BIBLIOTHEEK
Landbouwproefstation
en Bodemkundig Instituut
SEPARAAT
No. 1902

DEPARTEMENT VAN LANDBOUW,
NIJVERHEID EN HANDEL.

631.423-5 (922)

MEDEDEELINGEN
VAN HET
LABORATORIUM VOOR AGROGEOLOGIE
EN
GRONDONDERZOEK

No. 1.

De Methoden van Atterberg ter bepaling van Consistentie-cijfers, en uitkomsten daarmede verkregen aan Gronden van Java en Madoera

door

Dr. E. C. JUL. MOHR.

TYP. INDONESISCHE DRUKKERIJ, WELTEVREDEN.
— 1915 —

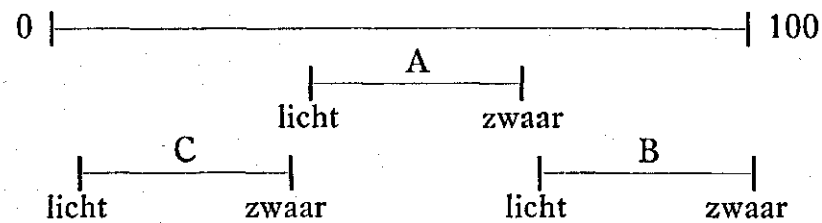
Prijs f 0.75

INLEIDING.

Zoolang de mensch den landbouw heeft beoefend, zoolang heeft hij ook onderscheid gemaakt tusschen *zand, leem* en *klei,* en tusschen *zwaren grond* en *lichten grond.* Wanneer het er echter op aan komt, deze begrippen nu eens goed te omschrijven, zóó, dat misverstand wordt buitengesloten, dan staat men heden, in het begin der 20e eeuw, merkwaardiger wijze in den regel nog met den mond vol tanden.

Nu zal een man van de praktijk allicht antwoorden: Zeker, om die begrippen goed onder woorden te brengen, dat gaat zoo gemakkelijk niet, maar een boer, een landbouwer, een planter, een tani, weet uit de praktijk maar wàt goed, wat licht is, en wat zwaar, en wat zand is, en wat klei.

En toch heeft deze man van de praktijk ongelijk. Wie maar wat veel rond reist, zal in staat zijn, de ervaring te bevestigen, dat hetgeen A zwaar noemt, door B licht genoemd wordt, en hetgeen A licht noemt, door C zwaar genoemd wordt. Zoo ergens, dan is op de naamgeving in de praktijk toepasselijk: alles is betrekkelijk! De zooeven genoemde B plant bijv. 20 jaar lang in een streek met uitsluitend zware grondtypen, C in een streek, waar eigenlijk alle grondsoorten licht zijn. Wanneer er nu eens een schaal was, waarin 0 beteekende absoluut licht, en 100 absoluut zwaar, dan zouden de gronden van A, B en C langs die schaal zich aldus groepeeren:



Dan is 't duidelijk dat C de gronden van A allemaal zwaar vindt, en B vindt ze allemaal licht. Want, een ieder, die lang ergens

tegenover bepaalde gegevens staat, scherpt zijn oog voor die groep van gegevens, maar verliest daarmee het objectieve oordeel tegenover dezulke van elders. Men staart zich stomp op den eigen grond; dat is haast onvermijdelijk.

Een ander voorbeeld moge dit nog verduidelijken:

Op zekeren dag bracht mij een collega uit een streek met allemaal vrijwel grijze asch-gronden een aantal monsters, en zei van één daarvan: „Kijk, dit is nu de rooie grond!" Ik kon er met den besten wil der wereld echter geen rood aan ontdekken; in 't felle licht hoogstens een lichte bruinachtige tint door 't grijs heen. Mijn collega was verbaasd; hij zag het toch zoo duidelijk! Ik zelf had echter denzelfden morgen een serie monsters van een andere plaats ontpakt, die vrijwel allemaal knalrood waren. En toen wij nu uit die serie een paar monsters uitzochten, die door den inzender „grijze bovengrond" en „zwarte grond" genoemd waren, bleken deze grijze en zwarte grond veel rooder te zijn, dan de z. g. „roode grond" van mijn collega.

Wil men komen tot objectieve vergelijking en beoordeeling — en dat is toch steeds de taak der wetenschap — dan is er noodig een *maatstaf*. Groot en klein meet men met meters enz.; rijk en arm met guldens; tijd met jaren — kortom, — alles meet men met maten, en drukt de objectieve uitkomst uit in *getallen*. En nu: licht en zwaar zijn van den grond? —

In de navolgende bladzijden vindt men een bespreking van eenige getallen, die een antwoord moeten geven op deze vraag.

In de laatste jaren zijn meerdere publicaties ter zake verschenen van de hand van prof A. Atterberg te Kalmar, Zweden. Op grond van hetgeen ik bij een persoonlijk bezoek aan dezen onderzoeker van hem leerde, en aan de hand zijner publicaties, zal ik eerst in het kort zijne werkwijze beschrijven, en daarin eigen wijzigingen, alsmede beschouwingen en hypothesen opnemen. Daarna zal ik mededeelen welke resultaten ik met Ned.-Indische gronden verkreeg, en tot welke algemeene uitkomsten deze mij hebben geleid.

WERKWIJZEN.

Wanneer men een dunnen brij van weinig grond met veel water laat indrogen, of vermengt met poeder van den drogen grond, dan wordt de brij dikker en dikker en verliest zijn vermogen om te vloeien.

Heeft men dien nu taaien brij in een schaaltje, en verdeelt men hem met een spatel in tweeën, dan zullen de beide klompen, wanneer men ze tegen elkaar aanbrengt, en dan den bodem van het schaaltje op de vlakke hand klopt, toch nog ineenvloeien, en één geheel vormen.

Gaat men voort met de toevoeging van telkens kleine hoeveelheden drogen grond, die men voortdurend met den spatel goed er doorheen mengt en kneedt, dan komt er een oogenblik, dat de grond zóó droog is geworden, dat de beide kluiten niet meer ineenvloeien, doch afgescheiden naast en tegen elkaar aan blijven liggen. Dan heeft men de z.g. *vloeigrens* bereikt.

Niet altijd is deze grens scherp. Daarom is het noodig, wanneer men haar goed wil vaststellen, en bovenal goed vergelijkbare cijfers wil krijgen, steeds op dezelfde wijze te werken. 't Beste is dan, om eerst den goed homogenen brij vlak te leggen in 't schaaltje; vervolgens hem met den spatel midden door te deelen; dan het snijvlak naar beide zijden wat af te schuinen, totdat men o. z. t. z. twee taluds krijgt, die aan den voet in 't midden over een haarbreedte den bodem der schaal vrij laten, maar hoe verder men van het middelpunt afkomt, des te verder uitwijken, zoodat aan de uiteinden der taluds, deze wel $^1/_2$ c.M. van elkaar staan. — Nu klopt men op de vlakke hand: Is de grond te nat, dan verdwijnt de bodem der schaal al spoedig over meer dan $^3/_4$ der lengte van de spleet. Is de grond te droog, dan komen de twee helften nauwelijks tegen elkaar aan. Wanneer zij echter zóó ver naderen, dat zij over ongeveer de helft van den spleet tegen elkaar aan komen te liggen, heeft men de

vloeigrens bereikt, en neemt men met den spatel ongeveer 3 gram grond eruit, en brengt die in een weegfleschje. Dit wordt alsnu gewogen, in een droogstoof bij 125° scherp gedroogd, en weer gewogen; het verloren gewicht, d. i. het verdampte water, berekend in % van de overgebleven droge stof, levert dan het getal, aangevende „de vloeigrens." De tot nu toe hier te lande gevonden cijfers liggen tusschen 14 en 175. —

Nadat de vloeigrens is vastgesteld, d. w. z. het daarop betrekking hebbende schepje grond in 't weegfleschje is gedaan, gaat men aanstonds verder.

Allereerst probeert men, of de grond nu *plastisch* is, d. w. z. of hij zich laat vormen, zonder te scheuren. Dit geschiedt aldus:

Men neemt uit 't schaaltje ± 15 gram van den vochtigen grond en tracht dezen, op een onderlaag van hard wit papier (dat wel wat water mag opnemen, maar geen vezels afstaan), uit te rollen tot een worst of draad. Daarbij moet men trekkende rollen, hetgeen men bereikt door onder 't rollen de vingers gaandeweg meer en meer te spreiden. — Lukt het, dan is de grond plastisch; lukt het niet, en breken de worstjes aanstonds af, en ook over de lengte uiteen, zoodat men in plaats van rollen te vormen, den grond in kruimels uiteen wrijft, dan is de grond niet plastisch.

Onder 't uitrollen verdampt er onder de hand natuurlijk water uit den grond; ook het papier neemt water op, zoodat men herhaaldelijk de uitrolplaats moet verwisselen. Nu moet dit uitrollen worden voortgezet, terwijl men zijn object steeds stijver worden voelt, totdat op zeker oogenblik de worstjes scheuren, overlangs en overdwars. Dan is de *uitrolgrens* bereikt, en neemt men weer een gram of 3 of 4 eraf, waarin, met behulp van een tweede weegfleschje, evenals bij de vloeigrens, het vochtgehalte wordt bepaald. Het gevonden bedrag, in % der droge stof, fungeert als „uitrolgrens". Er is inderdaad eenige handigheid voor noodig om een homogeen waterverlies te doen plaats hebben, zoodat, wanneer ergens in de massa de uitrolgrens is bereikt, dit ook overal 't geval is.

Afgezien van die gronden welke geen plasticiteit vertoonen, en dus geen uitrolgrens hebben, werden voor deze grens cijfers gevonden tusschen 18 en 136. —

Om nu de *plasticiteit* in een getal uit te drukken, neemt Atterberg het verschil van vloeigrens en uitrolgrens; men vindt daarvoor aan Ned.-Ind. gronden cijfers tusschen 3 en 53. —

Op het oogenblik, dat de vloeigrens wordt vastgesteld, doet men nòg een waarneming, n.l. deze: of de natte grond — of de vaste brij, hoe men 't zeggen wil — aan den spatel *kleeft* of niet.

Voor het mengen in 't schaaltje gebruik ik bij voorkeur een ijzeren spatel, maar aangezien deze soort spatels zelden lang blank blijven, wordt het al- of niet kleven nagegaan met een gepolijsten nikkelen spatel. Vergelijkingen van beide in den aanvang, toen beide nog blank waren, gaven geen verschillen van beteekenis; daarom heb ik deze werkwijze zoo voortgezet. Mogelijk is echter, dat alléénig gebruik van een goed blanken stalen spatel op den duur nog te verkiezen is.

Men doet het onderzoek op kleven door, òf wrijvende te drukken, òf eerst den spatel op den grond te drukken, en dan zijdelings weg te trekken, òf wanneer men een flinken kluit heeft, den spatel er in te drukken en dan weer eruit te trekken. Alleen maar aandrukken en dan weer aflichten geeft foutieve uitkomsten.

Wanneer de grond bij de vloeigrens *niet kleeft*, d.w.z. dat er misschien wel nog een korreltje grond aan blijft hangen, doch geen streepen als van stopverf op den spatel komen, en in hoofdzaak het metaal blank blijft, dan neemt men $^2/_3$ van wat in 't schaaltje is er uit voor de bepaling der uitrolgrens, enz. en gaat met de rest voort ter bepaling van de *kleefgrens*. Vele gronden n.l. zullen, als men druppelsgewijs water aan den brij toevoegt, eindelijk zoo nat worden, dat zij toch aan den spatel gaan kleven; op dat oogenblik is de kleefgrens bereikt. Er zijn er echter ook, die, al worden zij natter en natter, toch nimmer aan den spatel plakken; deze wordt wel nat, maar van water, niet van een homogenen grondbrij. Zulke gronden hebben geen kleefgrens.

Wanneer de grond bij de vloeigrens *wel kleeft*, dan begint men maar dadelijk aan 't rollen; (zulke gronden zijn n.l. altijd plastisch). Telkens en telkens weer probeert men met den spatel, of de grond nòg kleeft, en op 't oogenblik, dat dit verschijnsel omslaat, heeft men de kleefgrens bereikt.

Altijd ligt de kleefgrens boven de uitrolgrens. Bij zeer plastische

gronden kan zij er vrij dicht toe naderen, maar nimmer vindt men, dat de grond niet meer uitrolbaar is, en toch nog kleeft. Soms ligt de kleefgrens echter vlak onder de vloeigrens.

Atterberg heeft opgemerkt, dat hoe taaier de grond is, hoe dichter de kleefgrens bij de uitrolgrens, of beter gezegd, hoe verder de kleefgrens onder de vloeigrens ligt. *Het verschil van vloeigrens en kleefgrens* (welke laatste, zooals van zelf spreekt, op soortgelijke wijze als de beide andere grenzen, bepaald, en in een getal uitgedrukt wordt) neemt Atterberg daarom als *maat voor de taaiheid*, en wel in den vorm (Kl.—Vl.), zoodat dit getal positief is voor de gronden, die bij de vloeigrens niet kleven, negatief voor die, welke dan wel kleven. Maar de positief taaie gronden krijgen aldus een negatief cijfer; daarom zal ik een omkeering, niet van het teeken, dus van de aftrekking, maar van de benaming voorstellen.

Wanneer een grond kleeft, dan beduidt dit niet alleen, dat het kluitje grond in 't schaaltje aan den spatel kleeft, maar ook, dat deze grond *op 't veld* bij het zelfde watergehalte eveneens *kleeft aan patjol, spade of ploeg.* In dien staat is de grond praktisch niet te bewerken, tenzij men er zulk een dunnen brij van maakt, dat het weer wèl gaat (sawahbewerking!) *Om droog goed bewerkbaar te zijn, moet de grond dus minder water bevatten dan met de kleefgrens correspondeert.* Anderzijds moet men boven de uitrolgrens blijven, aangezien anders de grond te stijf en te hard wordt; ten minste in de meeste gevallen, vooral in die, waarbij de kleefgrens laag ligt.

De marge tusschen kleefgrens en uitrolgrens is dus het gebied waarbij de gronden zeker goed bewerkbaar zijn; daarom wil ik dien afstand de *bewerkbaarheid* noemen. Deze ondergaat dus een verhooging boven de plasticiteit, wanneer de kleefgrens boven de vloeigrens ligt; en men kan van een *positief surplus* (Kl.—Vl.) spreken; de bewerkbaarheid is echter kleiner dan de plasticiteit, als de kleefgrens lager ligt dan de vloeigrens, en dan wordt bedoeld *surplus negatief.* Men krijgt dus deze betrekking:

(Vl.—Ur.) + (Kl.—Vl.) = (Kl.—U. r.) of

Plasticiteit + Surplus = Bewerkbaarheid.

Hetgeen dus bij Atterberg oneigenlijk taaiheid heet, noem ik surplus, en beteekent positief: vermeerdering, en negatief: vermindering der bewerkbaarheid.

Daarmede is nu niet gezegd, dat een grond buiten de hier

gestelde grenzen: Kl. en Ur., niet bewerkbaar zou zijn! Integendeel! De gronden, die in 't geheel geen kleefgrens hebben, zijn allen zeer gemakkelijk bewerkbaar; ook naar beneden toe (in de vochtigheidsschaal); omdat dan in den regel ook alle plasticiteit ontbreekt.

Maar ook zeer vele plastische gronden, met een positief surplus, zijn van zoodanige geaardheid, dat zij beneden de uitrolgrens nog goed bewerkbaar blijven, omdat zij dan verkruimelen. Er zijn evenwel ook gronden, die een positief surplus hebben, en indrogende, harde kluiten vormen. Wanneer echter het surplus flink negatief is, zoodat de bewerkbaarheidsmarge er bedenkelijk door verkleind wordt, dan heeft men zeker met een grond te maken, die buiten die kleine marge praktisch niet te hanteeren is, (behalve dan weer als sawah. Deze laatsten zijn de taaie gronden, die, indrogende, vast harde kluiten leveren.

Nog één belangrijke grens valt er te zoeken. Wel noemt Atterberg tevoren nog de „hechtgrens", d. w. z. de grens, waarbij in en op elkaar gelegde kluitjes niet meer door druk tot een geheel te brengen zijn; maar aangezien ik deze grens inderdaad voor een groot aantal gronden mede bepaalde, doch er uit een landbouwkundig oogpunt evenmin iets mee weet aan te vangen als Atterberg zelve, laat ik haar uit deze verhandeling maar liever geheel weg, en ga dadelijk over tot een veel belangrijker grens.

Na de bepaling der uitrolgrens wordt een deel der korrels (van de uiteen gerolde en verbrokkelde worstjes) op een glad plankje dun uitgespreid. De korrels drogen in, en op zeker oogenblik ziet men, vooral, als men er een paar indrukt, of fijn drukt, dat de kleur plotseling lichter wordt, in één woord: omslaat. Men heeft dan het *omslagpunt* bereikt. Het is het oogenblik, waarop het capillaire water tusschen de gronddeeltjes op raakt, en de vochtmantel der deeltjes zelve gaat verdampen, en plaats maken voor lucht. Vandaar de kleurverandering.

Dit omslagpunt, waar reeds door prof. van Bemmelen op werd gewezen, en nu later weer door Atterberg, moet physisch natuurlijk een belangrijke beteekenis hebben. Het is helaas wat moeilijk goed te treffen; d.w.z. twee parallelbepalingen (na elkaar!) geven dikwijls nogal uiteenloopende cijfers, zoodat men genoopt is,

de bepaling een keer of drie te herhalen. Maar een erg bezwaar is dit niet; de bepaling is zóó eenvoudig, dat men er daarom nimmer tegen op behoeft te zien.

Zooals gezegd, men spreidt den grond op een rechthoekig plankje uit in ellipsvorm; en legt nu wat goed drogen grond op een hoek en drukt dezen met den spatel wat aan; dit ter vergelijking van de kleur. Nu wacht men tot de randzone ongeveer $^1/_2$ tot 1 c.M. in kleur is omgeslagen, en verzamelt dan, in een weegfleschje hetgeen ligt in de randzone van bijna de dubbele breedte. Men heeft dan zoo een gemiddelde van een helft, die reeds te droog is, en een andere, die nog iets te vochtig is. Wegen, drogen, weer wegen en berekenen in % van de droge-stof vormen dan het gewone slot der bepaling. De tot nu toe hier gevonden cijfers liggen tusschen 1 en 70. —

Zoodra het capillaire water op is, houdt men alleen het vocht over, dat op de gronddeeltjes verdicht is. Dit vocht is echter, hetgeen andere onderzoekers, vooral Mitscherlich, reeds hebben nagegaan, en genoemd werd: de *hygroscopiciteit. Bijgevolg moet het omslagpunt liggen vlak bij de hygroscopiciteit.*

En waar de bepaling der hygroscopiciteit altijd nogal wat voeten in de aarde heeft, mag men de bepaling van het omslagpunt als een welkome benadering van de hygroscopiciteit beschouwen.

Al te absoluut mag men deze benadering echter niet opvatten. Er zijn gronden, waarbij het omslagpunt iets boven het hygroscopiciteitspunt blijft; maar er zijn er óók, waar het er bepaald onder komt. Deze gevallen zullen verderop afzonderlijk worden besproken.

* * *

Voortbouwende op de bovengegeven voorstelling, omtrent wat er gebeurt bij het omslagpunt, kan men nu ook trachten de vraag te beantwoorden: welke verandering van toestand heeft er plaats bij de andere, al besproken grenspunten?

Als weinig grond met veel water wordt gemengd, zullen alle gronddeeltjes wel aan alle kanten door water zijn omgeven. Laat men nu den grond bezinken, en het water afloopen dat afloopen wil, dan komen de gronddeeltjes tegen elkaar aan te liggen, maar alle capillaire ruimten zijn nog met water gevuld. Zoolang nu de

gronddeeltjes nog volledig door water omgeven zijn, is 't geheel dun vloeibaar. Zoodra de gronddeeltjes elkaar meer en meer beginnen te raken, wordt de massa dikker en dikker vloeibaar, en zoodra zij overal tegen elkaar aan liggen, houdt het vloeien op en is de vloeigrens bereikt.

Maar het oogenblik, dat in een grond, waarin de deeltjes tegen elkaar aan liggen, alle capillairen gevuld zijn, is ook reeds uit andere, oudere onderzoekingen bekend; toen zeide men: dan is de grond verzadigd, en dan heet het vastgehouden water: *de watercapaciteit. Bijgevolg moeten de watercapaciteit en de vloeigrens zich vrijwel dekken!*

Achterstaande tabel toont aan, dat dit vrij aardig uitkomt. Gemiddeld is de afwijking niet grooter dan de fout die in de bepalingen zelve zit.

Bij nader bezien blijkt echter toch een verschil te bestaan. De bovengronden halen gewoonlijk een watercapaciteit, die iets hooger is dan de vloeigrens; de ondergronden daarentegen blijven iets achter. Ik denk, dat de lichtere bovengronden in ± 2 weken zich volledig volzuigen dan de vastere ondergronden; dat echter bij de bepaling der vloeigrens de aan organische stof minder rijke ondergronden sneller water aannemen door het drukken en kneden, wat daarbij behoort. No. 902 en 1809, een paar zeer zware gronden, waren bij de bepaling der watercapaciteit na 3 weken duidelijk nog lang niet verzadigd.

Al deze ondergronden bestaan grootendeels uit colloïden, welke geruimen tijd noodig hebben om inwendig al het water op te nemen, wat zij kunnen opnemen. Als men derhalve de bepaling der vloeigrens maar niet overhaast, en er een paar uur over doet, bereikt men ook met dit soort van gronden de goede vloeigrens. Men heeft echter bij zulke gronden voor de bepaling der watercapaciteit evenveel of meer weken noodig, tot de grond zich definitief volgezogen heeft, als hier bij de bepaling der vloeigrens uren! en daarom mag men in de laatste bepaling zeker een aanwinst der laboratorium-methoden begroeten.

Verliest een grond vanaf de vloeigrens water, dan gebeurt er tweeërlei. Beschouwen wij eerst een grond, bestaande bijv. uit kwartskorrels, een grond van allemaal kristallijne deeltjes, die inwendig geen water opnemen, noch van vorm of volumen veranderen

HERKOMST		Doorl. Nr.	Water-capaciteit	Vloei-grens	Verschil	
Plaats	Laag					
G.C.O. Tjikoempaj	bov.	1632	49	49	=	
	ond.	1633	54	58		—4
	bov.	1634	53	55		—2
	ond.	1635	61	60	+1	
	bov.	1636	51	51	=	
	ond.	1637	59	59	=	
	bov.	1638	50	53		—3
	ond.	1639	55	59		—4
	bov.	1644	50	53		—3
	ond.	1645	55	59		—4
G.C.O. Tjipinang	bov.	1660	48	47	+1	
	ond.	1661	55	55	=	
	bov.	1662	51	47	+4	
	mid.	1663	54	55		—1
	ond.	1665	55	62		—7
G.C.O. Boentoe	bov.	1666	49	49	=	
	ond.	1667	50	54		—4
	bov.	1668	52	48	+4	
	ond.	1669	60	67		—7
G.C.O. Kroempoet	bov.	1672	50	50	=	
	ond.	1673	55	62		—7
	bov.	1674	47	51		—4
	ond.	1675	55	58		—3
G.C.O. Kali Wringin	bov.	1779	48	46	+2	
	ond.	1782	52	55		—3
	bov.	1783	46	47		—1
	mid.	1784	50	52		—2
	ond.	1785	51	54		—3
G.C.O. Merboeh	bov.	1935	49	47	+2	
	mid.	1936	55	55	=	
	ond.	1937	52	54		—2
	bov.	1938	50	49	+1	
	mid.	1939	54	52	+2	
	ond.	1940	56	52	+4	
	bov.	1947	53	48	+5	
	mid.	1948	55	54	+1	
	ond.	1949	60	58	+2	
Pasir Waringin	bov.	1579	59	53	+6	
	ond.	1580	63	66		—3
Kali Wringin, zwaar	ond.	1809	40*	51		—11
G.C.O. Vada	ond.	902	57*	70		—13

kunnen. Daarbij is van plasticiteit niet veel sprake, en het water, dat verdampt, is in de eerste plaats van het capillaire water datgene, hetwelk de grootere ruimten vult, zoodat de deeltjes zelve nog overal nat blijven. Zoodra dit water echter op is, komen er op de gronddeeltjes droge plekken: de kleur slaat om, het omslagpunt is bereikt. Deze voorstelling is naar mijne meening nergens in strijd met die, waarbij men aanneemt, dat van onderen op „de hygroscopiciteit" bereikt wordt, als alle gronddeeltjes volledig overdekt zijn met een laag vocht, van één molekuul dikte. De laatste toevoeging kan hier buiten beschouwing blijven.

Nu komt het mij voor, dat men in het verschil tusschen (vloeigrens = watercapaciteit) en (omslagpunt = hygroscopiciteit) een belangrijk cijfer heeft te zien. De vloeigrens is de bovengrens, waartoe het overtollige water na een regenbui afloopt; de hygroscopiciteit is de ondergrens, waarbij water in den grond voorkomt, anders dan verdicht op of in de gronddeeltjes. Bijgevolg heeft men hier voor zich de grenzen, waarbinnen er water in den grond is, dat door de plantenwortels opneembaar is. Daarom wil ik bedoeld verschil den *maximalen watervoorraad* noemen.

Verderop zal blijken, dat deze max. watervoorraad zeer ver uiteenloopt.

Beschouwen wij thans een grond, voor 't overgroote deel bestaande uit colloïdale deeltjes; gronddeeltjes dus, die als een gedroogde pruim of rozijn water kunnen opnemen, en daarbij merkbaar opzwellen, en omgekeerd, bij waterverlies, inkrimpen en verschrompelen. Dan is het duidelijk, dat de maximale watervoorraad hier moet bestaan uit 2 factoren: *a)* het capillaire water tusschen de maximaal opgezwollen deeltjes, en *b)* het water, dat de deeltjes als verschrompelende uit hun innerlijk verliezen, totdat zij hun minimum ruimte innemen.

Meerdere vragen sluiten zich hieraan onmiddellijk aan: 1o. Wordt eerst al het water sub *a*) verdampt, en daarna pas het sub *b*) genoemde? Of loopen beide verliezen bij verdamping min of meer parallel? 2o. Hoever is men met het eene en met het andere water opgeschoten bij de uitrolgrens? — En bij de kleefgrens? — En bij het omslagpunt? —

Den lezer waarschuwende, dat ik hier weinig meer dan onderstellingen neerschrijf, ga ik in mijn beschouwing aldus voort.

Het waarschijnlijkst lijkt mij, dat niet alleen het capillaire water het eerst verdampt, maar dat van het water in de gronddeeltjes in het geheel niets verdampt. Wel echter komt dit inwendige water naar buiten, en overdekt het buiten-oppervlak opnieuw, wanneer het uitwendige waterlaagje te dun wordt. Dit naar buiten treden gaat dan gepaard met een inwendig samentrekken van de gronddeeltjes, en bijgevolg met een vormverandering en volumevermindering. Gaat de verdamping voort, dan raakt niet alleen een groot deel van het capillaire water op, maar ook de aanvullingsreserve van binnen uit de gronddeeltjes. Daar de laatste de aanvulling is van de eerste, is zij 't eerst op. Tot dat oogenblik dus is capillair water nog voorhanden, maar de grond heeft zijn vormbaarheid, zijn plasticiteit nu verloren, de deeltjes zijn als dorre rozijnen geworden, die van buiten nog nat zijn. Maar — hier is toch iets met de capillaire ruimten geschied, hetgeen bij de kristallijne deeltjes niet mogelijk was: doordat n. l. de deeltjes vormbaar waren op weg naar hun dorren toestand, hebben zij zich naar elkaar geschikt, en bijgevolg de tusschenliggende capillaire ruimten ontzaglijk verminderd. Ja, in 't uiterste geval is zelfs aan te nemen, dat men niet meer van onderlinge punten van aanraking der deeltjes moet spreken, doch van heele aanrakingsvlakken, zoodat het overblijvende oppervlak, waarop het verdichte water zit, dat de hygroscopiciteit heet, kleiner is, dan wanneer men van een droog verkruimelden grond uitgaat, en nu de deeltjes op hun gansche oppervlak water laat verdichten. Dit is het geval, waarop boven reeds werd gewezen, het geval, waarin het *omslagpunt lager* komt te liggen *dan de hygroscopiciteit.*

Nu is intusschen duidelijk, dat, als de deeltjes zelf gekrompen zijn tot hun minimum, op 't oogenblik dat het oppervlakte water gaat verdwijnen, — dan ook de z. g. *krimpgrens vrijwel samen moet vallen met 't omslagpunt, en dus met de hygroscopiciteit*; d. w. z. in de meeste gevallen zal de krimpgrens wel *even* hooger, de hygroscopiciteit *even* lager liggen. Alleen bij de zeer plastische gronden keert dit dan om.

Deze krimpgrens werd ook praktisch bepaald, en inderdaad gevonden hieraan te beantwoorden. (Zie verderop, en de tabellen achter).

Wij zijn dus tot het resultaat gekomen, dat het in de gronddeeltjes opgenomen imbibitiewater waarschijnlijk niet rechtstreeks ter verdamping komt, maar naar buiten treedt, wanneer het op de oppervlakte verdichte water, het hygroscopiciteitswater, verdampt, en dus de oppervlakte droog *zou* achterlaten, als niet de watervoorraad van binnen uit werd aangevuld.

Laat men dus een grond uitdrogen tot aan zijn omslagpunt, en niet verder, dan is gaandeweg al het imbibitiewater oppervlakte-water geworden, en ten deele verdampt. Maar dan zijn ook, zoo niet alle, dan toch een groot deel der in het imbibitiewater opgeloste stoffen uit 't binnenste der gronddeeltjes naar de oppervlakte gebracht, waar — de wortels der planten functioneeren!

Ziedaar een zeer gereede verklaring van de *verhooging der vruchtbaarheid van een grond door uitdrogen.* Volgens deze beschouwing is het dan echter *niet noodig om het omslagpunt te overschrijden,* terwijl men tot nu toe heeft gemeend, dat volkomen uitdrogen daarvoor noodig was. Praktische proeven zullen in deze moeten beslissen over de juistheid of liever de bruikbaarheid der gestelde hypothesen. Zijn zij goed, dan kunnen zij van grooten invloed zijn op den sawahbouw in sommige streken: en zal men wellicht, om uit den grond beter te halen wat erin zit, intermitteerende bevloeiïng prefereeren boven voortdurende bevloeiïng. Is trouwens het droogleggen der sawahs tegen het einde der rijping in deze beschouwingswijze niet ook juist het geven aan de zaden van een laatsten stoot voedingsstoffen, door het indrogen der gronddeeltjes naar buiten gebracht? —

* * *

Terugkomende op hetgeen boven werd gezegd over den maximalen watervoorraad, geloof ik, nu hier ook te mogen zeggen, dat voor de gronden met capillair + imbibitiewater, de som van die beiden den plantenwortels ten goede kan komen, omdat het tweede het eerste aanvult, tot het zelf op is. Maar dan is ook hier, evenals bij de gronden met uitsluitend capillair water:

de maximale watervoorraad = de vloeigrens — het omslagpunt.

Aangenomen werd boven, dat de gezwollen deeltjes min of meer vormbaar waren, maar dat zij dit vermogen steeds meer verliezen, naarmate zij indrogen. Dan moet ook op zeker oogenblik de grens komen, dat zij zoo stug en plooiig en hoekig zijn geworden, dat zij niet meer in of op elkaar passen; dat aanrakingsvlakken meer en meer aanrakingspunten zijn geworden, en dus geen nieuwe homogene samenhang is te verkrijgen: dan is de *uitrolgrens* bereikt. — Deze omschrijving zegt niet veel; laat althans geen scherpe grens verwachten. Zoo is het ook in werkelijkheid: bijna altijd kan men plastischen grond bij, en even onder, de uitrolgrens nog weer tot homogenen samenhang brengen door sterken druk.

Dezelfde moeilijkheid van scherpe belijning heeft men ook bij de *omschrijving der kleefgrens*. Ik geloof, dat een grond niet kleeft aan den metalen spatel, 1e. als zijn deeltjes te grof zijn (zand, gekorrelde berggronden); 2e. als zij, hetzij vormbaar, hetzij stug, oppervlakkig ruw zijn; daarentegen wèl, 1e. als de deeltjes vormbaar en glad zijn; 2e. als zij, indien grootendeels niet vormbaar, klein en van velerlei verschillende kleinte zijn, zoodat zij elkaars holletjes opvullen en dus deeltjes, die maar weinig vormbaar zijn, toch een groot aantal aanrakingspunten met het metaal kunnen verkrijgen.

De kleefgrens is dus volgens deze beschouwingen een functie van het oppervlak der deeltjes, de uitrolgrens eene van de vervormbaarheid.

Heeft men bijv. een grond met vele, min of meer vormbare deeltjes, die echter ruw van oppervlak zijn, als een spons, dan vindt men wel plasticiteit, doordat de ruwheden en stekels van het ééne deeltje in die van het andere pakken, gelijk bij een pak klissen. Maar de kleefgrens ontbreekt, of is alleen te bereiken een eind boven de vloeigrens.

Heeft men daarentegen een grond met vele vormbare, doch uiterlijk gladde deeltjes, dan vindt men naast een groote plasticiteit een groote kleverigheid, die pas ophoudt, zoodra de deeltjes door indrogen zóó rimpelig en ruw zijn geworden, dat de kleefgrens wordt overschreden.

Het zwakste punt in deze redeneering is intusschen het bestaan bij sommige grondtypen van eene kleefgrens een eind boven de vloeigrens. Dit punt is mij in de voorstelling nog duister.

Mogelijk zou nog zijn, dat bij de vloeigrens de gronddeeltjes nog niet maximaal opgezwollen waren, en dus de zwellingen en gladwording van het oppervlak bij toevoeging van nog meer water nog meer toenam, zoodat aldus een ware kleefgrens zou worden bereikt.

Evenals in 't omslagpunt reeds de laagste volumengrens, de krimpgrens, werd geconstateerd, zal het derhalve noodig zijn, ook een hoogste volumengrens, de zwelgrens, te bepalen, en te zien of deze ligt altijd bij de vloeigrens, of soms erboven. Het resultaat van dit onderzoek moge dan in een latere publicatie volgen.

* * *

Behalve de tot hiertoe genoemde, werd door Atterberg nog een tweede serie van bepalingen van cijfers aangegeven, welke een aanvulling op de eerste kan worden genoemd, al is zij ook van gansch anderen aard. Zij betreft in de eerste plaats de bepaling der *kracht van samenhang.*

Atterberg is niet de eerste geweest, die bepalingen in die richting deed; o neen, in den loop der laatste 100 jaren hebben reeds verscheidene onderzoekers getracht, de kracht te bepalen, noodig om grondkluiten, door indroging ontstaan, te breken en te vergruizen. Maar tot een goede praktische methode is het niet gekomen.

Met voorbijgaan van de vele litteratuur hierover, — die trouwens, voor wie er belang in stelt, in de publicaties van Atterberg te vinden is — ga ik nu rechtstreeks over tot de beschrijving der ook hier gevolgde werkwijze.

Van de fijnaarde wordt eenige malen 50—70 gram afgewogen, en, met inachtneming van het erin voorkomende vocht, zooveel water toegevoegd, dat de vochtige grond een paar procenten boven de uitrolgrens is. Dan wordt hij goed homogeen gekneed, en nu in een vorm gevuld van dik messing van een inwendigen vorm van $20 \times 23 \times 85$ m.M. Deze vorm heeft geen vasten bodem, maar in de plaats daarvan een blok messing, dat er precies in past; dit blok is één geheel met een zware plaat eronder. Het blok is 23 m.M. hoog; zet men nu 2 andere blokjes ernaast, die maar 20 m.M. hoog zijn, en dan de vorm erop, dan dringt de bodem 3 m.M. in, en er blijft een ledige ruimte van $20 \times 20 \times 85$ m.M. Hierin wordt nu het gronddeeg gekneed, zoo homogeen mogelijk,

en vrij van lucht; dan wordt met een flink mes de bovenkant glad afgesneden; de steunblokjes worden verwijderd, en de vorm wordt met behulp van twee lipjes, onder aan de zijkanten bevestigd, naar beneden gedrukt. Op den hoogen bodem ligt aldus vrij een blokje stijve grond, hetwelk langzaam en voorzichtig op een klein plankje (van bekend gewicht, of één van twee van volkomen gelijk gewicht) wordt overgeschoven.

Op het bovenvlak schrijft men nu met een naald 't nummer en drukt er twee fijne evenwijdige lijnen in, op een afstand van juist 80.0 m.M. Alsnu wordt het blokje gewogen, en op een onderlaag van fijn kopergaas aan een alzijdige indroging prijs gegeven.

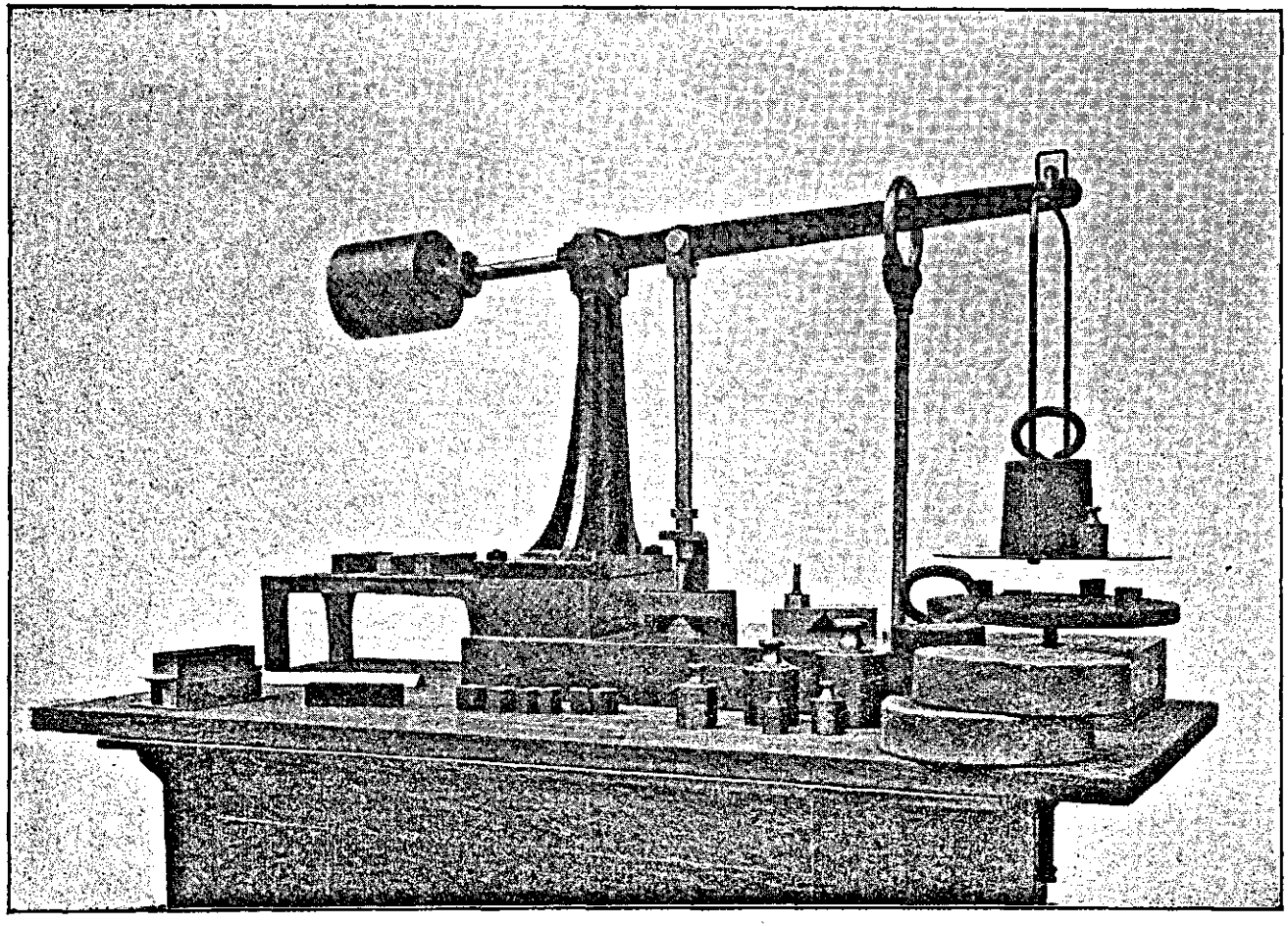
Om de 3 uur wordt herwogen, en de afstand der 2 fijne streepen tot op 0.1 m.M. geschat. Dit geschiedt den ganschen dag over om 7 u., 10 u., 1 u., 4 u. Na 2 tot 5 dagen is het blokje luchtdroog, hetgeen men kan waarnemen daaraan, dat het gewicht 's morgens vroeg weer hooger is dan den vorigen middag.

Intusschen is gebleken, dat de krimpgrens reeds veel eerder werd bereikt. Zoo mogelijk leidt men de operatie daarheen, dat dit geschiedt in het midden van den dag, den tweeden of derden na de opstelling; dan krijgt men natuurlijk goed de krimpgrens. Wordt deze echter in den nacht gepasseerd, dan sluit men haar wel binnen zéér wijde grenzen op.

Daar men echter nimmer maar één blokje maakt, doch steeds minstens 3, zoo kan men deze op verschillende tijden van den dag uitzetten, en aldus de krimpgrens altijd wel vangen. Helaas zijn de hier tot nu toe behandelde blokjes van één grondsoort nog altijd gelijktijdig uitgezet, waarvan men het onvoldoende resultaat in de navolgende bladzijden zal aantreffen.

Wanneer de blokjes luchtdroog zijn, worden er twee in een droogstoof bij 125° geheel uitgedroogd, waaruit men de krimpgrens in % van de droge-stof vindt; en het vochtgehalte luchtdroog, idem. De volkomen droge blokjes worden in een exsiccator bewaard, tot het oogenblik van breken is gekomen.

Want alles, wat tot hiertoe geschiedde, is in zekeren zin te beschouwen als voorspel van de bepaling der kracht van samenhang. Daarvoor gebruikt Atterberg een verbeterd apparaat volgens een oud principe: een hefboom, die door aangroeiend gewicht



aan zijn uiteinde een stomp mes neerdrukt op het grondblokje, tot het splijt. Op bijgaande afbeelding ziet men het toestel weergegeven, zooals ik er een door vriendelijke bemiddeling van prof. Atterberg mocht ontvangen. Aan die afbeelding heb ik weinig meer toe te voegen. Alleen een kleine verbetering heb ik gemeend te mogen aanbrengen.

Sommige blokjes zijn sterk gekrompen, andere maar weinig, als zij onder het mes komen. Daarom staat de schaal, waar het gewicht op wordt gezet, en die aan een 5 maal langeren hefboom hangt, wanneer er een weinig gekrompen blokje onder ligt, veel hooger (meer dan 15 m.M.) dan wanneer er een sterk gekrompen blokje ligt. Maar als de grond hard is, is er veel gewicht (tot 20 K° !) noodig, tot het blokje splijt: dan is het ook goed, als de schaal zoo kort mogelijk bij de kussens (caoutchoucstoppen) is, en daarom werd op een sterke schroef een hooger en lager stelbare tafel onder de schaal aangebracht, waarop de kussens bevestigd zijn. Aldus spaart men zijn toestel voor te hevige schokken.

De aangroeiing van het gewicht op de schaal kan men laten plaats hebben, evenals bij Atterberg, door hagel te laten vloeien in een geëmailleerde kan. Ik meende echter op te merken, dat de trilling van de vallende hagelkorrels de blokjes eerder deed breken, dan het voorzichtig en geruischloos opzetten van gewichten. Toch zou ik de laatste methode niet de betere achten. Ik ben nu echter in onderhandeling met de firma Schopper in Leipzig over een toestel, dat met waterdruk werkt, en bijgevolg ook te gebruiken zal zijn, om de consistentie, de kracht van samenhang, te bepalen in nattere blokjes, tot zachte klei toe, aangezien het gelijktijdig zal registreeren: den uitgeoefenden druk, èn de diepte van indringen. En wanneer men dan onmiddellijk na de proef in een deel van 't blokje het gehalte aan water bepaalt, heeft men alle factoren bijeen, om evenals Atterberg curven te construeeren, die het verband tusschen watergehalte en consistentie aangeven, en die voor verschillende grondtypen zeer karakteristiek zijn.

Voorloopig werden hier alleen nog maar breekproeven gedaan; zooals gezegd, met luchtdroge en met volkomen droge blokjes. De gevonden gewichten moeten dan altijd eerst nog gereduceerd worden op gelijke grootte der blokjes, want of men heeft

een blokje van 15 ½ m.M. of van 19 m.M. breekbreedte en -hoogte, dat maakt een groot verschil.

Aanvankelijk gaf Atterberg aan, dat de hoogte der blokjes in deze niet meetelt; dat het breekgewicht daarvan onafhankelijk is; dat het daarentegen recht evenredig was aan de breedte. Dienovereenkomstig werd hier alleen de breedte gemeten, geschat tot in tiende m.M. Nu wordt in de laatste publicatie van A. de hoogte erbij genomen. Het komt mij voor, dat deze zaak eerst nog eens grondig onderzocht moet worden, en daarom verzoek ik den lezer, de hier mede te deelen cijfers voor „de kracht van samenhang", die eenvoudig van de gevonden breedte op een breedte van 20.0 m.M. naar evenredigheid zijn gereduceerd, met 't noodige voorbehoud te willen bezien.

Maar veel invloed op de praktische uitkomsten behoeft men van de bedoelde correctie niet te vreezen; zij mag eens een wijziging van meerdere procenten van het gevonden bedrag veroorzaken, doch kan niet te niet doen de groote gevonden verschillen tusschen verschillende grondtypen, welke schommelen tusschen nihil, of zeg ½ K⁰., en anderzijds bijna 100 K⁰. breekgewicht, op 20 m.M. breekbreedte.

De meeste gronden blijken volkomen droog grooter breekgewicht te vereischen dan luchtdroog; sommige echter gedragen zich juist omgekeerd.

UITKOMSTEN MET DE VERSCHILLENDE GRONDTYPEN.

De systematische opeenvolging der verschillende grondtypen sluit zich eenerzijds aan bij de systematiek, gevolgd in het boekje: „Over den Grond van Java", anderzijds bij de volgorde, waarin de Indische grondsoorten werden behandeld in het Bulletin No. XLVII van het Dept. v. Landbouw in een verhandeling, getiteld: „Ergebnisse mechanischer Analysen tropischerBöden." Bij voorkeur worden als voorbeelden in 't navolgende overzicht dezelfde Nrs. gebruikt als in dit Bull., omdat aldaar reeds de slibcurven ervan werden gepubliceerd. Maar sindsdien zijn de ervaringen weer uitgebreid, en zoodoende is de hier gevolgde systematiek weer wat anders. Het overzicht ervan (in den inhoud achter deze beschrijving gegeven) spreekt geloof ik voldoende voor zichzelf.

I. Versche Asch.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl.—Ur.]	Omslagpunt	Max. watervoorraad = [Vl.—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang	
												Absoluut droog	Lucht droog
742	Kloet-asch	37	—	—	—	—	—	3	34	0.7	—	—	—
743	Asch-Temanggoeng	41	—	—	—	—	—	5	36	0.6	—	—	—
2174	Fossiele Aschlaag van Madioen	53	—	—	—	—	—	10	43	0.4	—	—	—

Dit zijn alle drie nogal fijne vulkanische aschsoorten; vandaar de betrekkelijk hooge vloeigrens. Daartoe werkt ook de schuimige struktuur der deeltjes mee. Geen spoor van plasticiteit of kleefvermogen. Het omslagpunt ligt veel hooger dan de zeer lage hygroscopiciteit, vermoedelijk, omdat een eerste aandrogen der broodkruimelachtige deeltjes al dadelijk een kleuromslag veroorzaakt. De lage hygroscopiciteit klopt geheel met 't begrip „versche" asch; even verweerd zijnde, heeft zij dadelijk een hoogere hygroscopiciteit. De max. watervoorraad is vrij hoog; vandaar dat deze aschsoorten in een vochtig klimaat, of in een natten moesson, zeer snel verweeren; en zoodra zij maar eenigszins ook stikstof aan de planten kunnen aanbieden, een mooi vruchtbaren bodem geven.

Niet onvermeld mag blijven, dat de versche asch zich geheel gedraagt als de z.g. „Fliesslehm", een produkt van gletscherwerking, en daarop volgende sortatie door water; d. w. z. dat het mogelijk is, dat de asch tijdelijk belangrijk meer water opneemt, dan met de vloeigrens correspondeert, zonder overmatig nat te schijnen; maar — als men dan de massa even schokt, dan valt zij samen tot een dunnen brij; dit is de grondoorzaak van het ontstaan van lahars en besoeks.

II. Lichtverweerde Aschgronden.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = (Vl. — U.r.)	Kleefgrens	Surplus = (Kl. — Vl.)	Bewerkbaarheid = (Kl. — U.r.)	Omslagp.	Max. Watervoorraad = (Vl. — Osp.)	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
	Asembagoes												
558	Kertosari	29	—	—	—	—	—	8	21	3.2	—	—	—
544	Asembagoes	31	—	—	39	+ 8	+	11	20	6.7	—	—	—
540	Awar-Awar	54	—	—	65	+11	+	24	30	16.3	—	—	—
772	Bantal	59	—	—	75	+16	+	26	33	13.1	—	—	—
	Iets meer verweerde aschgronden:												
542	Asembagoes	27	—	—	31	+4	+	11	16	8.1	∞12	30	23
549	Modjosari	37	29	8	40	+3	11	13	24	11.1	∞14	59	28
560	Asembagoes	41	30	11	46	+5	16	18	23	14.8	∞16	48	44

Serie: Bovengrond tot onderliggende tuf.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl.—U.r.]	Omslagp.	Max. watervoorraad = [Vl.—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
	op Bantamtuf												
1573	Bovengrond	32	26	6	39	+ 7	13	8	24	5.3	∞ 9	22	14
1578	Dunne Bgr.	35	26	9	38	+ 3	12	10	25	6.3	∞11	32	21
1574	Ondergrond	44	31	13	42	— 2	11	14	30	9.7	∞12	29	21
1575	Verw. tuf	60	42	18	71	+11	29	17	43	9.6	∞19	17	10

Met de verweering in het klimaat van Asembagoes treedt allereerst de kleefgrens op, maar eerst boven de vloeigrens: deze gronden zijn allen nat gemakkelijk bewerkbaar.

Maar zoodra beginnen zij niet droog te hechten, of zij hechten meteen flink: er worden hooge cijfers voor de kracht van samenhang gevonden.

Moet men zulke gronden nu *licht of zwaar* noemen? — Uit de cijfers blijkt, dunkt mij, duidelijk, dat men *met één woord niet kan volstaan,* en moet spreken van gronden, die *nat-licht en droog-zwaar* zijn. Dit type van gronden is het, dat nijgt tot vertuffen, tot tufvorming aan de oppervlakte. Men zal om die reden al in den drogen tijd niet veel polowidjo erop verbouwen; temeer, daar de maximale watervoorraad niet bijster groot is. Allicht kan men groot voordeel hebben van losschoffelen van den oppersten bovengrond aan 't einde van den regentijd, waardoor veel water in den grond behouden blijft.

De eerstgenoemde vier gronden zijn nog niet zóóver verweerd, dan wel zóó zandig, dat zij drogende nog niet pakken. Zij zijn dus *nat- en droog-licht.* —

De (grijze) gronden op de Bantamtuf toonen een ander beeld. Bij verweering ontstaat een plastische, veel water houdende grond, die bij verdere verweering reeds taai wordt; komt er dan meer humus bij, terwijl zich het erin voorkomende kwartszand (door uitspoeling der fijnere bestanddeelen) concentreert, dan verdwijnt de taaiheid weer. Tevens daalt het omslagpunt, evenals de krimpgrens; maar helaas ook de watercapaciteit en de voor de planten beschikbare watervoorraad. De hier vermelde cijfers verklaren op

aardige wijze, hoe het mogelijk is, dat bijv. op de ondernemingen Tjikadoe en Nieuw-Tjisalak de heveaboomen uitstekend kunnen gedijen, staande vrijwel vlak op de tuf, met een minimum grond erboven; de hevea's krijgen genoeg water, en dat is de hoofdzaak.

Deze gronden zou men nat-matig-licht, en droog-matig-zwaar kunnen noemen.

***

Als de gronden verder lateritisch verweeren, dan maakt het chemisch opvallend weinig uit, of de verweering naar den kant van geelen of rooden laterietgrond verloopt; ten opzichte der consistentiecijfers maakt het echter 'n groot verschil, zooals zal blijken. Daarom worden eerst de geele- en bruingeele gronden besproken, en daarna de roode.

III. Geele en geelbruine Laterietgronden, uit jongvulkanisch materiaal.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl. — Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl. — Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl. — Ur.]	Omslagpunt	Max. watervoorraad = [Vl. — Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van Samenhang: Absoluut droog	Kracht van Samenhang: Lucht droog
1001	Buitenz. B. gr. bruin	48	38	10	56	+ 8	18	21	27	17	≈23	29	19
1005	„ O. gr.	57	40	17	54	— 3	14	26	31	22	≈27	30	21
1059	Montaja B. gr. bruin	63	55	8	73	+10	18	37	26	19	≈23	41	32
1061	„ O. gr.	67	50	17	72	+ 5	22	28	39	29	≈27	21	19
1319	Tjitjoeroek, geel	85	71	14	96	+11	25	37	48	29	≈20	38	23
1321	Telamojo, geel	45	—	—	57	+12	+	21	24	12	≈22	23	12
15	Tjihoerang, geel	64	—	—	—	—	+	40	24	17	>33	0·8	n.b.
1317	Salak, bruin	85	—	—	—	—	+	56	29	44	—	—	—
1360	Diëng, geel	105	—	—	—	—	+	43	62	34	—	—	—

De hier vermelde gronden zijn allen vrijwel seniel, uitverweerd. De eerste vier liggen nu nog voldoende laag, dat er geen

samenbakken der deeltjes heeft plaats gehad; komt men echter hooger, dan vormen deze gronden meer en meer korrels, die zich als zand gedragen; d.w.z. de plasticiteit verdwijnt eerst; vervolgens verdwijnt 't kleefvermogen. Dat 't surplus negatief is, zooals bij 1005, is bij de bruine en geele gronden uitzondering; bij de roode zullen wij zien, dat 't regel is.

Kenmerkend voor dit grondtype zijn de hooge cijfers, vooral voor de kleefgrens en het omslagpunt. Bij de gebergtegronden van dit type worden in die richting de hoogste cijfers gehaald, gelijk naast de reeds genoemde, volgend viertal moge aantoonen:

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit Vl. — U.r.	Kleefgrens	Surplus (Kl. — Vl.)	Bewerkbaarheid (Kl. — U.r.)	Omslagpunt	Max. waterrvoorraad (Vl. — Osp.)	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Krácht v. samenhang: Absoluut droog	Krácht v. samenhang: Lucht droog
2023	Tjiliw. B.gr.	175	—	—	217	+42	+	∞69	∞106	82	n.b.	—	—
2024	„ O.gr.	80	53	27	79	— 1	26	∞32	∞ 48	32	∞32	14	15
2025	Tjiliw. B.gr.	168	136	32	164	— 4	28	∞74	∞ 94	57	n.b.	n.b.	n.b.
2026	„ O.gr.	136	121	15	147	+11	26	∞61	∞ 75	54	n.b.	n.b.	n.b.

De beteekenis daarvan is, in 't kort gezegd, deze:

Hooge vloeigrens: de gronden nemen water op als een spons.

Geringe (hoog in 't gebergte) tot matige plasticiteit, hooge kleefgrens: gemakkelijk te bewerken gronden; kleven bijna nooit aan de werktuigen.

Hoog omslagpunt: Ondanks dat de gronden zoo makkelijk het water opnemen, kunnen de cultures aan watergebrek lijden. Men zegt dan: de grond zuigt den regen op, als een spons, maar het loopt er zóó door heen! Dit laatste is maar ten deele juist: een groot deel van het water wordt vastgehouden, doch op zoodanige wijze, dat de planten er niet veel aan hebben. Men mag toch aannemen, dat het water, vallende binnen de hygroscopiciteit, te vast in den grond wordt vastgehouden, dan dat de wortels ervan zouden kunnen profiteeren. En als het omslagpunt bereikt is, dan moeten zij het ook al uit het inwendige der deeltjes

halen. Men lette bijv. op No. 1317; daarvan is inderdaad de vloeigrens = watercapaciteit zeer hoog, maar de max. watervoorraad is opvallend laag; op zulk een grond moet dus in tijden van droogte wel zeer spoedig watergebrek optreden.

De kracht van samenhang is vrij groot, zoolang er geen sprake is van korreling, treedt deze eenmaal op, dan is het uit met den samenhang. Voor zoover ik het nu kan nagaan, ligt de grens op ± 1000 M. hoogte. Hoe lager men komt, hoe meer samenhang; maar ook tevens: hoe meer overgang naar de echte roode laterietgronden.

***

De *roode* gronden vertoonen duidelijk verschillende typen. Sommige zijn zeer plastisch, andere sluiten zich meer bij de bruine berggronden aan. Dit blijkt al dadelijk bij de beschouwing van eenige

Bruinroode Overgangsgronden:

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = (Vl. — U.r.)	Kleefgrens	Surplus = (Kl. — Vl.)	Bewerkbaarheid = (Kl. — U.r.)	Omslagpunt	Max. Watervoorraad = (Vl. — Osp.)	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
1580	P. Waringin, Bm.	70	66	4	83	+13	17	24	46	18	±26	23	13
11	Padelarang	47	38	9	45	— 2	7	28	19	20	27	20	18
1384	Moeriah	49	37	12	45	— 4	8	18	31	14	±23	33	16

De vloeigrens en alle verdere grenzen kunnen vrij ver uiteenloopen; alleen het omslagpunt blijft toch in den regel tusschen 15 en 25 liggen. Om nu de verschillen te begrijpen, is het goed te weten, dat

1580 — dicht bij de bruine gronden staat, met een zeer ijzerrijke colloïdale fractie;

11 — ouder is, armer; en meer bij roode laterietgronden komt;

1384 — zandiger is, waardoor alle cijfers wat naar beneden gaan.

***

Gaan wij nu over tot eenige typische

IV. Roode gronden

uit meestal wat ouder jongvulkanisch materiaal.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl.—Ur.]	Omslagpunt	Max. waterrvoorraad = [Vl.—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van Samenhang: Absoluut droog	Kracht van Samenhang: Lucht droog
1577	N. Tjisalak, Bm.	73	43	30	58	—15	15	16	57	17	> 17	29	18
912	Pr. Oetjing Pr.	67	45	22	59	—12	10	23	44	19	≤ 12	23	15
1326	Gg. Pajoeng Salat.	59	44	15	55	— 4	11	25	34	22	≤ 30	≤ 19	18
1303	Gg. Galoega Bat.	38	34	4	43	+ 5	9	15	23	14	≤ 22	15	11
1325	Toentang Sg.	49	42	7	61	+12	19	23	26	18	≤ 27	13	14
10	Tjilame Pr.	57	41	16	67	+10	26	21	36	15	≤ 24	21	9
1068	Montaja Pr.	52	—	—	59	+ 7	+	21	31	17	≤ 28	28	17
185	Tjitrap Ba.	64	—	—	81	+17	+	25	39	22	≤ 23	15	14
641	Tjiampea Ba.	68	—	—	89	+21	+	24	44	28	27	22	14
1361	Dičng (violet rood)	54	—	—	—	—	—	17	37	14	—	—	—
1320	Tjitjoeroek (id.)	71	—	—	—	—	—	40	31	23	—	—	—

Groote verschillen blijken dus te bestaan tusschen gronden, die op 't oog maar weinig uiteenloopen. Vloeigrenscijfers loopen van 38 tot 73. De plasticiteit is zeer hoog bij de roode gronden uit de Bantamtuf; tamelijk hoog bij verschillende gronden uit de Preanger en Semarang, maar laag of ontbrekende bij sommige,

toch echt roode gronden uit de omgeving O. en W. van Buitenzorg (185 en 641). De gronden 10 en 1068 hebben een hoog gehalte aan kaolinschubjes, hetgeen hun plasticiteit vermindert en de kleefgrens verhoogt. Ook in de cijfers voor de kleefgrens en het omslagpunt naderen No. 185 en 641 het meest tot de bruingeele gronden; 1577 staat daar echter ver van af; dit laatste type kan na afloop van regen zoo wanhopig aan de schoenen plakken.

Wat nu de vraag: licht of zwaar? betreft, vindt men, zooals blijkt, onder de roode gronden zeer zware, d. w. z. nat- en droog-zware; maar ook lichte, d. w. z. nat-lichte, die pas zwaar worden als zij volmaakt droog zijn. Maar daar zij in een klimaat liggen, waar dit zelden of nooit voorkomt, mag men Nos. 10, 185 en 641 nog droog-licht noemen. Atterberg neemt n. l. aan, dat de grens tusschen droog-licht en droog-zwaar te zoeken is, waar de kracht van samenhang 15 à 20 K°. bedraagt.

De Nrs. 1361 en 1320, op het oog reeds van een andere kleur, n.l. meer violetrood, blijken zich gansch afwijkend van de overige roode gronden te gedragen. Vermoedelijk hebben zij hun ontstaan aan solfataren-werking te danken; in elk geval liggen zij hoog tegen den G. Prahoe en den G. Salak op. Mogelijk zijn zij ook verwant met de gekorrelde bruingeele berggronden No: 15, — 1317 en 1360.

* * *

Waar een geele of roode laterietgrond nabij het grondwater afwisselend wordt blootgesteld aan extractie van het ijzer en wederafzetting daarvan, hetzij in dezelfde laag, hetzij erboven, daar krijgt men een bleeking der hoofdlaag, en vorming van ijzersamentrekkingen, als overal door de laag heen verspreide niervormige concreties, of slechts als roode vlekken, dan wel als oerbank, meestal erboven. Dit *verplaatsen van het ijzer* heeft een grooten invloed op de consistentie, gelijk men uit navolgend overzicht kan zien; het betreft een serie monsters, al vroeger beschreven, en genomen hier nabij Buitenzorg, aan den waterkant van de Pekantjilan; en verder twee genetisch saamhoorige monsters van Siloewok Sawangan in Semarang:

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = (Vl. — U.r.)	Kleefgrens	Surplus = (Kl. — Vl.)	Bewerkbaarheid = (Kl. — U.r.)	Omslagpunt.	Max. Watervoorraad = (Vl. — Osp.)	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
789	Bovengrond	55	51	4	67	+12	16	∞24	31	22	∞28	21	17
800	Ondergrond	65	—	—	82	+17	+	24	41	21	>16	16	12
802	Geele oker. Oerb.	61	—	—	81	+20	+	30	31	20	20-30	15	11
749	Violet-witte laag	68	44	24	51	—17	7	30	38	24	26-32	6	6
1138	Roode heuvelgr.	56	36	20	43	—13	7	20	36	15	∞22	17	8
1135	Zwarte rawahgr.	74	37	37	46	—28	9	18	56	21	∞14	22	20

Aan de vier eersten ziet men, hoe de geringe plasticiteit van den bovengrond naar beneden toe verloren gaat, om in de ijzervrije laag opeens in hooge mate op te treden.

Verder neemt de hygroscopiciteit van boven naar beneden een weinig toe, evenals het omslagpunt, dat hier zeer hoog ligt. Daarmede correspondeert een daling van de kracht van samenhang van boven naar beneden toe: het schijnt dat voor een flinken samenhang de klei niet al te zuiver, — zooals 794 is, — mag zijn; maar dat eenig ijzer ten deze goed doet.

Bij de monsters 1135 en 1138 blijkt dan, dat in die richting ook organische stof (die 1135 zwart kleurt) kan werken. Wederom ziet men, met den overgang van den superhydrischen, hier rooden grond, op den subhydrischen, — hier zwarten, — dat de plasticiteit sterk toeneemt, de krimpgrens daalt, en de kracht van samenhang stijgt.

Toch blijkt een zwarte grond, aldus ontstaan door samenspoeling van rood laterietisch materiaal in een moeras, en daarop volgende subhydrische verandering daarvan, — geheel verschillend te zijn van

V. Zwarte gronden,

door opstijgend grondwater uit asch ontstaan.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl.—Ur.]	Omslagpunt	Max. watervoorraad = [Vl—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
1175	Bangil Pas.	80	27	53	43	—37	16	22	58	21	18∞23	38	31
585	Djiwan Mad.	63	30	33	43	—20	13	18	45	18	18	41	33
591	Kasreman „	40	27	13	44	+ 4	17	11	29	9	8 ∞ 15	70	32

Deze gronden blijken een veel grooteren samenhang in drogen toestand te bezitten. Nu neemt van 1175 naar 591 het gehalte aan onverweerde fijne asch toe; deze vermenging maakt het geheel in drogen toestand sterker, maar verlaagt de plasticiteit, de kleverigheid, en het omslagpunt, maar de praktische bewerkbaarheid neemt erdoor toe.

Zoo behoort 1175 tot de allerzwaarste gronden: hij is zoowel natzwaar als droogzwaar, 591 is nat-matig-zwaar, doch droog-zeer-zwaar. No. 1175 heeft de hoogste tot nu toe waargenomen plasticiteit. Ook de max. watervoorraad van dezen zwarten grond is zeer hoog; vandaar, dat, als men niet te laat is met uitplanten aan het eind van den W. moeson, het mogelijk is, van dezen grond een polowidjo-oogst binnen te halen; 591 is daarvoor alweer ongeschikt, daar de planten er op watergebrek zullen krijgen.

* * *

Alvorens de gronden uit jongvulkanisch materiaal te verlaten, eerst nog een paar woorden over *verschillen tusschen boven- en ondergrond.* Natuurlijk moet men daarvoor wel zeker zijn, dat zij van hetzelfde materiaal afstammen, en niet de een bijv. veel meer zand bevat, dan de ander. Onderstaand eenige voorbeelden:

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl. — Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl. — Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl. — Ur.]	Omslagpunt	Max. waterverraad = [Vl. — Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van Samenhang	
												Absoluut droog	Lucht droog
1001	Buitenzorg, B.	48	38	10	56	+ 8	18	21	27	17	23	29	19
1005	„ O.	57	40	17	54	— 3	14	26	31	22	∞26	30	21
1059	Montaja B.	63	55	8	73	+10	18	37	26	19	19-24	41	32
1060	„ M.	65	54	11	75	+10	21	32	33	24	22-25	29	25
1061	„ O.	67	50	17	72	+ 5	22	28	39	29	∞25	21	19
2391	Soemedang B.	49	38	11	53	+ 4	15	24	25	15	19-25	40	25
2392	„ M.	62	43	19	53	— 9	10	24	38	21	21	6	14
2393	„ O.	68	43	25	52	—16	9	25	43	21	21-24	13	11
2300	Adjibarang B.	53	43	10	58	+ 5	15	27	26	20	∞25	31	23
2301	„ M.	62	53	9	70	+ 8	17	31	31	27	∞	15	21
2302	„ O.	88	—	—	98	+10	+	56	32	39	40	5	8
1579	Pr. Waringin B.	53	45	8	52	— 1	7	20	33	17	∞25	38	18
1580	„ O.	68	64	4	81	+13	17	21	47	18	∞26	23	13

Algemeen ziet men bij die grondtypen, dat de bovengrond een lagere vloeigrens heeft dan de ondergrond. Dit correspondeert met de slibcurven, die ook algemeen voor den bovengrond een lageren top in de laatste fractie, de fijnste, aanwijzen. De humus van den bovengrond plakt de fijnste deeltjes tot grovere korrels aaneen, en dat verklaart beide verschijnselen. Daarmee gaat ook gepaard een verlaging van het omslagpunt, dus ook van de hygroscopiciteit; behalve bij Nr. 1059 — 61, waar het humusgehalte zóó hoog wordt, dat het op zichzelf de beide laatst genoemde waarden weer gaat verhoogen.

De plasticiteit wordt, wanneer zij in den ondergrond matig of hoog is, door den humus verlaagd; is zij gering tot ontbrekend, dan wordt zij erdoor verhoogd. *In dit opzicht werkt humus dus altijd grondverbeterend.* Maar de hoeveelheid water, die den planten ter beschikking staat, wordt op deze laatste grondtypen door den humus verminderd.

Wat nu de *afspoeling op hellingen* ten slotte betreft, deze zal, omdat overal de bovengrond eerder tot verzadiging komt, dan de ondergrond, ook overal op deze grondtypen voorkomen, en wel het sterkst op die punten, waar de ondergrond de grootste plasticiteit heeft, want daar neemt deze ook 't minst snel het regenwater op (bijv. 2391 — 93). Bij de twee laatste voorbeelden zal zij minder zijn, omdat de ondergrond eerder het meerdere water als een spons zal opnemen.

Langs uitgekapte wegen kan men dadelijk het verschil dezer beide typen waarnemen. Waar het type met den nat-zwaren ondergrond ligt, daar blijft deze méér staan dan de bovengrond, en men krijgt min of meer bolstaande taluds; heeft men het type met geringere plasticiteit in den ondergrond, daar is de laatste minder samenhangend, brokkelt uit in drogen toestand, en laat holle taluds met een overhangende laag bovengrond staan. —

* * *

Komende tot de bespreking van gronden afkomstig van tertiaire gesteenten, begin ik met

VI. Roode gronden,
min of meer zandig, uit kalksteen:

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit = [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus = [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid = [Kl.—U.r.]	Omslagpunt.	Max. watervoorraad = [Vl.—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
945	Topas Rg.	49	34	15	42	— 7	8	22	27	16	∞20	19	13
1221	Sodja Ma.	46	29	17	51	+ 5	22	19	27	19	18-∞21	15	20
451	Nd.Kradenan Rg.	43	23	20	66	+23	43	11	32	10	>11	17	13
450	idem „	22	18	4	32	+10	14	8	14	5	∞ 8	20	13
146	Lasem „	22	—	—	27	+ 5	+	5	17	4	—	—	—
1148	Ketapang Ma.	14	—	—	25	+11	+	3	11	2	—	—	—

De invloed van het zand is zeer duidelijk. De twee eerste monsters met 13 en 11 % zand, gedragen zich vrijwel als roode gronden van vulkanischen oorsprong. Waarom ook niet; zij zijn toch overgebleven van de verweering van de in den kalksteen ingesloten vulkanische asch van vroeger. De vier volgende hebben resp. ± 40—65—80 en 90 % kwartszand. De fijnste fractie daalt aldus: 39—46—38—13—10 en 8 %, en de overeenstemming met de vloeigrens, het omslagpunt, de krimpgrens, en de kracht van samenhang in luchtdrogen toestand mag hoogst bevredigend worden genoemd.

Als kultuurgrond voor akkerbouw is dit type maar van matige waarde; alleen de beide eerstgenoemde gronden komen daarvoor met recht in aanmerking. Zoodra er te veel zand in zit, daalt de beschikbare watervoorraad al spoedig zóó zeer, dat eenjarige gewassen er niet meer op gedijen. Men houdt dan echter een zeer goeden boschgrond over, waarop bekend mooi djatibosch voorkomt. Op 1148 groeit, ondanks flinke bemesting der Madoereezen met stalmest en vischafval, maar een hoogst armelijke djagoeng.

VII. Mergelgronden.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens = Watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit Vl. — U.r.	Kleefgrens	Surplus (Kl. = Vl.)	Bewerkbaarheid (Kl. — U.r.)	Omslagpunt	Max. watervoorraad (Vl. — Osp.)	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang	
												Absoluut droog	Lucht droog
415	Telawa Sg. B. gr.	87	42	45	49	—38	7	14	73	21	±17	30	29
429	„ „ „ „	67	32	35	37	—30	5	9	58	14	11	40	31
417	„ „Ond.gr.	47	22	25	31	—16	9	12	35	11	n.b.	n.b.	n.b.
408	„ „ „ „	35	20	15	44	+ 9	24	7	28	6	8	62	30

Dit zijn allen echte mergelgronden uit kalkrijke mergels; thans is het kalkgehalte van boven naar beneden resp. 0—28—55 en 72 %. Daaruit blijkt, dat bij deze residuaire gronden, naarmate de kalk uitgewasschen wordt, en het gehalte aan humus stijgt, — de vloeigrens sterk stijgt, zoo ook de plasticiteit; de gronden

worden taai, nat. Het omslagpunt wordt weinig hooger, en daalt ten opzichte van de hygroscopiciteit. Kortom de grond wordt zwaarder, behalve in absoluut drogen toestand.

Het feit dat hier de bovengronden een hoogere vloeigrens hebben dan de ondergronden, is een treffend verschil met wat bij de laterietgronden de regel was. Bij de laatsten werkte dit de afspoeling in de hand; bij de mergelgronden mòet, wanneer algemeene verzadiging met water intreedt, de relatief nòg fijnere ondergrond capillair nòg meer water uit den bovengrond trekken, en — hij komt boven zijn vloeigrens! Gevolg: op hellingen beginnen verzakkingen en verschuivingen; men heeft te doen met een schuifgrond, waarop de boomen met hun heele wortelstelsel en de gansche zode op den brei van ondergrond afzakken. Als deze toestand bestaat, heeft men, waar voldoende dik van die zwarte kalkarme bovengrond ligt, nog het gevoel van te loopen a. h. w. op een weeke ijsschots, maar komt men dan aan een plaats, waar door een scheur in den bovengrond een afschuiving heeft plaats gehad, zoodat men een stuk moet oversteken, waar de ondergrond bloot ligt, dan zakt men diep in een weeken brei in. — Of dit euvel te voorkomen is en hoe, zal t. a. pl. nader worden besproken.

***

Na al deze *residuaire* gronden komen thans de *sedimentaire* gronden aan de beurt; na de *primaire* of *authigene-*, de *secundaire* of *allothigene* gronden.

Het is hier, in deze verhandeling, nu niet de plaats, om de eigenschappen dezer gronden uit hun herkomst af te leiden; maar op één punt moet ik in dit verband toch wèl wijzen.

Als stroomend water deelen van een residuairen grond meeneemt, en er later een alluviale afzetting mee vormt, dan oefent het daarbij verschillende werkingen uit, die het sediment anders doen zijn dan de primaire grond was:

1o. blijven grint en grof zand hoogerop liggen;

2o. gaat het allerfijnste, colloïdale deel voor een groot deel naar zee;

3o. wordt alles wat zwevende, of rollende over den bodem der rivier wordt getransporteerd, ter dege gemengd;

4o. wordt al wat maar water kan opnemen in een staat van hoogste hydratatie gebracht.

Het resultaat is dan ook in de vlakten in den regel, dat de sedimentaire gronden homogener zijn, zandarmer, maar rijker aan stofzand en stof. De invloed daarvan op de Atterbergsche cijfers is onmiskenbaar.

VIII. Sedimentaire gronden.

Doorl. No.	Herkomst	Vloeigrens ≡ watercap.	Uitrolgrens	Plasticiteit ≡ [Vl.—Ur.]	Kleefgrens	Surplus ≡ [Kl.—Vl.]	Bewerkbaarheid ≡ [Kl.—Ur.]	Omslagpunt	Max. waterverraad ≡ [Vl—Osp.]	Hygroscopiciteit	Krimpgrens	Kracht van samenhang: Absoluut droog	Kracht van samenhang: Lucht droog
	Jongvulkanisch:												
229	Leidingslib, Bzg.	57	46	11	70	+13	24	28	29	18	<31	24	21
	Moeriah:												
1343	Koedoes, Sg.	36	29	7	43	+ 7	14	12	24	12	14	28	22
	Krawang:												
2170	Rengas Dengklok	72	43	29	51	—21	8	11	61	16	12	38	37
1410	Tjikalong Bgr.	66	36	30	42	—24	6	12	54	16	≈14	54	30
2166	Bajoer O. gr.	51	31	20	38	—13	7	12	39	13	11	67	26
2167	Djatiragas O.gr.	30	18	12	23	— 7	5	7	23	8	7	92	35
	Solovallei:												
1394	Tjawak Sba.	63	33	30	48	—15	15	16	47	18	13	39	35
1391	Rengel, Rbg.	43	27	16	47	+ 4	20	11	32	18	≈12	66	36
	Madoera:												
1511	Kolpadjoeng	34	23	11	40	+ 6	17	9	25	8	8	66	26
	Demak en Grobogan:												
12	Serangslib	72	39	33	47	—25	8	13	59	15	15	48	35
1341	Demak	61	34	27	44	—17	10	8	53	16	9	71	n.b.
1350	Poerwodadi	45	27	18	34	—11	7	9	36	10	9	96	34

Vergelijkt men de cijfers 229 met die van den bijbehoorenden grond 1001 — 1005 (zie blz. 22) dan blijkt er niet zoo heel veel verschil te bestaan. Door dat wat van de fijnste fractie weg is, is de kleefgrens gestegen en de hygroscopiciteit wat gedaald; maar omslagpunt en krimpgrens zijn gestegen, hetgeen aantoont, dat we hier met grovere deeltjes te maken hebben, die ook weer van colloïdalen aard zijn, en meer gelijken op bruingeele berggronden als No. 15 en 1317 (zie blz. 22). De kracht van samenhang is ongeveer dezelfde gebleven.

No. 1343 werd in deze tabel voornamelijk opgenomen, omdat dit monster een paar honderd M. noordelijk van de K. Serang werd genomen, ter hoogte, waar No. 1341 evenveel zuidelijk van die rivier werd gestoken. Men ziet, welk een verschil het maakt, of de grond van den Moeriah is afgekomen, dan wel door de K. Serang uit 't kalk en mergel-materiaal is opgebouwd. De onderlinge afstand der beide monsters is misschien 400 M.

De Krawangmonsters zijn zeer leerrijk, omdat 2170 en 1410 veel lutum bevatten, 2166 evenveel lutum, stof en zand heeft, en 2167 voor $^2/_3$ uit stofzand bestaat. Bovendien is 2170 zeer humeus. Dit verklaart het verloop der vloeigrens-cijfers en der plasticiteit, alsook der kleefgrens. Merkwaardig is nu echter hoe gelijktijdig de kracht van samenhang in absoluut drogen toestand in volkomen omgekeerden zin verloopt; een verschijnsel hetwelk de Demaksche gronden volkomen gelijksoortig vertoonen. Dit wil dus zeggen: Colloïdale klei mag het bindmiddel bij uitnemendheid zijn, en dit in natten toestand volhouden tot ieder gehalte in den grond, — als de grond droog is, gaat, boven zekere grens, met vermeerdering van de klei de samenhang verloren, de grond barst en valt uiteen.

Vandaar dat de gronden, die droog de hardste kluiten geven, dezulke zijn, die, naast een flink gehalte aan klei, een even flink gehalte aan stof en stofzand bevatten.

Welnu — dit komt, afgezien van de beide eerste gronden, wier type hier eigenlijk niet bij behoort, bij alle vermelde sedimentaire gronden voor; en daarom hebben zij ook allen, naast een omslagpunt van 16 tot 17, een hygroscopiciteit van 18 tot 8 en een krimpgrens van 15 tot 7, — een breekgewicht in luchtdrogen toestand van 26 tot 37, en in absoluut drogen toestand

van 38 tot 96. Geen wonder, dat men op deze grondtypen weinig of geen polowidjo vindt in den drogen Oost-Moesson; zij zijn praktisch, zonder eenige bevloeiïng niet te bewerken. Overal ligt het omslagpunt lager dan de hygroscopiciteit, hetgeen boven (blz. 12) werd beschouwd als een bewijs van buitengewoon dichte aaneensluiting der deeltjes bij het indrogen.

No. 1391 en 1511 zijn betrekkelijk zandrijk; vandaar dat zij in natten toestand nog een + surplus toonen, en dus niet al te zwaar zijn. Alle anderen mag men gerust èn nat-zwaar èn droog-zwaar noemen.

* * *

Thans moeten wel enkele woorden worden gewijd aan de vraag: In hoeverre kan men aan de slibcurve zien, of een grond licht of zwaar is, of beter gezegd: nat-licht, nat-zwaar, droog-licht of droog-zwaar?

En dan blijkt wel allereerst, dat de oude middel-europeesche formule: hoe fijner de grond, hoe meer klei, des te zwaarder! te kort schiet en belangrijk moet worden gewijzigd en uitgebreid.

Nat-zwaar is een grond, wanneer het gehalte aan lutum (< 0.005 m.m. grooter is dan 10 %; des te zwaarder, naarmate dit gehalte hooger is; doch altijd *mits* de fijnste, de colloïdale fractie inderdaad kleiïg is, en arm aan colloïdaal ijzeroxyd. Colloïdale humus maakt deze fractie insgelijks minder plastisch, maar niet zoo sterk als het (bruine) ijzerhydroxyd. Het roode ijzeroxyd, waarschijnlijk mikrokristallijne haematiet ($Fe_2 O_3$), maakt een grond eerder meer plastisch dan minder; maar, daar een deel ervan door de waterwerking toch steeds in den gehydrateerden vorm overgaat, is het resultaat van doormenging van ijzeroxyd, door een grond zonder dit ijzer, toch weer vermindering der plasticiteit. In de natuur doet zich meer het omgekeerde voor: het ijzer, dat aanvankelijk homogeen door een grond heengemengd is, wordt uit den grond uitgetrokken, en neergeslagen in concreties of oerbanken. Gevolg: sterke verhooging der plasticiteit. Een voorbeeld werd al gegeven in No. 794 (zie blz. 27).

Om dus over 't punt nat-zwaar te oordeelen, kan men met de slibcurve niet volstaan: met 10 % fijnste fractie kan een grond

zwaar zijn, met 60 % daarvan beduidend lichter. — De aard, de kwaliteit der fijnste fractie, beslist:

is zij bruin of bruingeel, dan is de grond licht;
„ „ licht of donkerrood, „ „ „ „ minder licht,
„ „ grauwgrijs, hoornachtig, „ „ „ „ zwaar.

Droog-zwaar laat zich duidelijker aan de curve waarnemen: Hoe meer de gansche massa van den grond thuis behoort in de 6e tot en met de 9e fractie, en hoe gelijkmatiger verdeeld of alle korrelgrootten tusschen deze grenzen van 0.05 — 0.0005 m.m. voorhanden zijn, des te lager zal het omslagpunt zijn, des te grooter de samenhang der door indroging ontstane kluiten, des te zwaarder de grond in drogen toestand. Door veel bruingeel ijzerhydroxyd wordt deze kracht van samenhang sterk verminderd; men moet dus tevens op de kleur letten; is dus tevens

de kleur geel of rood, dan is de grond minder zwaar,
en is „ „ grauw, wit of zwart, „ „ „ „ zeer zwaar.

Stijgt in dergelijke grondtypen echter de fijnste fractie van 5 tot 15 %, naar hoogere bedragen dan bijv. 30 %, dan zullen die gronden door àl te veel klei droog weer gaan verbrokkelen; de grond wordt dan gerekend droog weer minder zwaar te zijn. —

SLOTWOORD.

Zoo is dan gebleken, dat de kwestie: licht of zwaar zijn van gronden, niet zoo eenvoudig is, als men op het eerste gezicht wellicht zou hebben gedacht.

Allereerst is de kwestie verdubbeld door splitsing; en zijn er tegenover elkaar gekomen:

{ droog-licht { nat-licht	{ droog-licht { nat-zwaar
{ droog-zwaar { nat-licht	{ droog-zwaar { nat-zwaar

Verder is gebleken, dat het uit Europa overgewaaide gezegde: „Hoe fijner de korrel gemiddeld is", — m. a. w. hoe meer in het slibdiagram rechts staat, naar de 10e fractie toe, — „hoe zwaarder de grond!" zeer onvoldoende is. Ten eerste, omdat de geaardheid der 10e fractie een overwegenden invloed heeft; ten tweede omdat de betrekkelijke hoeveelheid der 10e, en der 6e tot 9e fractie sterk ingrijpt in het zwaar of licht zijn in drogen toestand.

De Atterbergsche cijfers leveren vervolgens deze

KENMERKEN:

voor *nat-licht:*
Geringe of ontbrekende plasticiteit.
Positief surplus, of ontbreken der kleefgrens.
Ruime tot onbeperkte bewerkbaarheid.
Hoog omslagpunt (> 20) (laterietgronden), of
Laag omslagpunt + lage vloeigrens (Zandige gr.)

voor *nat-zwaar:*
Hooge plasticiteit (> 15).
Sterk negatief surplus (> — 10)
Beklemde bewerkbaarheid (< 10).
Laag omslagpunt + hooge vloeigrens.

voor *droog-licht:* Hoog omslagpunt (> 20).
Hoog positief surplus (> 10), of ontbreken der kleefgrens.
Geringe kracht van samenhang; breekgewicht < 15 K°.
Zandrijk, — òf fijnste slibfractie > 45 %.

voor *droog-zwaar:* Laag omslagpunt (< 15).
Kleefgrens aanwezig.
Surplus van + 5 tot — 40.
Groote kracht van samenhang; breekgewicht > 20 K°.
Fijnste slibfractie < 35 %; 6e tot 9e fractie overwegend.

* * *

Ten laatste een poging, om een onderscheiding te maken van de landbouw-begrippen:

Zand:	*Leem:*	*Klei:*
Veel van slibfractie 1—5.	Weinig v. slibfractie 1—5	Weinig v. slibfractie 1—5.
Nat-licht, en droog-los.	Nat-licht, en droog-licht tot -zwaar.	Nat-zwaar, en droog-zwaar.
Kleefgrens ontbreekt.	Kleefgrens meestal aanwezig.	Kleefgrens aanwezig.
—	Surplus positief.	Surplus negatief.
Plasticiteit ontbreekt.	Plasticiteit gering: < 10	Plasticiteit hoog: > 15.
Zwel- en krimpvermogen ontbreekt.	Zwel- en krimpvermogen gering.	Zwel- en krimpvermogen hoog.
Kracht van samenhang ontbreekt.	Kracht v. samenhang matig tot sterk, (10—50K°)	Kracht van samenhang sterk (20—100 K°)

* * *

In het voorafgaande zijn de voornaamste typen der gronden van Java en Madoera besproken, of althans aangeroerd. Natuurlijk, dat in ieder beperkt gebied met een bijzondere cultuur, bijv. de Vorstenlanden, of de Brantasdelta, een gedetailleerde bewerking volgens de hier aangegeven methoden allerlei wetenswaardigs, in 't bijzonder voor de belanghebbende cultuur, aan het licht zal brengen; maar dergelijk detailwerk ligt minder op den weg van het door steller dezer verhandeling geleide laboratorium als wel op den weg der bijzondere proefstations. Daarom zij dezen ten zeerste aanbevolen, een en ander eens te probeeren en kritisch na te gaan. Mocht men daarbij op moeilijkheden of fouten stuiten, en zijne uitkomsten om deze of gene reden liever niet aanstonds publiceeren, dan zal men mij verplichten met een particuliere mededeeling daarvan; ik zal toch binnen niet te langen tijd een vervolg moeten laten verschijnen, waarin in de eerste plaats meerdere grondtypen van de Buitenbezittingen zullen worden behandeld; en kan dan tevens allerlei wenken en verbeteringen, door de vakgenooten gegeven, tot hun recht laten komen.

FEBRUARI 1915. —

INHOUD.

	Blz.
Inleiding	1
Werkwijzen	3
Uitkomsten met de verschillende Grondtypen	
I. Versche Asch	19
II. Lichtverweerde Aschgronden	20
III. Geele en geelbruine Laterietgronden	22
IV. Roode Gronden	25
Subhydrische IJzerverplaatsing	27
V. Zwarte Gronden	28
Boven- en Ondergronden	29
VI. Roode Gronden uit Kalksteen	30
VII. Mergelgronden	31
VIII. Sedimentaire Gronden	33
Verband met de Slibcurven	35
Slotwoord — Kenmerken — Zand — Leem — Klei	37