelf of door de cultuur voldoende vochthoudend is, kan gezegd worden dat de verschillen in vochthoudendheid van den grond in hoofdzaak bepaald worden door den ondergrond. Voor dit gebied kan men in hoofdzaak drie gevallen onderscheiden, waartusschen overgangen voorkomen:

1. de ondergrond is zeer doorlatend, zoodat de planten bij een diepen grondwaterstand voor hun watervoorziening afhankelijk zijn van den regenval en van het in de bouwvoor bewaarde water;
2. de ondergrond is tot een voldoende diepte vochthoudend, zoodat de planten zich volledig kunnen ontwikkelen op het regenwater dat in den grond wordt vastgehouden;
3. de ondergrond is tot groote diepte vochthoudend, maar door zijn ongunstigen toestand kunnen de wortels zich niet voldoende diep ontwikkelen en dus het aanwezige water niet ten volle benutten.

Den *sub 1* genoemden toestand, dat de ondergrond zeer doorlatend is, treffen wij in de eerste plaats daar aan, waar onder de humeuze of kleihoudende bouwvoor matig fijn zand voorkomt. Men vindt dit bij benadering aangegeven op de ondergrondkaart (afb. 12). Ook de gevallen, waarin de bovenliggende kleilaag slechts enkele decimeters dikker is dan de bouwvoor, kan men hiertoe rekenen. In deze gevallen heeft men de keuze tusschen twee mogelijkheden: òf den grondwaterstand zoo hoog opvoeren dat de planten zich, in plaats van uit het „hangwater", kunnen voorzien uit het grondwater, òf zich bij de minder gunstige vochtverhoudingen in den grond aanpassen door de keuze van de gewassen.

Den *sub 2* genoemden toestand, dat de ondergrond tot een voldoende diepte vochthoudend is, treft men daar aan waar de kleilaag een dikte heeft van 1 m of meer. Uit waarnemingen is gebleken dat een kleilaag van 1 m dikte voldoende regenwater („hangwater") vasthoudt om een volledig gewas voort te brengen, ook al bevindt zich het vrije grondwater enkele meters onder het maaiveld. Ook een laag van ongeveer 75 cm zal in de meeste gevallen voldoende zijn. Uit de ondergrondkaart (afb. 12) blijkt, dat in het noordelijk deel van het ruilverkavelingsgebied de kleilaag over het algemeen voldoende diep is; de grenzen der kleilagen van 75, resp. 100 cm dikte kan men op deze kaart aflezen. In dat gedeelte is men bij de ontwatering veel vrijer, daar de plantengroei er desnoods onafhankelijk van het grondwater kan plaatsvinden, en men er dus voornamelijk

voor heeft te zorgen dat het grondwaterpeil niet te hoog wordt.

Wordt het slibgehalte van den grond zeer hoog, zoodat het stijgt boven 80 % en zelfs boven 90 %, dan is de kans groot, dat men, in plaats van de onder 2 genoemde gunstige omstandigheden, met de *sub 3* genoemde moeilijkheden te maken krijgt. Niet altijd zijn zware kleigronden ondoorlatender dan lichtere. In de Dollardpolders treft men b.v. zware kleigronden aan, welke zoo doorlatend zijn dat zij niet gedraineerd behoeven te worden. In de rivierkleigebieden zijn de klei-afzettingen meestal veel vaster, hetgeen men ook hier kan waarnemen. In dergelijke zware kleigronden, welke bovendien ver ontkalkt zijn, kunnen de plantenwortels haast niet indringen, zoodat zij in hoofdzaak spleten moeten volgen, welke door uitdroging zijn ontstaan. Langs dezen weg kunnen de wortels dan inderdaad de planten van het een en ander voorzien, maar het behoeft geen betoog dat eenjarige gewassen, welke een betrekkelijk snelle ontwikkeling hebben, onder deze omstandigheden geen optimale groeivoorwaarden zullen vinden. Gewassen welke een groote waterbehoefte hebben, zooals verschillende voedergewassen en groenten, zal men onder dergelijke omstandigheden dan ook bij voorkeur niet verbouwen. In de meeste gevallen treft men op dergelijke zeer zware kleigronden met een dichten ondergrond grasland aan, dat ook in zulke gronden voldoende wortels kan ontwikkelen om een zekeren weerstand tegen verdroging te krijgen. Toch staan dergelijke graslanden, zooals die b.v. in het rivierkleigebied in het Zuidwesten van de provincie Utrecht voorkomen, over het algemeen bekend als gevoelig voor droogte. Echter is ook omzetting in bouwland niet aan te raden: in den oorlog van 1914-1918 b.v. heeft men ten Noordwesten van de stad Groningen enkele perceelen zware ontkalkte klei gescheurd, maar is daar later weer tot grasland teruggekomen.

Wij schilderen deze moeilijkheden om te doen uitkomen, dat in de practijk het intensief in cultuur brengen van dergelijke onhandelbare zware gronden niet eenvoudig is. Men staat hier voor drie mogelijkheden, nl. òf de gronden te laten zooals zij zijn en den grondwaterstand laag te laten, òf den grond onveranderd te laten en den grondwaterstand zoo hoog mogelijk op te voeren, òf te trachten den toestand van den grond te verbeteren, zoodat men bij goede ontwatering een ruimere gebruiksmogelijkheid heeft. Het is zeer gewenscht dat deze verschillende mogelijkheden door middel van proefnemingen worden vergeleken, want het zou voorbarig zijn bij deze buitengewoon zware kleigronden veel moeite en kosten te besteden aan zware bekalkingen van boven- en ondergrond, zoolang niet proefondervindelijk bewezen is dat deze cultuurmaatregelen inderdaad een goeden grond opleveren en loonend zijn. In afwachting van dergelijke uiterst gewenschte proefnemingen zal men het beste doen deze zware kleigronden in gras te laten, en te volstaan met een goede verzorging. Een niet te diepe grondwaterstand zal gedurende dezen tijd van afwachting vermoedelijk het meest gewenscht zijn.

Uit een en ander blijkt dat aan den grondwaterstand in verschil-

lende deelen van dit gebied niet steeds dezelfde eischen moeten worden gesteld. Daar, waar direct onder de bouwvoor zand voorkomt, moet de grondwaterstand bij voorkeur vrij hoog zijn; voorloopig zal vermoedelijk hetzelfde gewenscht zijn bij de zeer zware klei in het Zuidwesten van deze polders; met het oog op een grootere gebruiksvrijheid is echter in het Noorden, en in het bijzonder in de richting van Tefelen, een diepe ontwatering gewenscht. Bij het vaststellen van de gewenschte grondwaterstanden moet men bovendien nog rekening houden met de groote niveau-verschillen; het zandgebied en de daaraan grenzende strook met een eenigszins kleihoudende bouwvoor zijn hoog liggende gronden, maar afgezien daarvan is er verder nog in de polders een hoogteverschil van ongeveer 2 meter, nl. tusschen 5 m + N.A.P. in het Oosten en 3 m + N.A.P. in het Westen. De regeling van het grondwaterpeil is dus niet zoo eenvoudig en zal behoorlijk onder oogen moeten worden gezien.

Behalve de zorg voor voldoende water, zal ook het voorkómen van een teveel aan water, dus de ontwatering, met overleg geregeld moeten worden. In de gevallen, waarin een dunne kleilaag op matig fijn zand rust, zal kunstmatige ontwatering niet noodig zijn. Voor de diepere kleigronden is een onderzoek naar de gewenschte intensiteit van ontwatering, door doorlatendheidsmetingen te velde, aan te bevelen.

De *structuur* van den bovengrond is van groot belang voor de ontwikkeling der gewassen. Behalve door wisselende omstandigheden, zooals weersgesteldheid, grondbewerking en stalmestgebruik, wordt de structuur bepaald door de gehalten aan humus en slib, de korrelgrootte-verdeeling van het zand en den kalktoestand.

Wij noemen hier het *humusgehalte* het eerst, omdat dit den invloed van de andere bestanddeelen min of meer kan verdoezelen. Reeds bij een grond welke ongeveer 20 % organische bestanddeelen bevat, spreekt men veelal van veengrond. Een hoog humusgehalte maakt den grond los en bevordert den aanslag en de verdere ontwikkeling der gewassen. Een behoorlijk humusgehalte kan zelfs een ver ontkalkten zeer zwaren kleigrond in een goede structuur brengen; op ondiep gescheurd oud grasland ziet men dan ook slechts zelden structuurgebreken.

Een hoog *slibgehalte* heeft de neiging om de structuur van den grond te verslechteren. Lichte kleigronden met 10 à 20 % slib zijn gewoonlijk gemakkelijk te bewerken; zware gronden met 40 % slib zijn uitstekend, maar moeten met de noodige voorzichtigheid behandeld worden; neemt het slibgehalte nog verder toe en stijgt het tot 80 à 90 %, dan worden de moeilijkheden grooter: de grond wordt dan stugger, vooral wanneer weinig humus en koolzure kalk aanwezig zijn, en de grondbewerking gaat moeilijker, daar bij het ploegen meer trekkracht noodig is dan bij lichtere gronden.

Ten aanzien van de *korrelgrootte-verdeeling van het zand* heeft men de ervaring opgedaan, dat bij fijnzandige kleigronden de structuur veelal beter is dan wanneer de zandfractie grover van korrel

is. In het laatste geval kan men bij droogte sterk de neiging tot verharden en korstvorming waarnemen; men spreekt dan wel van „betonstructuur". Iets dergelijks zal men in deze streek thans moeilijk kunnen waarnemen, ook wanneer het grasland gescheurd wordt, daar het hooge humusgehalte voorloopig de neiging heeft dergelijke fijnere verschillen uit te wisschen.

De *kalktoestand* is voor de structuur van den grond van groot belang. Zoolang er voldoende humus in den grond aanwezig is, dus bij pas gescheurd grasland, doet de kalktoestand er niet zooveel toe; is de zode echter verteerd, dan moet de kalktoestand in orde zijn, wil men geen klachten krijgen over de structuur en de bewerkbaarheid.

In het onderzochte gebied treft men een groote verscheidenheid in de samenstelling van den bovengrond aan, voor wat betreft slibgehalte en korrelgrootte van het zand; ten aanzien van het humusgehalte is de gelijkvormigheid grooter, daar het hier meest grasland of gescheurd grasland betreft; op het punt van den kalktoestand is er weinig verschil: alle gronden zijn min of meer ver ontkalkt. Voor zoover de natuurlijke gesteldheid van den grond of de cultuurmaatregelen (regeling van den waterstand) gebruik als bouwland of tuingrond mogelijk maken, zal men er rekening mede moeten houden dat het humusgehalte zal dalen tot de voor bouwland normale hoogte. Naarmate deze daling van het humusgehalte plaatsvindt, zal men meer te maken krijgen met den aard van de verdere bestanddeelen, slib en zand, en met den kalktoestand. Voor zoover het kleine verschillen in eigenschappen betreft, is aanpassing daaraan nog mogelijk door de behandeling en de keuze der gewassen. Komen er door het verdwijnen van de humus echter groote gebreken aan het licht, dan moet men daarop tijdig voorbereid zijn.

Groote moeilijkheden kan men verwachten bij het gebruik van de buitengewoon zware gronden in het Westen van dit gebied. Ook al zou de ondergrond geheel in orde zijn, dan nog zou deze grond, door de moeilijke bewerkbaarheid en de stugge structuur, voor den landbouw vrij lastig zijn en b.v. ongeschikt voor de teelt van fijnere gewassen. Door bekalking zal men hier zeker veel kunnen verbeteren, terwijl nader onderzocht zal moeten worden of het gebruik van stalmest en groenbemestingsgewassen hier aanbeveling verdient, of dat het gebruik er van op de zware kleigronden vermeden dient te worden, overeenkomstig de ervaring in bepaalde streken van ons land. De rentabiliteit van deze maatregelen zal mede beoordeeld moeten worden in verband met de mogelijkheden van dezen grond als geheel.

Kleinere, maar voor de cultuur wellicht toch belangrijke verschillen kan men na het verteren van de zode verwachten tusschen de kleigronden met fijnkorrelig zand en die met grover diluviaal zand. Niet alleen kan een fijnkorrelig zand het waterhoudend vermogen bij de lichte kleigronden verhoogen, maar bovendien zijn de gevaren voor de structuur er niet zoo groot. Door practijkwaarnemingen, en

liefst ook door proefvelden, zal de practische beteekenis van deze verschillen moeten worden bestudeerd, waarbij ook aandacht geschonken zal moeten worden aan de vraag, in hoeverre deze gronden een verschillende behandeling (grondbewerking, regeling van den kalktoestand) vragen.

Karakteristieke verschillen, zooals in het onderzochte gebied ten aanzien van het slibgehalte en de korrelgrootte van de zandfractie gevonden worden, treft men in het humusgehalte en den kalktoestand niet aan: in het eigenlijke poldergebied is het humusgehalte door het overwegende gebruik als grasland over het algemeen vrij hoog, terwijl de ontkalking er overal ver voortgeschreden is. Wanneer men dergelijke ver ontkalkte kleigronden als bouwland wil gebruiken, moet men er rekening mede houden, dat de zode gaandeweg verteert en dat door de daling van het humusgehalte de nadeelen van een te ver voortgeschreden ontkalking scherper naar voren komen. Een bekalking en wel, zooals wij in hoofdstuk VI, sub a uiteenzetten, een flinke bekalking, zal noodig zijn wanneer men deze kleigronden als bouwland of tuingrond wil exploiteeren. Zou ondanks deze verbetering van den kalktoestand van den bovengrond de gebruikswaarde in bepaalde gevallen, b.v. door den ongunstigen toestand van den ondergrond, niet voldoende stijgen, dan zal men dergelijke gronden beter in gras kunnen laten. Ook op dit punt zouden proeven bij een aantal gronden met uiteenloopende samenstelling gewenscht zijn.

Het gehalte van den grond aan fosfaat en kali, en de eischen, welke daaraan bij een intensief gebruik gesteld mogen worden, hebben wij in hoofdstuk VI, sub b en c uitvoerig besproken, zoodat wij hierop niet behoeven terug te komen. Wij kunnen volstaan met vast te stellen dat zoowel de fosfaat- als de kali-toestand van het eigenlijke poldergebied thans voor elken vorm van intensieve cultuur geheel onvoldoende zijn, en dat dus flinke fosfaat- en kali-bemestingen over het algemeen noodzakelijk zullen zijn om te voldoen aan de behoeften der gewassen.

Wanneer wij ons na de detailbespreking van dit gebied een algemeen beeld vormen over de mogelijkheden voor den landbouw, is er in het algemeen reden tot eenig optimisme. Ideale gronden zal men hier niet aantreffen, zoomin trouwens als in vrijwel het geheele rivierkleigebied. Moeilijke gronden vindt men er wel. De grootste oppervlakte wordt echter ingenomen door gronden, welke door goed gekozen cultuurmaatregelen, en door een juist gebruik, uitstekende gewassen zullen kunnen opleveren. Maar voordat tot intensiveering van den landbouw wordt overgegaan, zal het goed zijn om eerst de verschillende problemen die wij in het voorgaande aanstipten, door practijkproeven, goed opgezette proefvelden, en nader onderzoek te velde en in het laboratorium, tot klaarheid te brengen.