

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 345.

ÅRSBOK 20 (1926) N:o 6.

KLASSIFIKATION
AV SVENSKA ÅKERJORDAR

AV

GUNNAR EKSTRÖM

Pris 2,00 kr.

STOCKHOLM 1927
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
271361

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 345.

ÅRSBOK 20 (1926) N:o 6.

KLASSIFIKATION
AV SVENSKA ÅKERJORDAR

AV

GUNNAR EKSTRÖM

STOCKHOLM 1927

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

271361

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

| | Sid. |
|--|------|
| Inledning | 5 |
| I. Olika slag av jordartsindelning | 8 |
| II. Jordbeståndsdelarna och deras egenskaper | 14 |
| Mineraljordarnas mekaniska beståndsdelar eller korngруппerna | 15 |
| Korngруппsskala | 15 |
| Korngруппsterminologi | 16 |
| Den Atterbergiska korngруппsskalans förtjänster | 17 |
| De olika huvudgruppgränsernas betydelse | 18 |
| De olika undergruppgränsernas betydelse | 20 |
| De organogena jordbeståndsdelarna eller humusformerna | 26 |
| III. Förslag till klassifikation av åkerjordarna efter deras mekaniska samman- sättning | 30 |
| Matjord | 30 |
| Alv | 35 |
| Jordartsschema | 36 |
| Mineraljordar | 37 |
| Sorterade och ofullständigt sorterade mineraljordar | 42 |
| Blockjordar | 42 |
| Stenjordar | 44 |
| Grusjordar | 45 |
| Sandjordar | 46 |
| Mojordar | 47 |
| Mjälajordar | 50 |
| Svagt leriga jordar | 51 |
| Leriga jordar eller lättleror | 52 |
| Plastiska lerjordar | 54 |
| Osorterade mineraljordar eller moränjordar | 56 |
| Lerfria moränjordar | 57 |
| Moränleror | 60 |
| Humusblandade mineraljordar | 61 |
| Gyttjiga mineraljordar | 62 |
| Dyiga mineraljordar | 63 |
| Torvblandade mineraljordar | 63 |
| Kemiska sediment | 64 |
| Mineralblandade humusjordar | 65 |
| Mineralblandade gyttjor | 65 |
| Mineralblandade dyjordar | 65 |
| Mineralblandade torvjordar | 65 |
| Mineralblandade mulljordar | 66 |
| Humusjordar | 66 |
| Gyttjor | 66 |
| Dyjordar | 68 |
| Torvjordar | 69 |
| Förslag till förenklat jordartsschema | 75 |
| IV. Laboratoriemetoder | 76 |
| Mekanisk jordanalys | 77 |
| Hygroskopicitet | 87 |
| Finlekstal | 100 |
| Atterbergs konsistensgränser m. m. | 119 |
| Vattenhaltsdifferens | 123 |
| Stytleksgrad | 129 |

| | Sid. |
|--|------|
| Kvantitativa humusbestämningsmetoder | 130 |
| Kalkbestämning | 135 |
| V. Enklare laboratoriemetoder eller fältmetoder | 136 |
| Strykningsprovet | 137 |
| Styveksprovet | 137 |
| Tabell 1. Analystabell över alvjordar | 140 |
| Tabell 2. Analystabell över matjordar | 148 |
| Tabell 3. Mekånisk jordanalys av viktigare, byggnadstekniskt användbara grus- och sandjordar | 154 |
| Tabell 4. Geotekniska kommissionens tabell för beräkning av det relativa hållfasthetstalet; delvis omarbetad av John Olsson (april 1927) | 155 |
| Litteraturförteckning | 156 |

Inledning.

I egenskap av tjänsteman vid Sveriges geologiska undersökning har jag sedan år 1920 i huvudsak varit sysselsatt med agrogeologiska och hydrogeologiska undersökningar. De första uppgifter, som härvid förelades mig, voro agrogeologiska undersökningar och kartläggningar på Valinge egendom i Södermanland samt Experimentalfältets jordområde i Stockholm, av vilka den första utfördes under ledning av och i samarbete med statsgeologen Simon Johansson. Vid dessa undersökningar gällde det först och främst att på grundvalen av de av A. Atterberg och S. Johansson framställda klassifikationssystemen söka utbilda en klassifikation med mera enhetlig indelningsgrund än de förutvarande.

Bland det flertal olika vegetationsfaktorer, som äro bestämmande för en åkerjords produktionsförmåga, spela jordfaktorerna en mycket stor roll. Härvid inverkar emellertid icke blott jordartens mekaniska sammansättning, utan även jordens struktur, dess mineralogiska sammansättning, surhetsgraden o. s. v. Man kan sålunda ej med tillhjälp av en av dessa jordfaktorer bestämma jordartens i sin helhet inflytande på boniteten. Den av mig uppställda indelningen efter mekanisk sammansättning eller partikelstorlek avser ej heller att giva något uttryck för en jords produktionsförmåga.

Flera viktiga jordegenskaper äro emellertid strängt förbundna med partikelstorleken, exempelvis i första rummet adsorptionsföreteelser och jordarters vattenhushållning (kapillaritet, vattenkapacitet, permeabilitet o. s. v.), vilket gjort att de flesta indelningsförslag just tagit sikte på denna sak. Genom slamningar hava jordarterna uppdelats i kornstorleksfraktioner och inordnats i system efter de olika fraktionernas kvantitativa förekomst, eller också har man sökt undgå slamningarna genom bestämning av någon fysikalisk egenskap hos jordarten, som är mer eller mindre direkt beroende av den mekaniska sammansättningen. I vårt land hava Atterberg och Johansson slagit in på den senare vägen.

Jordartsindelningar, som grunda sig på jordarternas fysikaliska egenskaper, kunna visserligen lösa en hel del problem, som äro av betydelse för en närmare kännedom om jorden ur jordbrukssynpunkt, men de kunna ej alltid ge ett exakt uttryck för jordens sammansättning. På jordartens fysikaliska egenskaper inverka nämligen icke blott jordartens mekaniska sammansättning utan även jordens struktur o. s. v. Det synes mig därför

vara lämpligast att grunda jordartsklassifikationen på jordartens mekaniska sammansättning eller halt av olika jordbeståndsdelar. Problemet blir härvid mindre komplicerat.

Varje intresserad jordbrukare och med åkerjorden förtrogen person vet, att det finnes ett flertal jordartstyper, vilka var och en hava sina karakteristiska egenskaper. Vid mina undersökningar i fält har jag därför med tillhjälp av egen eller andras erfarenhet sökt att särskilja dessa olika jordartstyper. Klassifikationen har därför i huvudsak gjorts i fält, varefter densamma i laboratoriet erhållit sin närmare utformning. Enär såväl nomenklatur för jordarterna som metoder för deras klassifikation redan förefinnas, har mitt huvudsakliga arbete ej varit att skapa nya benämningar och nya metoder, utan att söka kritiskt granska de redan förefintliga.

Det resultat, till vilket jag kommit genom studiet av de olika jordarterna i fält och på laboratoriet, har lett till det framlagda förslaget till jordarternas indelning. Mina undersökningar ha emellertid i huvudsak begränsats till mineraljordar och humusblandade mineraljordar. För torvmarksjordarterna följer jag i stort sett den jordartsindelning, som användes vid Geologiska undersökningens torvavdelning, och beskrivningen av hithörande jordarter är i huvudsak hämtad från L. von Posts och G. Lundqvists arbeten.

Ett flertal olika klassifikationssystem ha uppställts såväl i vårt land som i utlandet. En jämförelse mellan dessa och den av mig framlagda jordartsindelningen har jag emellertid ej ansett vara lämplig ur flera synpunkter. I redogörelsen för de olika jordbeståndsdelarna såväl som i beskrivningen av de olika jordartsgrupperna och jordartstyperna anser jag mig emellertid ha lämnat bevis för det framförda klassifikationssystemets företräden. Preliminära meddelanden angående den här föreslagna jordartsklassifikationen och metoderna för densamma ha framlagts av statsgeologen Simon Johansson vid olika tillfällen (Johansson 1921, 1924; Frosterus 1923).

Det är mig en angenäm plikt att här omnämna de personer, vilka på ett eller annat sätt varit mig behjälpliga vid mina undersökningars utförande. Till chefen för Sveriges geologiska undersökning, överdirektör Axel Gavelin beder jag härmed få framföra mitt värdsamma tack för de intressanta arbetsuppgifter, som blivit mig förelagda samt för det stora tillmötesgående beträffande arbetenas planläggning och utförande, som han ständigt visat mig.

Jag frambär även mitt värdsamma tack till min lärare i geologi vid Lunds universitet, professor K. A. Grönwall, vilken var den förste som genom föreläsningar och kurser m. m. riktade mitt intresse på det agrogeologiska forskningsområdet. Till docenten A. Hadding, vilken ävenledes varit min lärare i geologi, framför jag min stora tacksamhet för intressanta diskussioner rörande vissa jordartsfrågor, särskilt vad beträffar det viktiga spörsmålet angående jordarternas mineralsammansättning.

I särskilt stor tacksamhetsskuld står jag till statsgeologen Simon Johans-

son, under vars insiktsfulla ledning mina agrogeologiska arbeten påbörjades. Under arbetets gång har han med stort intresse följt mina undersökningar och därvid givit mig många goda råd och värdefulla uppslag.

Till torvgeologen Gösta Lundqvist och torvkemisten Gunnar Assarsson vill jag också framföra mitt varma tack för den hjälp, de lämnat mig. Den förre har sålunda med mig diskuterat frågor rörande torvmarksjordarternas klassifikation och egenskaper. Doktor Assarsson har lämnat mig värdefulla uppslag och upplysningar av agrikulturkemisk och kolloidkemisk art.

Till ingenjör K. Silas Sjöberg, vilken i egenskap av assistent vid jordartslaboratoriet tillsammans med mig utfört laboratoriearbetet, framgår jag mitt hjärtliga tack för intresserat och noggrant arbete vid analysernas utförande.

Till ett flertal av Sveriges jordbrukskonsulenter står jag i tacksamhets-skuld för välvilliga upplysningar angående olika jordarters betydelse ur jordbrukssynpunkt, deras egenskaper, produktionsförmåga m. m. Tillsammans med flera av dem har jag också varit i tillfälle att företaga gemensamma studieresor inom respektive jordbrukskonsulents verksamhetsområde. Min tacksamhet gäller först och främst jordbrukskonsulenten i Örebro län H. Flodkvist, med vilken jag i samband med gemensamma undersökningar på hydrologiens område haft många intressanta diskussioner angående jordarterna ur olika synpunkter. Bland övriga jordbrukskonsulenter vill jag här särskilt omnämna herrar O. Agerberg, Jönköping, L. Andersson, Örebro, C. Brodsson, Kristianstad, F. Jonasson, Uddevalla, A. Norrgård, Nyköping, J. E. Olsson, Växjö samt N. V. Nilsson Torpe, Karlstad.

Sveriges geologiska undersökning, maj 1927.

Gunnar Ekström.

I. Olika slag av jordartsindelning.

Jordarterna kunna indelas på olika sätt allt efter den princip, som lägges till grund för indelningen. Här nedan kommer att i korthet beröras de indelningsgrunder, vilka hava en större eller mindre betydelse, då det gäller en klassifikation av jordarterna ur jordbrukssynpunkt.

Vid en rent *genetisk eller dynamisk indelning* av jordarterna klassificeras dessa uteslutande efter det sätt, på vilket de bildats. Denna indelning har behandlats av ett flertal svenska kvartärgeologer, på senare tiden av De Geer (1922), S. Johansson (1921 och 1924), L. von Post (1924) samt Halden (1923 a) och för en närmare beskrivning av de olika genetiska jordartstyperna hänvisas till den sistnämndes arbete. Då jag emellertid i det följande ofta kommer att beröra jordarternas genesis, enär denna vanligen står i ett mer eller mindre intimt samband med den mekaniska sammanställningen, skall här anföras ett schema över jordarternas genetiska indelning (jfr Bjørlykke 1924 a, sid. 226), som jag i det följande kommer att tillämpa.

Jordarternas genetiska indelning.

- I. Sedentära jordarter (bildade på platsen).
 - A. Vittringsjordarter.
 - B. Torvjordarter.
 - (C. Restbildningar, residua.)
- II. Transporterade jordarter.
 - D. Moränjordarter (transporterade av inlandsisen).
 - E. Vattensediment (transporterade av rinnande eller strömmande vatten).
 1. Glacifluviala avlagringar eller isälvsavlagringar.
 2. Fluviala avlagringar (älv-, flod-, å- eller bäcksediment).
 3. Sjöavlagringar (transporterade av vågor och strömmar i hav eller sjöar).
 - F. Vindsediment eller eoliska avlagringar (transporterade av vinden).
 - G. Kemiska sediment (transporterade av grundvattnet i form av lösning).
 - (H. Ras- och skredjordarter; förflyttade genom tyngdkraftens direkta inverkan.)

Inom kvartärgeologien användes emellertid förutom den rent genetiska indelningsprincipen även en uppdelning av jordarterna efter de geologiska

tidsperioder, under vilka de avlagrats, eller också benämnas jordarterna efter de hav eller sjöar, i vilka de avsatts. Avlagringar, som uppkommit i issjöar, ishav, ancylussjön eller litorinahavet o. s. v., benämnas sålunda t. ex. issjölera, ishavssand, ancylusgrus etc.

För att särskilja de avlagringar, som uppkommit under glaciala förhållanden från dem som sedermera bildats, använder jag benämningarna glacial och postglacial i enlighet med Lidén och Johansson (Johansson 1916, sid. 35). Den glaciala leran har sålunda bildats av det finare material, som isälvarna förde med sig ut i issjön eller ishavet. Detta material fördes sedan vidare av vågor och havsströmmar och avsattes så småningom i lugnare vatten. Härvid uppkom den glaciala leran, som ofta är tydligt varvig och vanligen har en något brunaktig färgton. De postglaciala lerorna äro mera rent grå och sakna varvighet (med undantag av vissa fluviala leror) samt hava huvudsakligen bildats på den glaciala lerans bekostnad genom vågors, bottenströmmars och floders etc. eroderande verksamhet. Ett särskiljande av de glaciala och postglaciala lerorna från varandra har stor betydelse ur jordbrukssynpunkt, enär de förstnämnda såsom åkerjordar i allmänhet synas besitta en större produktionsförmåga i jämförelse med de senare. Redan H. von Post (1855, sid. 164) ansåg den varviga och kalkhaltiga glaciala leran säkerligen vara mellersta Sveriges förnämsta åkerjord. Varvigheten hos den glaciala leran ger dessutom i vissa fall en helt annan karaktär åt jordarten i jämförelse med den postglaciala lerans tämligen homogena beskaffenhet, vilket torde vara att beakta särskilt ur hydrologisk synpunkt.

De *petrografiska jordartsindelningarna* kunna grundas dels på jordarternas mekaniska sammansättning samt dels på de olika slag av mineral eller bergartsfragment, varav jordarten är bildad. I nära samband med de senare klassifikationerna står en indelning av jordarterna efter deras kemiska sammansättning, den kemiska jordartsindelningen. — Ovan anförda indelningsgrunder användas dessutom ofta mer eller mindre kombinerade med varandra.

Den första *indelning av jordarterna efter deras mekaniska sammansättning* (textural klassifikation) kan sägas hava lämnats av Albrecht Thaer 1813 (Mitscherlich 1923, sid. 280). Thaer uppdelade jordarterna i »Sand-, Lehm-, Ton-, Mergel-, Kalk- und Humusboden». Sedermera har för de nordiska ländernas vidkommande dylika indelningar uppställts av bland andra Jakob Sverdrup omkring 1830 (Bjørlykke 1912, sid. 39) och Hampus von Post (1877). Till skillnad från de kemiska beståndsdelarna införde von Post (1874 b, sid. 181) benämningen »mekaniska beståndsdelar» (enligt Fallou, 1862: »jordens allmänna grundbeståndsdelar») för de beståndsdelar i åkerjorden, vilka i huvudsak bestämma den fysikaliska beskaffenheten. Jordens mekaniska beståndsdelar uppdelade H. von Post i sand (sten—stoff-sand), lera, kalk, mull och torv.

Genom dessa äldre förslag till indelning av jordarterna efter den mekaniska sammansättningen, hava emellertid endast särskilt vissa mer eller

mindre tydligt bestämda huvudgrupper bland jordarterna. På senare tid ha i de nordiska länderna mera ingående jordartsklassificeringar gjorts i Norge av Bjørlykke (1924 a) och i Finland av Frosterus (1924). För övriga i utlandet använda jordartsindelningar hänvisas t. ex. till fjärde internationella agrogeologkonferensens i Rom 1924 handlingar (Vol. III, Rom 1926) samt Kopecky (1913), Hissink (1924), Coffey (1912), Wentworth (1922) m. fl.

Vid en indelning av jordarterna efter mineralsammansättningen, *mineralogisk jordartsklassifikation*, särskiljas de olika mineralen från varandra på grund av olikhet i specifik vikt eller genom mikropetrografiska metoder (jfr t. ex. Seemann 1914). Hadding (1921, 1924) har infört en röntgenografisk metod för bestämning av lerornas mineralinnehåll.

En indelning av jordarterna efter de bergarter, av vilka de uppkommit, *litologisk jordartsklassifikation*, har t. ex. lämnats av H. von Post (1877, sid. 77). En dylik indelning har naturligtvis särskilt stor betydelse, då det gäller de egentliga vittringsjordarna, men gäller även för de transporterade jordarna, framför allt moränjordarna (jfr Tamm 1921).

En indelning av lerorna efter kemisk sammansättning, *kemisk jordartsklassifikation*, har t. ex. gjorts i Norge (jfr Goldschmidt 1926), varvid erhölls grupper av lertyper med något olika kemisk sammansättning.

En *geologisk-petrografisk indelning* för de i mellersta Sverige förekommande alvjordarna uppställdes 1855 av H. von Post, varvid hänsyn togs dels till de olika jordlagrens läge i förhållande till varandra, dels till deras sammansättning, egenskaper och utseende. I »Grundlinier till Åkerbrukskemien» (1877) lämnar däremot von Post en indelning av matjordarna¹ uteslutande efter de olika mekaniska beståndsdelarna, varvid uppställdes huvudgrupperna sandjord, lerjordarter, kalkjordarter, mulljordarter och torvjordarter. För alvjordarna tillämpar von Post däremot fortfarande en geologisk-petrografisk indelningsgrund. H. von Posts jordartsindelning användes fortfarande i mer eller mindre förändrad form i våra nuvarande läroböcker i jordbrukslära.

Weibull (1907) har använt ett *kemiskt-petrografiskt system* för klassifikation av skånska åkerjordar. Jordarterna klassificerades härvid efter halten av svavelsyrelöslig lerjord, varvid även hänsyn togs till mull-, kalk- och stenhalten.

Jordarternas *indelning efter fysikaliska egenskaper* står i ett mer eller mindre nära samband med deras mekaniska sammansättning. Klassifikation efter jordarternas fysikaliska egenskaper har i vårt land gjorts av Albert Atterberg och Simon Johansson. De klassifikationsmetoder, som härvid framkommit, hava särskilt beaktats i utlandet och tillämpas även i en del olika länder.

Atterbergs jordartsindelning. Atterberg (1912, 1915 och 1916; jfr även tidigare arbeten) uppdelade jordarterna efter halten av organisk substans i följande huvudgrupper (1912):

¹ Matjorden (i åkerjordarna) benämnes av H. von Post »jordart». I begreppet »jordmån» innefattar han däremot såväl matjordar som alvjordar.

| | Organisk substans |
|-----------------------------------|-------------------|
| Mineraljordar | 0—15 % |
| Dymyllor | 15—40 » |
| Dyjordar och Torvjordar | >40 » |

Några närmare undersökningar eller uppdelningar av de tre senare huvudgrupperna gjordes ej av Atterberg, varemot mineraljordsgruppen utgjorde desto mera föremålet för hans ingående och banbrytande undersökningar. Huvudindelningen av mineraljordarna gjordes ej efter humushalten eller finhetsgraden, utan såsom första indelningsgrund använde Atterberg jordslagens olika plasticitet eller styvlek (plasticitets- och fasthetstalen).

Mineraljordarna uppdelades (1912) i följande huvudgrupper, klasser och underklasser:

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| IV. Grusrikare jordslag | { | 10. Grusrika moränjordar (sandiga moränjordar, moränmojordar, moränlätteror och moränleror). |
| | { | 9. Grusjordar. |
| III. Sandartade jordslag | { | 8. Grövre, torra sandjordar. |
| | { | 7. Sandmojordar och mojordar (= vanliga sandjordar). |
| | { | 6. Momjunor och mjunor. |
| II. Lätteror | { | 5. Sandmolätteror och molätteror. |
| | { | 4. Momjunlätteror och mjunlätteror. |
| I. Plastiska jordslag | { | 3. Moleror. |
| | { | 2. Mjunleror (morika och mofattiga mjunleror). |
| | { | 1 b. Mullrikare, styva leror. |
| | { | 1 a. Mycket styva leror. |

Efter mullhalten indelade Atterberg mineraljordarna i:

| | Mullhalt i % |
|---|--------------|
| Mullfria och mullfattiga jordslag | 0 — 1.5 |
| Svagt mullhaltiga jordslag | 1.5— 3 |
| Myllor | 3 — 6 |
| Svartmyllor | 6 — 15 |

Simon Johanssons jordartsindelning. Johansson (1913, 1914 och 1916) klassificerar de sandartade jordarna efter kapillariteten samt lerorna efter styvleksgraden. I förra fallet blir det vattnets maximala stighöjd och i senare fallet jordarternas fasthet vid krympningsgränsen, som bli indelningsgrunderna vid jordartsklassifikationen. De humusfria och humusfattiga jordarterna indelas (1914) i följande nio klasser: rena sandjordar, lerhaltiga sandjordar, mjunajordar, lätta moleror, lätta mjunleror, styva moleror, styva mjunleror, mycket styva leror samt extra styva leror. I Ultunabeskrivningen (1916) användes följande terminologi: grus, grov sand, mellansand, mo, lerhaltig sand, lättlera, mellanlera, styv lera och mycket styv lera.

Mitscherlichs *växtfysiologiska jordartsklassifikation* grundar sig på jordens större eller mindre produktionsförmåga. Mitscherlich (1923, sid. 279)

har uppställt en formel, enligt vilken skördeavkastningen skulle kunna beräknas under förutsättning av att de klimatiska vegetationsfaktorerna hållas konstanta och jorden ej lider av stagnerande grundvatten. De i formeln medtagna jordfaktorerna äro matjordens och alvens vattenkapacitet och hygroskopicitet samt matjordslagrets djup.

Harald R. Christensen (1921, 1924) har 1917 uppställt ett slags *jordbruksekonomisk jordartsklassifikation*. Han utgick härvid från den synpunkten, att en indelningsgrund, som vore tillräcklig att definiera en jordart med dess många, på växtkulturen inverkan faktorer, för närvarande saknas. I jordartsterminologien inrycker han därför en fullständig beskrivning av jordartens allmänna karaktär, dess läge i fältet, ungefärliga finhetsgrad o. s. v.

Christensens jordartsklassifikation är att anse såsom en skarpare utformning och vidare utvidgning av de inom jordbrukspraktiken använda termerna eller *den praktiska jordartsindelningen*. Dessa indelningsgrunder baseras emellertid på den subjektiva uppfattningen av jordartskaraktären och hålla därför ej måttet vid en närmare vetenskaplig och objektiv granskning. Då det gäller att utreda de olika jordfaktorernas betydelse för åkerjordens bonitet, måste man nog slå in på en fullkomligt motsatt väg. Man måste först söka utreda enskildheterna, innan man kan komma till en verklig förståelse för de mera komplicerade förhållandena. De jordbruksekonomiska och praktiska jordartsindelningarna ha emellertid stor betydelse, då det gäller åkerjordens värdesättning o. s. v. I Christensens jordartsklassifikation betonas dessutom en hel del markförhållanden o. d., vilka äro att beakta särskilt vid agrogeologisk jordartskartering.

En indelning av jordarterna kan även göras efter de kulturväxter, som lämpligen kunna odlas på desamma. En dylik klassifikation har benämnts *agronomisk jordartsindelning* och har särskilt använts av Hazard (1900; jfr även t. ex. Fallou 1862). Jordarterna uppdelades av Hazard i tio olika klasser: potatisjord, rågjord, havrejord, klöverjord, lätt vetejord, styv vetejord etc.

Den *klimatologiska jordartsindelningen* eller *jordmänsklassifikationen* behandlar de olika jordmånstyperna. En definition av begreppen jord, jordart och jordmån torde här först böra framläggas.

Jordmån är »den del av jordskorpan, som genom klimatets direkta och indirekta påverkan blivit förändrad, så att den såväl kemiskt som fysikaliskt avviker från underlaget» (Hesselman 1926, sid. 205; jfr även Frosterus 1923, sid. 338). Den under jordmånen liggande, oförändrade jordarten benämnes *u n d e r g r u n d* eller *g r u n d*.

Av den av Nördisk jordbruksforskarens kongress år 1921 tillsatta kommittén för nomenklatur och klassifikation av jordarter och jordmåner definieras *j o r d a r t*, såsom en »geologisk avlagring med lös struktur i motsats till bergart, som är fast». Halden (1923 a) definierar jordart såsom »en bildning av fasta, i naturen uppkomna smådelar, som av någon geologiskt verksam kraft anhopats till en löst sammanfogad massa och som till

följd av uppkomstsättet intager ett lagbundet läge i förhållande till andra bildningar».

Jord definieras av den ovan nämnda jordartskommittén såsom en »lös, av organiska eller oorganiska beståndsdelar sammansatt massa, som bildats på jordens yta (motsats: berg)». Jord och jordart äro sålunda i viss mån likvärdiga begrepp. I senare fallet tänker man sig dock detsamma huvudsakligen såsom en geologisk avlagring.

Med jordart menar jag i likhet med Bjørlykke (Frosterus 1923, sid. 337) såväl en av jordmånsprocesserna opåverkad jord, som de genom dessa processer mer eller mindre förändrade och omvandlade jordarna eller jordmånen.

Jordmånen eller den övre delen av marken är till sin sammansättning och sina fysikaliska egenskaper dels beroende av jordens ursprungliga beskaffenhet, och dels av de förändringar, som förorsakats av jordmånsprocesserna (fysikalisk och kemisk vittring, uttorkning, tjälbildning etc.). Jordmånsprocessernas verksamhet får ej underskattas, utan bör i stället dess stora betydelse icke minst ur jordbrukssynpunkt särskilt betonas. Det, som emellertid i huvudsak är bestämmande för jordmånen fysikaliska egenskaper, är den ursprungliga jordartens mekaniska sammansättning, vilken i sin tur vanligen är betingad av jordartens geologiska bildningssätt eller genesis. En sandjord eller lera bibehåller sålunda inom de övre markytelagren fortfarande sin karaktär av sand eller lera, och vid studiet av en markprofil samt med kännedom om jordens sammansättning på olika nivåer under markytan kan man t. ex. ofta med bestämdhet angiva, huru mineralsubstansen i en matjord ursprungligen bildats, såsom glacial eller postglacial lera och dylikt. Jordmånsprocesserna ha sålunda ej förmått att i våra jämförelsevis unga jordlager i väsentlig grad förändra jordartens ursprungliga sammansättning. Geologiskt sett är sålunda jordmånen fortfarande en jordart.

Jordmånsprocesserna äro, såsom förut nämnts, betingade av de olika klimatkrafterna, men äro dessutom mer eller mindre topografiskt betingade. Enär klimatet är jämförelsevis likartat inom större delen av vårt land med dess humida karaktär, åtminstone i jämförelse med hela jorden i övrigt, blir antalet jordmånstyper avsevärt begränsat. Den allmänt förekommande jordmånstypen är urlakningsjordmånen eller podsoljorden, som är betingad därav, att nederbörden är större än avdunstningen från marken, varigenom vattenströmningen i jorden i allmänhet går från markytan och nedåt. Själva jordmånshorizonten i podsoljorden omfattar därför överst ett urlakningsskikt (matjorden och ofta alvens översta del), och under detta kommer anrikningsskiktet. Förutom podsoljordar (järnpodsol, humuspodsol) finnas följande jordmånstyper representerade: sumpjordar,¹ brunjordar samt grundvattensjordmåner

¹ Termen beckjord (jfr Frosterus 1923) är mindre lämplig för svenska förhållanden, enär »beckig» jord i dagligt tal betyder en mycket styv jord (t. ex. »becklera», sid. 55).

eller gleibildningar, av vilka de senare dock i allmänhet ej räknas till de egentliga jordmånerna (Frosterus 1923).

Jordmånsforskningen har utgått från Ryssland, och dess förste upphovsman var Dokutschaijeff, som 1879 utgav ett arbete om Rysslands jordmåner. Jordmånerna i Finland ha ingående studerats av Frosterus samt Aarnio och i Norge av Bjørlykke. För vårt lands vidkommande, särskilt vad beträffar skogsmarken, ha omfattande undersökningar bedrivits av Hesselman, Tamm och även Lundblad (1924). En del jordmånsundersökningar i åkerjord ha dessutom utförts av Osvald (1926). För ett närmare studium av de olika jordmånerna och jordmånsprocesserna i de nordiska länderna hänvisas till dessa forskares arbeten (jfr t. ex. även Ramann 1918 och Wiegner 1918).

Ett flertal markforskare skilja skarpt på begreppen jordart och jordmån, och Frosterus förfäktar den åsikten, att indelningen av de oförändrade jordarterna samt jordmånerna ej kan ske inom ett och samma schema. Då emellertid noggrannare analysmetoder även ge utslag för mindre olikheter i en jords sammansättning och man sålunda med deras tillhjälp kan bestämma sammansättningen även hos jordmånen, kunna enligt min åsikt såväl de förändrade som oförändrade jordarterna sammanföras i ett schema över jordarternas indelning med avseende på den mekaniska sammansättningen. De förändringar, som en jordart undergått genom jordmånsprocesserna, kunna angivas i jordartsbenämningen medelst sådana termer som urlakad, rostig eller humusanrikad sand eller lera eller dylikt.

II. Jordbeståndsdelarna och deras egenskaper.

En indelning av jordarterna efter deras mekaniska sammansättning eller halt av olika jordbeståndsdelar måste ur såväl vetenskaplig som praktisk synpunkt hava sitt stora berättigande. Jag vill här endast erinra om sådana extrema jordartstyper som grusjordar, styva lerjordar och torvjordar, där den stora olikheten i jordarternas sammansättning är ett exempel på olika jordbeståndsdelars betydelse för jordarternas såväl fysikaliska som kemiska egenskaper. Ett förslag till indelning av jordarterna efter deras mekaniska sammansättning kommer i det följande att framläggas. Dessförinnan skall emellertid de olika jordbeståndsdelarna och deras egenskaper något utförligare behandlas.

Vid klassificering av en jordart efter den mekaniska sammansättningen bör hänsyn tagas till samtliga de beståndsdelar, vilka på ett eller annat sätt äro bestämmande för jordartens karaktär. För att få en enhetlig indelningsgrund är man däremot nödsakad, att i första rummet klassificera jordarterna efter de beståndsdelar, som spela den största rollen och sinsemellan visa de största skiljaktigheterna, nämligen den större eller mindre halten av mineralsubstans samt organisk substans eller humus. Vi få därigenom de två mera rena huvudgrupperna bland jordarterna: *mineraljordar* och

humusjordar. Såsom övergångstyper mellan dessa kunna uppställas två andra huvudgrupper: humusblandade mineraljordar och mineralblandade humusjordar.

De rena mineraljordarna bestå uteslutande av minerogena beståndsdelar och äro mekaniska eller kemiska sönderdelnings- eller vittringsprodukter av våra bergarter. Humusjordarna eller de organogena jordarterna äro däremot väsentligen uppbyggda av mer eller mindre omvandlade växt- eller djurrester.

Mineraljordarnas mekaniska beståndsdelar eller korngrupperna.

Korngruppsskala.

I mineraljordarna kunna ingå jordbeståndsdelar av alla möjliga storleksordningar från de största block ned till de minsta molekyllaggregat. Efter deras storlek (partikeldiameter) indelas de i följande huvudgrupper:

| | | | |
|----------------------------|------|--------|----|
| Block | | >2 | dm |
| Sten | 20 | —2 | cm |
| Grus | 20 | —2 | mm |
| Sand | 2 | —0.2 | » |
| Mo eller finsand | 0.2 | —0.02 | » |
| Mjäla | 0.02 | —0.002 | » |
| Ler | | <0.002 | » |

Denna korngruppsskala, som i huvudsak är uppgjord av Atterberg, har av den av andra internationella agrogeologkonferensen i Stockholm 1910 tillsatta kommissionen för mekanisk och fysikalisk jordartsundersökning vid möte i Berlin 1913 blivit föreslagen till internationellt bruk (Schucht 1914, sid. 30). Nordisk jordbruksforskarens förenings kommitté för nomenklatur och klassifikation av jordarter och jordmåner (i det följande benämnd N. J. F:s jordartskommitté) föreslår, att densamma bör med avseende på kornstorleksgränserna utan avvikelser användas inom de skandinaviska länderna (Frosterus 1923).

Enär det visat sig, att dessa korngrupper äro för stora för att kunna ge en mera fullständig analys av jordarternas sammansättning och de därav beroende fysikaliska egenskaperna, har Atterberg uppdelat dessa huvudgrupper i följande underavdelningar. Atterbergs terminologi har dock något ändrats, vilket i det följande kommer att närmare motiveras.

| | | | | | |
|----------------|---|-----------------------|-----|------|----|
| Sten | } | Större sten | 20 | —6 | cm |
| | | Mindre sten | 6 | —2 | » |
| Grus | } | Grovt grus | 20 | —6 | mm |
| | | Fint grus | 6 | —2 | » |
| Sand | } | Grovsand | 2 | —0.6 | » |
| | | Mellansand | 0.6 | —0.2 | » |

| | | | | |
|----------------------------|---|---|--------------|----|
| Mo eller finsand | } | Grovmo | 0.2 —0.06 | mm |
| | | Finmo | 0.06 —0.02 | > |
| Mjäla | } | Grovmjäla | 0.02 —0.006 | > |
| | | Finmjäla | 0.006—0.002 | > |
| Ler | } | Mikroler | 0.002—0.0002 | > |
| | | Ultraler eller kolloidalt ler | <0.0002 | > |

Med avseende på denna indelning i undergrupper hava beslut ej fattats av vare sig den internationella kommittén i Berlin 1913 eller av N. J. F:s jordartskommitté. Den förstnämnda anser, att det bör överlåtas åt den enskilda forskaren, att efter eget gottfinnande göra denna uppdelning. Frosterus (1923, sid. 342) har den åsikten, att huvudgruppernas uppdelning i andra undergrupper är lika lämplig. — Beträffande andra korngruppsindelningar, som tillämpas i vissa länder, hänvisas t. ex. till Atterberg (1903 a, 1912 b), Bjørlykke (1909) samt Wentworth (1922) etc.

Såsom av det följande vid behandlingen av de olika kornfraktionerna torde framgå, är uppdelningen i undergrupper åtminstone i vissa fall lika berättigad och nödvändig som särskiljandet av de olika huvudgrupperna. Vid bestämmandet av en jordarts mekaniska sammansättning genom mekanisk jordanalys erhålles dessutom en mera ingående kännedom om jordarten (t. ex. dess högre eller lägre grad av sortering), om denna uppdelas i ett större antal kornfraktioner. Finnes dessutom t. ex. procenthalten grovmjäla och finmjäla angiven, kan man på ett ungefär bedöma var maximifördelningen ligger inom lergruppen eller om en större eller mindre procenthalt grövre ler ingår i jordarten eller ej.

Korngrupsterminologi.

Vad beträffar terminologien för de olika kornfraktionerna må anföras följande:

Sand. Gruppen 2—0.2 mm benämnes av Atterberg (1912 b) sand och indelas i grusartad sand (2—0.6 mm) samt vanlig sand eller medelkornig sand (0.6—0.2 mm). Johansson (1913, 1916) använder för dessa undergrupper dels benämningarna grovsand och vanlig sand, dels grov sand och mellansand. N. J. F:s jordartskommitté föreslår termen grovsand för hela gruppen 2—0.2 mm. Mot denna senare omfattning av begreppet grovsand, måste den invändningen göras, att sand av 0.6—0.2 mm i svenskt språkbruk ej går under benämningen grovsand.

Mo. Gruppen 0.2—0.02 mm benämnes av Atterberg (1912) och Johansson (1913) mo och uppdelas i grovmo (finsand, grövre mo) och finmo (mjölsand, finare mo). Finmon är för känseln ganska sträv och sandig, varför namnet mjölsand här är mindre lämpligt. N. J. F:s jordartskommitté föreslår för hela gruppen benämningen finsand.

Mjäla. Gruppen mjäla (0.02—0.002 mm) kallas av Atterberg mjuna. Då emellertid korngrupperna i övrigt hava samma namn som motsvarande sandartade jordar, synes mig för konsekvensens skull intet undantag böra

göras för mjälagruppen. Termen mjuna kommer alltså härvid att utgå. Ur praktisk synpunkt torde detta också innebära en förenkling. — N. J. F:s jordartskommitté har föreslagit olika benämningar för mjälagruppen: lättler, grovler, stoftsand, mjölsand och mjuna. Såsom i det följande kommer att visas, har emellertid denna korngrupp ingenting med en jords specifika lerkaraktär att göra, ehuru den stundom utgör en övervägande beståndsdel i flera lerjordar. I lättlerorna och stundom i mellanlerorna synes dock mogruppen minst lika ofta vara dominerande som mjälagruppen (jfr slammingsanalyserna av lättlerorna i analys Tabellen). Benämningarna lättler och grovler för mjälagruppen anser jag av denna orsak vara oberättigade. Såsom synonym till mjåla kan däremot termen mjölsand vara mycket lämplig. Härigenom betonas mjålans samhörighet med de övriga sandartade jordarna, och dessutom är mjålan till skillnad från finmon för känslan mjuk (mjölig) och ej sträv.

Ler. Atterberg (1908 a, sid. 36) uppdelar lerpartiklarna i två grupper mikroler (0.002—0.0002 mm) och ultraler eller kolloidler (< 0.0002 mm). Partiklarna i den förra undergruppen kunna iakttagas under mikroskop med tillräckligt stark förstoring, under det att ultraleret först kan studeras med tillhjälp av ultramikroskopet.

Termen slam torde vid mekanisk jordanalys först hava använts av De Geer (1887, sid. 294) och betecknade då partiklar mindre än 0.01 mm. Johansson (Frosterus 1923, sid. 342) föreslår benämningen slam för hela lergruppen och orsaken härtill är, att gruppen i sin helhet ej ger leran dess karakteristiska leregenskaper. Dessa betingas i huvudsak av den större eller mindre halten av kolloidalt ler eller ultraler. Enligt min åsikt torde emellertid termen slam böra reserveras såsom kollektivbenämning för samtliga de finare jordpartiklar, vilka kunna hållas uppslammade i en vätska utan att omedelbart sjunka till botten. Detta torde även vara praktiskt, enär då benämningen slam kommer att bibehålla den omfattning, som man i dagligt tal ger åt densamma, och man behöver även i jordartsforskningen en dylik term. Jag bibehåller därför Atterbergs benämningar ler, mikroler och ultraler med den omfattning, som han gav åt desamma. Man erhåller härmed även överensstämmelse med den kolloidkemiska terminologien, från vilken även Atterberg ursprungligen hämtat sina benämningar (Atterberg 1911, sid. 13).

Den Atterbergska korngruppsskalans förtjänster.

Orsaken till att Atterbergs korngruppsskala vad beträffar huvudgrupperna vunnit så stor anslutning är, att denna indelning framför alla andra är grundad på de olika korngruppernas olika fysikaliska egenskaper. Korngrupsgränsen 2 mm är sålunda praktiskt taget gränsen för vattnets kapillära stigning, och 0.2 mm är gränsen mellan vattengenomsläppande och vattenbehållande sand. Den undre gränsen för rothårens hos de flesta växter inträngande mellan jordpartiklarna, i de fall då jordarten är i enkelkorns-

struktur, ligger vid 0.02 mm, och hos partiklar mindre än 0.002 mm är den s. k. Brownska rörelsen fullt tydlig och iakttagbar. För de olika korngruppernas fysikaliska egenskaper i övrigt hänvisas till den i det följande lämnade beskrivningen av korngrupperna.

Utmärkande för Atterbergs korngruppssystem är även en viss enkelhet och överskådlighet. Siffran 2 är sålunda genomgående för gränserna mellan huvudgrupperna och siffran 6 för undergrupperna. Talen för partikeldiametrarna bilda i båda fallen en geometrisk progression. Då diametern dessutom är = 2, blir radien = 1.

Atterberg (1903) har studerat olika korngruppers fysikaliska egenskaper, och de viktigaste resultaten härifrån kommer att i det följande omnämnas jämte en del andra jordartsforskares iakttagelser. Atterbergs undersökningar gälla emellertid delvis något andra kornfraktioner än de ovan anförda. Sålunda förlade Atterberg först gränserna mellan undergrupperna vid siffran 5 (1903 a), samt något senare även vid siffran 7 (1903 b).

Atterbergs (1903) undersökningar angående dels vattnets kapillära stigning efter ett och två dygn samt dels den maximala stighöjden eller kapillariteten sammanföras i nedanstående tabell. Detsamma förtydligas även grafiskt i fig. 1. — Förutom av Atterberg hava kapillaritetsundersökningar utförts av ett flertal andra forskare framför allt Wollny (jfr Atterberg 1903 a, sid. 203 och Mitscherlich 1923, sid. 139).

Vattnets kapillära stighöjd i mm efter Atterberg.

| Korndiameter i mm | På 24 timmar | På 48 timmar | Högsta stighöjd, erhållen efter följande antal dygn |
|-----------------------|--------------|--------------|--|
| 5—2 | 22 | — | 25 mm 3 dygn |
| 2—1 | 54 | 60 | 65 » 4 » |
| 1.0—0.5 | 115 | 123 | 131 » 4 » |
| 0.5—0.2 | 214 | 230 | 246 » 8 » |
| 0.2—0.1 | 376 | 396 | 428 » 8 » |
| 0.1—0.05 | 530 | 574 | 1055 » 72 » |
| 0.05—0.02 | 1153 | 1360 | omkr. 2000 (1860 på 53 dygn) |
| 0.02—0.01 | 485 | 922 | >2500 — |
| 0.01—0.005 | 285 | — | — |
| 0.005—0.002 | 143 | — | — |
| 0.002—0.001 | 55 | — | — |

De olika huvudgruppgränsernas betydelse.

Stenar minska, om de förekomma i någon större mängd, ganska avsevärt en åkerjords avkastningsförmåga. Mitscherlich (Seemann 1914, sid. 6) har sålunda påvisat, att, om stenprocenten understiger 10, någon sådan minskning ej kan konstateras, under det att vid större mängder sten följande nedsättning av jordens avkastningsförmåga skulle äga rum:

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| 20 volymprocent sten | 13 ± 4.7 % minskning |
| 30 » » | 21 ± 4.6 » » |
| 40 » » | 32 ± 5.2 » » |
| 50 » » | 40 ± 5.1 » » |

Gruset saknar nästan helt och hållet förmågan att kvarhålla vatten i jorden. Vid bevattning av en finare grusjord (5—2 mm) kvarstannar endast c:a 4 volymprocent vatten (Atterberg 1903). Nederbörden fuktar blott gruskornens yta, men något vatten kvarhålls ej i de jämförelsevis stora hålrummen mellan partiklarna. Nederbörden sjunker därför genast ned mot djupet. Någon nämnvärd kapillaritet eller kapillär stighöjd för vatten saknas (Atterberg 1903).

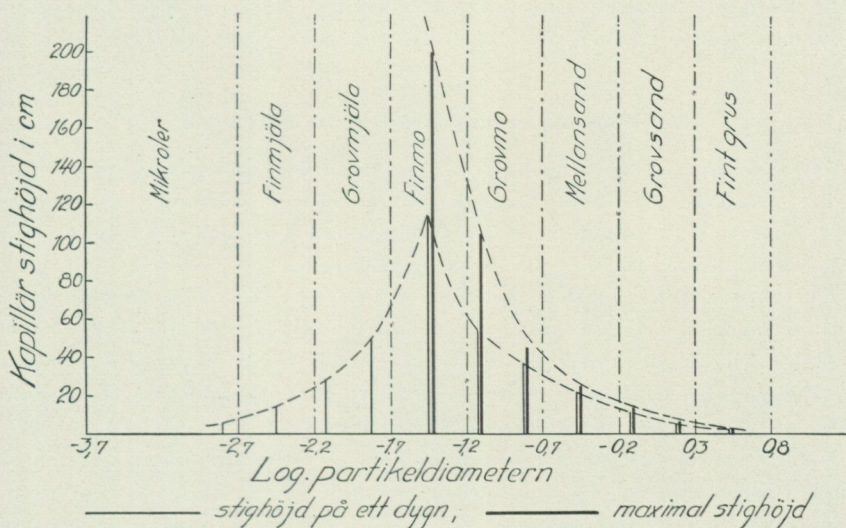


Fig. 1. Kapillaritet samt kapillär stighöjd på ett dygn för olika kornfraktioner.

Sanden (2—0.2 mm) hör liksom gruset till de vattengenomsläppande och torra jordarterna. Vid starkare nederbörd sjunker i en sandjord huvudleden av vattnet ned mot djupet, varvid blott c:a 5 volymprocent stannar kvar (Atterberg 1903). Sanden kan sålunda ej hålla sig fullmättad med vatten, vilket däremot grovmon gör. På grund av den låga kapillariteten och den jämförelsevis stora vattengenomsläppligheten (permeabiliteten) uttorkar sanden lätt och blir en för torra mycket känslig jord (Atterberg 1903).

Mo. Gränsen mellan vattengenomsläppande och vattenbehållande, sandartade jordar ligger, såsom förut nämnts, vid 0.2 mm kornstorlek. Även den grövre grovmon (0.2—0.1 mm) förmår kvarhålla en betydande mängd nederbördevatten utan att släppa detta mot djupet. Den kapillära stighöjden är betydande, och stigningen sker jämförelsevis mycket hastigt (Atterberg 1903).

Mjåla. I en mjåla i enkelkornsstruktur äro mellanrummen mellan partiklarna så små, att växternas rothår (hos gräsen) ej förmå intränga i jordarten. Mjåla har hög kapillär stighöjd, men ledningsförmågan är liten. Vattnets nedsjunkande i fuktig mjåla sker mycket långsamt. Mjålan är starkt vattenbehållande (Atterberg 1903).

Ler. Hos leret äro porerna mellan partiklarna så små, att de hindra bakteriernas fria rörelse. Den Brownska rörelsen, vilken förorsakas av vattenmolekylernas stötar på jordpartiklarna i en elektrolytfri jorduppslamning, iaktogs av Atterberg hos partiklar av 0.002 mm och därunder men ej hos partiklar av 0.003 mm. Dylig, ehuru obetydlig och föga märkbar rörelse, har emellertid konstaterats hos något grövre partiklar (jfr sid. 23). Vattnet stiger kapillärt i leret mycket högt, men stigningen sker ytterligt långsamt. Enligt Atterberg (1913, sid. 441) saknas plasticitet hos kornfraktioner, som i stort sett äro grövre än 0.002 mm (jfr sid. 25).

De olika undergruppgränsernas betydelse.

Med avseende på huvudgruppernas uppdelning i underavdelningar föreliggande — förutom de förut lämnade redogörelserna rörande kapillariteten etc. — endast ett fåtal undersökningar angående gränserna för undergrupperna med hänsyn till de fysikaliska egenskaperna.

Sten. Större stenar ha den nackdelen, att de försvåra eller omöjliggöra en jords odling eller bearbetning. Vid uppodling av moränmarker bortföras block och grövre stenar, under det att stenar under c:a 7 à 10 cm storlek få ligga kvar i åkern. Dyliga smärre stenar utgöra ej något avsevärt hinder vid åkerns bearbetning, utan kunna i stället hava betydelse för åkerjorden därigenom, att de delvis hindra en i och för sig torr jordarts fullständiga uttorkning. — De i praktiken förekommande byggnadstekniska termerna *single* (rundad sten) och *makadam* (skarpkantig sten och konstprodukt) äro benämningar på sten av ungefär 2—7 à 10 cm storlek. Såsom väglagningsmaterial användas jämte gruset även de smärre stenarna upp till 3 à 4 cm storlek, under det att grövre stenar sällas ifrån.

Sanden är uppdelad i grovsand och mellansand, av vilka den förra bildar en betydligt torrare jordart, som av jordbrukare ofta benämnes »grusjord». Gränsen för ur jordbruksekonomisk synpunkt odlingsvärd jord kan i vissa fall förläggas vid 0.6 mm. Har mellansanden ett ej alltför torrt läge, tämligen hög mullhalt och jämförelsevis djup matjord samt tillräcklig gödsling, lämnar den en god skördeavkastning.

Mo. Det berättigade i Atterbergs uppdelning av mogruppen i grovmo och finmo är ställt utom allt tvivel. Finmon har sålunda i motsats till grovmon typiska flytjordsegenskaper, och de båda kornfraktionerna visa med avseende på sina fysikaliska egenskaper i övrigt så stora olikheter, att ett särskiljande av dem är ur klassifikationssynpunkt nödvändigt. Enligt Atterberg visar finmon tendens att koagulera eller bilda flockar för koksaltlösning eller kalkhaltigt vatten, vilket däremot grovmon ej gör. — Ingen korngrupp visar större kapillär rörelse för vatten än finmon. Den kan på ett dygn uppfordra vatten ända från en meters djup och bildar därför under kortare torrperioder en i detta avseende mycket förmånlig jordart.

Kornstorleksfaktorns inflytande på en jords flytjordsegenskaper har påvisats av Atterberg (1912 c, sid. 796) och Johansson (1914). Flytjordar eller

»jäsleror» äro enligt Atterberg de jordarter, vilkas huvudbeståndsdel utgöres av finmo och mjäla, och flytjordsegenskapen beror därpå, att dessa jordarter med lätthet övergå i flytande form. Johansson har visat, att de jordarter, vilka till större delen utgöras av partiklar mellan 0.05—0.0006 mm i diameter (således även större delen av mikroleret) och som dessutom sakna en större halt av kolloidala mineralpartiklar, visa flytjordsegenskaper. Den övre likaväl som den undre gränsen kan naturligtvis ej exakt fastställas, varför den förstnämnda såväl kan dragas vid 0.06 som vid 0.05 mm, lika väl som en mindre inblandning av kolloidalt ler ej förmår upphäva en jordarts flytbenägenhet. I stort sett kan därför Atterbergs gräns vid 0.06 mm anses vara en mycket viktig jordartsgräns, avgränsande flytjordar från ej flytbenägna jordarter.

Vid undersökningar över de sandartade jordarnas kapillaritet fann Johansson (1913, sid. 37), att man, genom att bestämma dessa jordars kapillära stighöjd och med hänsyn tagen till deras mäktighet, i stort sett kan bedöma jordens resistens mot uttorkning och därmed dess produktivitet. För att erhålla ett samband mellan kapillär stighöjd och de sandartade jordarnas mekaniska sammansättning uppdelade Johansson (1913, sid. 13) morgruppen i tvenne fraktioner: 0.2—0.1 och 0.1—0.02 mm, på grund av att han funnit, att gränsen 0.1 mm är en i detta avseende viktig jordartsgräns. Samtidigt fann han emellertid, att även inom en så snävt avgränsad korngrupp som fraktionen 0.2—0.1 mm en avsevärd olikhet förefinnes i kapillär stighöjd, beroende på huruvida huvudmassan av jordpartiklarna ligger nära 0.2 eller 0.1 mm. Genom sina undersökningar kom emellertid Johansson till det resultatet, att en viss relation förefinnes mellan kapillär stighöjd och förhållandet mellan fraktionerna 0.2—0.1 och 0.1—0.02 mm. En ökning av den senare kornfraktionen i förhållande till den förra ger sålunda åt jordarten större kapillaritet.

Vid sin granskning av Atterbergs korngruppsgränser har Frosterus (1912) förut kommit till den uppfattningen, att gränsen 0.1 mm är en viktig och skarp jordartsgräns. Enligt Frosterus har grovmo mindre än 0.1 mm alltid en grå eller i vissa fall möjligen svagt rödaktig färgton (jfr Atterberg 1903 a, sid. 198), under det att grovmo större än 0.1 mm har en rödaktig färg. I senare fallet har jorden dessutom redan makroskopiskt, tydligt framträdande sandig karaktär. Vageler (Frosterus 1912, sid. 43) framhåller, att gränsen 0.1 mm besitter ett visst teoretiskt värde, enär hygroskopiciteten ovan denna gräns ej mera är mätbar.

Korngruppen grovmo torde sålunda vara den mest kritiska av de olika kornfraktionerna, enär de fysikaliska egenskaperna variera avsevärt beroende på, om huvuddelen av partiklarna ligger närmare den övre eller den undre gränsen för korngruppen. Det torde därför vara nödvändigt, att i vissa fall uppdelas grovmogruppen vid mekanisk jordanalys i två fraktioner: grovre grovmo (0.2—0.1 mm) och finare grovmo (0.1—0.06 mm). Denna uppdelning är emellertid endast av betydelse, då i de sandartade jordarna grovmon eller närstående kornfraktioner (mellansand och

finmo) utgöra övervägande beståndsdelar av jordarten i fråga. Sålunda är det t. ex. i fråga om moränjordarna och lerorna överflödigt att göra denna uppdelning av grovmogruppen.

Ler. I gruppen ler ingå jordpartiklar från 2μ — $1 \mu\mu$ ($1 \mu = 0.001$ mm; $1 \mu\mu = 0.001 \mu = 0.000001$ mm). Leret uppdelas, såsom förut nämnts, i mikroler (2μ — 0.2μ) samt ultraler eller kolloidalt ler ($< 0.2 \mu$).

Det grövre leret har liksom mjålan i lufttorkat tillstånd en mycket ljus grå färg, under det att det finare leret är till färgen i allmänhet grått. Mikroler, som är större än c:a 0.6μ visar dessutom enligt Johansson (1914) tydliga flytjordsegenskaper och har därigenom mera karaktär av mjåla (jfr sid. 21).

Studiet av de finaste jordpartiklarna faller inom den gren av den fysikaliska kemien, som benämnes kolloidkemi eller dispersoidkemi. För en utförligare klarläggning av hithörande frågor hänvisas t. ex. till Zsigmondy (1925), Ostwald (1923), Ehrenberg (1922) och Wiegner (1918, 1926). Här skall endast i korthet redogöras för de viktigaste resultaten på detta område (i huvudsak efter Wiegner).

Ur kolloidkemisk synpunkt betraktas leran såsom ett komplex av lera + vatten. De ingående jordpartiklarna äro såväl grövre som finare eller hava med andra ord olika finfördelning eller s. k. dispersitet. Allt efter partiklarnas storlek erhållas följande dispersa system:

- 1) de grovdispersa systemen eller dispersionerna med partiklar $> 100 \mu\mu$ i diameter, s. k. mikroner (mikroler och grövre partiklar).
- 2) de kolloiddispersa systemen eller dispersoiderna med partiklar av 100 — $1 \mu\mu$ eller de s. k. ultramikronerna (ultraleret eller de kolloidala mineralpartiklarna).
- 3) de maximaldispersa systemen eller de äkta lösningarna, där småpartiklarna utgöras av molekyler eller joner ($< 1 \mu\mu$).

Ett disperst system består dels av dispersionsmedel, dels av dispers fas. Överväger i ett kolloiddisperst system mineralsubstansen över vattnet (leran har fast eller plastisk konsistens), så är mineralsubstansen dispersionsmedlet och vattnet den dispersa fasen och komplexen benämnes i detta fallet hydrogel eller blott och bart gel. Har däremot leran en mer eller mindre flytande konsistens, så är mineralsubstansen den dispersa fasen och vattnet dispersionsmedlet, och man talar i detta fallet om en hydrosol eller sol.

En i naturen förekommande mineraljord är sålunda ofta en blandning av ett såväl grovdisperst som kolloiddisperst, fast system, där jordpartiklarna äro dispersionsmedlet och vattnet den dispersa fasen. Hos de plastiska lerorna är det kolloiddispersa systemet, gelerna, bestämmande för jordartens karaktär. — En leruppslamning i vatten är exempel på en sol (dispersionsmedlet är flytande och den dispersa fasen är fast).

Sedimentationshastigheten för lerpartiklar av olika storlek är högst olika. För de kolloidala lerpartiklarna (ultramikronerna) är den så obetydlig, att en uppslamning av dessa partiklar i vatten är praktiskt taget beständig,

d. v. s. partiklarna sjunka ej till botten. Enligt Wiegner är sålunda sedimentationstiden i vatten vid 10 cm vätskehöjd för mineralpartiklar med nedan angiven partikeldiameter följande (beräknad enligt Stokes formel):

| | |
|----------------------|--------------------|
| 10 μ | 18 min. 32 sek. |
| 1.0 μ | 30 timmar 53 min. |
| 0.1 μ | 128 dygn 17 timmar |
| 0.01 μ | 35 år 97 dygn |

Härav framgår, att en uppslamning av partiklar större än 0.1 μ är obeständig, under det att en uppslamning av partiklar mindre än 0.1 μ är relativt beständig. Orsaken härtill ligger i jordpartiklarnas olika Brownska rörelse (jfr sid. 20). Rörelseintensiteten är nämligen desto större ju mindre partiklarna äro, vilket framgår av nedanstående tablå, som anger olika partiklars rörelse i horisontell led under en tid av en sekund och vid en temperatur av +20° C. (Wiegner 1926).

| Partikeldiameter | Vägsträcka |
|-----------------------|------------|
| 10 μ | 0.28 μ |
| 1 μ | 0.87 > |
| 0.1 μ | 2.75 > |
| 0.01 μ | 8.69 > |
| 0.001 μ | 27.5 > |

Den Brownska rörelsen förefinnes sålunda även hos mjälapartiklarna, men är här föga märkbar. Mikrolerpartiklarnas rörelse är tydligt iakttagbar, men ej så stor, att tyngdkraftens inverkan därigenom hämmas, varigenom partiklarna så småningom sedimentera. Först hos de kolloidala lerpartiklarna är rörelsen så hastig, att sedimentation ej inträffar, för så vitt ej utflockande ämnen eller andra yttre störande faktorer förefinnas.

På grund av lerpartiklarnas jämförelsevis starka rörelse skulle man emellertid kunna förmoda, att de skulle stöta samman och därvid bilda grövre sekundärpartiklar och därigenom sedimentera. I vatten uppslammade partiklar äro emellertid elektriskt laddade, och lerpartiklarna ha i regel negativ laddning (aluminium- och järnhydroxid äro dock positivt laddade). Lika laddade partiklar repellera emellertid varandra, och därigenom förhindras uppkomsten av sekundärpartiklar eller flockar, vilket sålunda jämte den Brownska rörelsen är orsaken till en kolloidal leruppslammings beständighet.

De fysikaliska egenskaper, vilka äro utmärkande för lerjordarna, äro i främsta rummet betingade av den större eller mindre halten av kolloidalt ler. Med avtagande kornstorlek blir *s p e c i f i k a y t a n* — eller summan av jordpartiklarnas ytareal på volymensheten jord — större. (Begreppet specifik yta användes av Zunker (1923) i något förändrad betydelse och är enligt hans definition det tal, som anger, huru många gånger den totala ytarealen hos en jord är större än ytan hos samma viktsmängd jord, bestå-

ende av partiklar med 1 mm medeldiameter.) Hos ultraleret är sålunda den specifika ytan mycket stor. Wo. Ostwald lämnar följande exempel på huru hastigt den spec. ytan tillväxer vid upprepad delning av en kub av 1 cm³ storlek:

| Partikelsidans längd | Antal kuber | Yta |
|----------------------|------------------|-------------------|
| 1 cm | 1 | 6 cm ² |
| 1 mm | 10 ³ | 60 > |
| 100 μ | 10 ⁶ | 600 > |
| 10 > | 10 ⁹ | 6000 > |
| 1 > | 10 ¹³ | 6 m ² |
| 100 $\mu\mu$ | 10 ¹⁵ | 60 > |
| 10 > | 10 ¹⁸ | 600 > |
| 1 > | 10 ²¹ | 6000 > |

Av en jordarts specifika yta eller dess finhetsgrad äro de fysikaliska egenskaperna mer eller mindre beroende, såsom genomsläpplighet för vatten och luft, vattenkapacitet, kapillaritet, hygroskopicitet, plasticitet, adsorptionsförmåga för växtnäringsämnen, större eller mindre svårbrukbarhet o. s. v. Även den kemiska vittringsprocessen, varvid bland annat växtnäringsämnen frigöras, är beroende av jordens finhetsgrad, enär ju finare en jord är ju flera angreppspunkter erbjuder den för vattnets sönderdelande inverkan på jordpartiklarna eller den s. k. hydrolysen.

Av den nyss anförda beräkningen över den specifika ytans tillväxt vid tilltagande finhetsgrad framgår, att övergången mellan mikroleret och de kolloidala lerpartiklarna är kontinuerlig och att det ej förefinnes någon principiell skillnad mellan grövre och finare lerpartiklar. Skillnaden är blott en kvantitativ gradskillnad i avseende på den specifika ytans storlek. Då emellertid denna senare är avsevärt större för de finare än för de grövre lerpartiklarna, inses lätt, att man med en mekanisk jordanalys, där gruppen ler ej vidare uppdelas i undergrupper (eller samtliga partiklar mindre än 2 μ sammanslås till en grupp), ej kan erhålla ett tillförlitligt mått på jordartens finhetsgrad. Men denna anmärkning gäller även de finare metoder för mekanisk jordanalys, vilka på senare tiden utexperimenterats. Med tillhjälp av dessa metoder kan man visserligen mer eller mindre exakt bestämma den ingående procenthalten mikroler och ultraler i jordprovet och dessutom uppdelas den förstnämnda undergruppen praktiskt taget i huru många kornfraktioner som helst, men partiklarnas fördelning inom den kolloidala lergruppen undandrager sig varje bestämning på grund av att dessa partiklar ej sedimentera. Det framgår härav den stora betydelsen av att ha en metod, som med tillräcklig noggrannhet ger ett mått på den specifika ytan hos samtliga i en jordart ingående lerpartiklar.

En jords mineralpartiklar bestå i allmänhet av dels kvarts, dels olika silikater, av vilka de senare utgöras av en svag syra, kiselsyra, bunden huvudsakligen vid svaga baser (aluminium och jern). Dessa silikat äro visser-

ligen mycket svårslösliga i vatten, men gå i varje fall till en del i lösning. Härvid inträder mycket lätt hydrolys, varvid uppstå olika slag av vittringsprodukter, huvudsakligen kiselsyra, aluminiumhydroxid, järnhydroxid eller komplexer av dessa jämte lösta salter. Dessa vittringsprodukter äro av kolloidal storleksordning, men torde i allmänhet förekomma i form av geléartade flockar antingen såsom överdrag eller hinnor på grövre jordpartiklar eller också liggande fria. Den hydrolytiska sönderdelningen av jordpartiklarna verkar kraftigare på de finaste jordpartiklarna på grund av deras större specifika yta. På grund härav torde man få antaga, att ultraleret i huvudsak skulle utgöras av dessa vittringsprodukter. Å andra sidan torde man emellertid även få antaga, att ovittrad kvarts och möjligen till en del även fältspat och glimmer ingå i kolloidal finfördelning i jordarten.

En fysikalisk egenskap, som är särskilt karakteristisk för lerorna är deras formbarhet eller plasticitet, varmed förstås den egenskap hos lerorna, att de låta godtyckligt forma sig samt sedan bibehålla den form, de erhållit. Denna egenskap hos lerorna tillskrives i allmänhet de kolloidala lerpartiklarna, och framför allt de amorfa eller genom den hydrolytiska vittringen nybildade lerbeståndsdelarna. Atterberg (1913) och Goldschmidt (1926) anse däremot, att det är de mineral, vilka hava en bladig eller fjällig form och dessutom äro tillräckligt finkorniga (< 2 à 5μ), som skulle åtminstone i huvudsak förorsaka plasticiteten. Hithörande mineral äro framför allt olika slag av glimmer samt klorit. Enligt Goldschmidt skulle dessa på grund av sin egenartade inre kristallbyggnad attrahera vattnet på samma sätt som en massa små magneter attrahera järnfilspån, vilket skulle förklara lerets stora vattenadsorptionsförmåga, plasticitet o. s. v. — Angående äldre åsikter och undersökningar rörande lerornas plasticitet hänvisas till Atterberg (1907 och 1913) och Johansson (1914).

Enligt av olika forskare utförda undersökningar har leret visat sig äga olika kemiska sammansättning mot de andra och grövre korngrupperna. Redan H. von Post har i likhet med Atterberg (1908 a) och även Goldschmidt (1926) påvisat en anrikning av glimmermineral (och klorit) bland de finare jordpartiklarna, och enligt Odéns och Reuterskiölds (1919) undersökningar tilltager halten av aluminium och järn med avtagande kornstorlek, under det att kiselsyrehalten samtidigt minskas. Enligt Tamm (1920 och däri anförd litteratur) ha de lerfria jordarterna i huvudsak samma kemiska sammansättning som graniten eller den berggrund, av vilken de ursprungligen bildats, under det att i lerorna finnes ett betydande aluminiumöverskott (en betydligt högre lerjordshalt), vilket uppkommit genom hydrolys vid jordartens transport i vatten. Genom en längre tids skakning av grovt granitgrus i med vatten fyllda kvartsflaskor har Tamm (1925) på konstgjord väg framställt leror, vilka liknade de naturliga lerorna bland annat i fråga om den kemiska sammansättningen. Omkring 5—14 procent av de med konst framställda lerorna beräknades bestå av kemiska omvandlingsprodukter, varjämte även en betydande anrikning av finfördelad biotit konstaterades i det finare lermaterialet. Tamm anser därför, att den gla-

ciala leran bildats genom inlandsisens söndermalande och samtidigt isvattnets hydrolyserande inverkan på moränmaterialen, varvid även vattnets kolsyrehalt bidragit till mineralpartiklarnas kemiska sönderdelning.

Enligt Goldschmidt (1926) är en leras kemiska sammansättning i första rummet beroende av moderbergartens beskaffenhet, och de norska lerorna skulle till en väsentlig del utgöras av finpulveriserade mineral. Av förhållandet mellan lerjord (Al_2O_3) och magnesia (MgO) i en lera har han i viss mån kunnat beräkna, av vilka bergarter leran ursprungligen bildats, i det att nyss nämnda förhållande skulle i huvudsak vara en funktion av lerans klorit- och hornbländehalt. Goldschmidt förnekar emellertid ej förekomsten av amorfa, minerogena beståndsdelar i de norska leravlagringarna, men anser dem dock vara av underordnad betydelse och övervägande bestående av amorfa järnföreningar.

Av ovanstående kortfattade framställning om lerets natur och egenskaper torde framgå, att en del outredda problem genom senare tiders forskning har blivit avsevärt klarlagda, men å andra sidan torde även vara klart, att åsikterna i vissa fall för närvarande starkt divergera. Arbetet på detta område fortgår emellertid med starkt stegrad intensitet på olika håll och inom olika länder. Det är att hoppas, att hithörande frågor inom kort få sin definitiva lösning, varigenom en säker grund erhålles för vidare forskning inom jordartslärens område. Mina undersökningar och därmed sammanhängande nomenklaturfrågor har jag i huvudsak sökt grunda på kornstorleksfaktorns inflytande på mineraljordarnas karaktär.

De organogena jordbeståndsdelarna eller humusformerna.

De organogena jordbeståndsdelarna härröra från växter eller djur och äro av mycket olika beskaffenhet samt äro mer eller mindre omvandlade eller sönderdelade.

Humus. Begreppet humus användes av olika markforskare i olika betydelse. Enligt Hesselman (1917 och 1926, sid. 206; Frosterus 1923, sid. 339) är »h u m u s»: sammanfattning av de organiska rester av växter och djur, som införlivats med jordmånen och där äro underkastade omvandlingsprocesser». Denna användning av begreppet humus såsom kollektivbenämning för de kolhaltiga, organiska jordbeståndsdelarna torde ur praktisk synpunkt vara att föredraga framför den mer eller mindre oklara och obestämda omfattning, som man i allmänhet ger åt detta begrepp. De olika humusformerna kunna förekomma mer eller mindre blandade med varandra och i de fall, då man ej kan exakt angiva halten av dessa olika beståndsdelar i en jordart, är införandet av en enkel kollektivbenämning för desamma synnerligen betydelsefull. I en matjord förekomma t. ex. förutom den rena mullsubstansen även en del större eller mindre partier av rottrådar, vedsplittror, halmstrån och dylikt, vilka i sin helhet ej kunna avlägsnas ur ett jordprov.

Hesselman har emellertid inskränkt humusbegreppet till att omfatta endast de i jordmånen förekommande humusformerna och dessutom endast de, som där äro underkastade omvandlingsprocesser. Jordmånen är emellertid, såsom förut nämnts, endast en genom klimatets inverkan mer eller mindre omvandlad jordart och kan ofta ej skarpt särskiljas från den oförändrade jordarten. Det torde dessutom understundom vara svårt att avgöra, huruvida en organogen jordbeståndsdel är underkastad omvandlingsprocesser eller ej. Jag skulle därför vilja definiera begreppet humus på följande sätt: Humus är en kollektivbenämning för de i jordarterna förekommande resterna av växter och djur, där kol uppträder i organisk förening. Humus kommer sålunda härigenom även att innefatta t. ex. de mer eller mindre oförmultnade torvslagen. — Humus såsom kollektivbenämning för all organisk substans i jorden har använts av flera markforskare (jfr t. ex. Ramann 1911, 1918, sid. 20, och Christensen 1921).

Humusformerna äro av följande slag: förna, torv, råhumus, mår, gyttjehumus, dy eller humusämnen samt mull. De förekomma ofta mer eller mindre blandade med varandra.

Förna definieras av Hesselman (1926) såsom »de oförändrade döda resterna eller avfallsprodukterna ur växt- och djurriket». För åkerjordens vidkommande skulle sålunda förnan innefatta de i matjorden förekommande, oförändrade och döda växtresterna, såsom en del rötter, halmstrån o. d. För termens användning i övrigt inom markläran hänvisas till Sernander (1918) och Hesselman (1926).

Torv är de mer eller mindre förmultnade eller humifierade resterna av högre kärrväxter, brunmossor eller vitmossor m. m., vilka i allmänhet äro igenkännbara för blotta ögat och under mikroskopet visa bibehållen växtstruktur. Med avseende på indelningen av de olika torvslagen hänvisas till jordartsbeskrivningen.

Råhumus. Enligt N. J. F:s jordartskommitté består råhumus av »med blotta ögat igenkännbara, mer eller mindre humifierade växtrester (torvsubstans), vilka äro tätt hopvävda till en av svamptrådar och växtrester genomdragen filt, som kan distinkt skiljas från den underliggande mineraljorden». Enligt Hesselman (1926) är råhumus: »av svampphyfer, mycelietrådar eller högre växter (t. ex. bärris) filtartat sammanvävt humuslager, som kan distinkt skiljas från mineraljorden». — Råhumus saknas i åkerjorden.

Mår (dansk benämning; på tyska: Moder; jfr Ramann 1918) är »en lucer humusform, som består av mer eller mindre humifierade växtrester med först under mikroskopet igenkännbar organisk struktur, vanligen starkt uppblandad med mineralbeståndsdelar» (N. J. F:s jordartskommitté). Bjørlykke framhåller, att mår är en övergångsform mellan torv och mull (Frosterus 1923). På grund av denna dess karaktär torde den ej behöva införas i jordartsterminologien. Mår är emellertid en i matjorden i torvmarkerna mycket vanlig humusform.

Gyttjesubstans.¹ Gyttjesubstansen är den för gyttjorna, lergyttjorna och gyttjelerorna karakteristiska beståndsdel, vilken egentligen utgöres av en hel del olikartade växt- och djurrester. Den består huvudsakligen av de i sjöar eller i allmänhet i stillastående vatten bottenfälda och destruerade organismerna. Den utgöres sålunda av detritus, rester av alger, t. ex. kiselalger (diatomacéer), rester och exkrementer av mindre djur (såsom en del små kräftdjur), insektsrester, pollenkorn, frön och frukter av en del kärleväxter o. s. v.

Gyttjesubstansen utgöres sålunda dels av kolhaltiga, mer eller mindre omvandlade växt- och djurrester eller *gyttjehumus*, samt dels av ej kolhaltiga organiska lämningar, såsom diatomacéskal, spongienålar etc.

Gyttjesubstansen uppdelas i grovdetritus och findetritus samt olika slag av fossil (jfr Lundqvist 1927 och däri anförd litteratur). *Grovdetritus* är de delvis oförstörda resterna av huvudsakligen kärleväxter, ved, cellvävnader o. s. v., vilka under mikroskopet ha tydligt iakttagbar cellstruktur. Färgen är i regel brunaktig. *Findetritus* är åtminstone skenbart fullkomligt strukturlös och ter sig under mikroskopet såsom flockiga och konturlösa partier, som vanligen äro ofärgade eller svagt till mörkare färgade. *Fossil* en äro diatomacéskal, spongienålar, grönalger, slemalger, pollenkorn, sporer, smärre kräftdjur, kitindelar, frön och frukter av diverse kärleväxter etc.

Lundqvist (1926) har utarbetat en metod för mikroskopisk sedimentanalys, varvid med mikroskopets tillhjälp göres en uppskattning av den ungefärliga mängden av de olika beståndsdelarna inom en viss mängd (2 mm³) av det naturfuktiga jordprovet. Härvid erhålles en uppfattning av volymförhållandena mellan de olika beståndsdelarna, uttryckta i procent av täckningsgraden. Lundqvist använder sin metod för närmare karakterisering av de gyttjehaltiga jordarna. För ett närmare studium av t. ex. gyttjelerorna torde metoden få en ganska stor betydelse, enär man för närvarande inom markforskningen i allmänhet nöjer sig med en kvantitativ bestämning av humushalten eller kemisk analys av jordprovet samt att med mikroskopets tillhjälp konstatera förekomsten av diatomacéer, detritus o. d.

I gyttjehaltiga jordar förekommer ofta en större eller mindre halt av pyrit (FeS₂), vilken antages hava uppkommit ur svavelföreningar (huvudsakligen härstammande från äggvita i växtfossil) samt järnföreningar under avstängande av luftens syre. Då de pyrithaltiga jordarna komma upp i ytan, oxideras pyriten så småningom, varvid svavlet övergår i fri svavelsyra, vilken i egenskap av stark syra är ett svårt växtgift (jfr von Feilitzen och Söderbaum 1921).

De gyttjehaltiga jordarterna hava mycket karakteristiska fysikaliska egenskaper. Hit höra sålunda hög porositet och vattenkapacitet, stark krympning vid uttorkning o. s. v. *Gyttjehumusen*, som till en stor del torde före-

¹ *Ävja* (Sernander 1918) kan i stort sett sägas vara en under bildning varande gyttja och är en parallellföreteelse till förnan. — Benämningarna gyttja och dy äro såsom jordartermer först införda av H. von Post.

finnas i kolloidal finfördelning, har en betydligt ljusare färg än andra humusformer.

Dy eller *humusämnen*. Enligt Odén (1919 b, sid. 29 och 31) och Hesselman (1926, sid. 206) äro *humusämnen*: gulbrunt till mörkbrunt färgade ämnen av obekant konstitution, som uppstå vid den organiska substansens sönderdelning. De äga stor förmåga att hålla vatten adsorberat och visa, om de icke kunna lösas eller dispergeras i vatten, en tydlig svällning. *Humussyror* äro »sådana humusämnen, som förmå avspalta vätejoner och som med starka baser bilda salter under vattenbildning» (Odén). I enlighet med N. J. F:s jordartskommitté (Frosterus 1923, sid. 340) är jordarten *dy* (H. von Post) en av utfällda humusämnen bestående strukturlös, vanligen mörkfärgad massa. Någon substansiell skillnad förefinnes sålunda ej mellan begreppen *dy* och humusämnen, varför man även skulle kunna använda termen *dy* såsom substansbegrepp eller likvärdigt med benämningen humusämnen. *Dy* har även sedan länge haft denna användning t. ex. i sådana jordartstermer som *dyig sand*, *dyig lera* o. s. v.

Humusämnena äro kolloider och finnas dispergerade t. ex. i gulbrunfärgat skogs- eller mossvatten. Såsom geler ingå humusämnena i jordarten *dy* samt i större eller mindre mängd i vissa högförmultnade torvslag, såsom i lövkärrtorv o. s. v. Humusämnena äro lösliga i utspädda alkalier, t. ex. svag ammoniaklösning, varvid en mörkbrun lösning erhålles.

Humusämnena äro adsorptivt omättade, »sur humus», och spela rollen av s. k. skyddskolloider, i det de minska möjligheterna för mineralkolloidernas utflockning och därigenom möjliggöra dessas transport från eller nedtvättning ur det övre markskiktet.

Mull är, i enlighet med N. J. F:s jordartskommitté, en fullständigt förmultnad organisk substans i lucker strukturform, där även antydan till cellstruktur saknas. Mullen, som i motsats till *dyn* hör till de mer eller mindre adsorptivt mättade, kolloidala humusformerna, »mild humus», är olöslig eller blott svagt löslig i utspädda alkalier. — Daggmaskarnas stora betydelse för mullbildningen är känd sedan Darwins tid.

Mullen är en i alla matjordar förekommande och karakteristisk humusform och har uppkommit ur de andra humusformerna eller ur vissa kulturprodukter. Sålunda har mullen bildats av torv, gyttjehumus, *dy*, kulturväxter och andra högre växter, ladugårdsgödsel m. m., varigenom erhålles olika slag av mull (jfr jordartsbeskrivningen). — I skogsmarkslitteraturen användes mull ej såsom substansbegrepp, utan såsom benämning för det mer eller mindre mullförande markytelagret (jfr Hesselman 1926).

Mullen har en mycket stor betydelse för åkerjorden. I en lerjord minskar den sålunda sammanhanget eller kohesionen mellan lerpartiklarna, varigenom jorden blir mera lättbrukad och får en luckrare struktur. I en sandjord däremot verka mullpartiklarna i motsatt riktning och ge åt jorden ett visst sammanhang eller verka bindande på sandkornen. På grund av sin höga specifika yta har mullen en hög vattenkapacitet, stor kapillär ledningsförmåga, hög adsorptionsförmåga för växtnäringsämnen samt utgör

råmaterial vid jordens kolsyreallsträng och salpeterbildning. I motsats mot de adsorptivt omättade humusämnen verkar mulden utflockande på lerpartiklarna och hålla därigenom dessa kvar i ytlagret. De av mulden adsorberade växtnäringsämnen äro dessutom lätt tillgängliga för växterna, vilket icke är fallet med de adsorptivt omättade humusämnen.

III. Förslag till klassifikation av åkerjordarna efter deras mekaniska sammansättning.

Åkerjordarna uppdelas i matjordstyper och alvtper. Matjorden är det övre, mullförande jordlagret och karakteriseras genom likformig inblandning av mull. Alven är matjordens underlag, vare sig detta utgöres av mineraljordar eller humusjordar, och sträcker sig så långt ned, som den äger betydelse ur jordbrukssynpunkt.

Matjord.

Benämningen matjord för det övre, mer eller mindre mörkfärgade jordlagret i åkern har tillkommit på den grund, att man ansåg, att växterna uteslutande hämtade sin näring eller föda ur mulden och att i denna den s. k. livskraften låg förborgad, vilken sedermera tillgodogjordes av växterna (Thaers humusteori och tidigare åsikter). Den ursprungliga betydelsen av matjord har därför varit en jord med större eller mindre inblandning av mull.

Matjordslagrets mäktighet är i allmänhet 15—25 cm och är vanligen beroende av det djup, till vilket man bearbetar jorden med jordbruksredskapen. Matjorden går emellertid understundom djupare ned. I senare fallet kunna två olika nivåer urskiljas inom densamma: Plogjorden eller övre matjordsskiktet samt undre matjordsskiktet.

Den ovan lämnade definitionen på matjord överensstämmer med den, som förekommer i en del äldre jordbrukslitteratur. Enligt J. Arrhenius (1882) kallas sålunda jorden matjord så långt ned, som den är bemängd med mull. I en del senare handböcker i jordbrukslära begränsar man emellertid matjorden till det djup, till vilket man i vanliga fall bearbetar jorden, oberoende om den mullblandade jorden sträcker sig djupare ned eller ej. Denna definition synes mig emellertid ej vara lämplig. Djupplöjning företages ju som bekant för att öka matjordslagrets mäktighet, varvid matjorden sålunda kommer att sträcka sig under det normala plogdjupet. Det kan inträffa, att man på en åker, på vilken man under vanliga förhållanden plöjer i runt tal till 2 dm djup, företager en djupplöjning till c:a 3 dm för att sedan återgå till bearbetningen till normalt plogdjup. Matjorden måste emellertid här räknas till 3 dm djup.

I de fall, då matjordslagrets mäktighet överstiger det normala, kan detta, förutom genom djupplöjning eller genom åkerns planering med mullskopa, även bero på ett flertal andra orsaker. På nedre delen av en sluttning eller invid foten av densamma har matjorden i regel en ganska betydande mäktighet (c:a 3—6 dm) beroende på, att man vid åkerns bearbetning nedför ganska betydande mängder matjord från åkern ovanför, där matjordslagret i gengäld blir grunt. Även nedslamning vid kraftigare regnskurar och möjligen anhopning genom vindens verkningar torde vara bidragande orsaker härtill. På öppna slätter med lerfria jordar anhopas dessutom, som bekant, matjord ofta i betydande mängder på för blåsten skyddade platser. I en del sandartade jordar och grövre lättleror slammas mullen lätt ned genom de relativt stora hålrummen i jorden, och vi få även härigenom ett mäktigare matjordslager. Växtrötter och en del djur, särskilt dagmaskar, torde även i vissa fall vara bidragande orsaker till ett djupare matjordslager.

Matjordslagrets mäktighet inverkar på jordens avkastningsförmåga, varvid denna märkbart ökas vid tilltagande mäktighet hos matjordslagret. Särskilt gäller detta i de fall, då matjorden är starkt stenig. Enligt Wollny (Mitscherlich 1923, sid. 255) skulle förhållandet mellan matjordsdjup och avkastningsförmåga vara följande:

| Matjordsdjup. | Avkastning. |
|-----------------|--------------|
| 10 cm | 72.8 ± 1.93 |
| 20 » | 91.1 ± 1.04 |
| 30 » | 109.2 ± 0.94 |
| 40 » | 126.8 ± 2.26 |

Mullens stora betydelse för våra åkerjordar är sedan gammalt känd. Gränsen mellan matjord och alv i en markprofil bör därför läggas på det djup, till vilket den likformiga inblandningen av mull förekommer och där alvens karaktär, utseende och färg ännu saknas samt där mullens färg sätter sin prägel på jorden. I andra hand urskiljas därefter i en djupare matjord det övre och undre matjordsskiktet från varandra, ifall tydlig olikhet förefinnes i fråga om sammansättning eller struktur, vilket ofta är fallet.

Med undantag av de rena mulljordarna och torvjordarna äro matjordarna en blandning av dels mullsubstans, dels mineralsubstans. Vid dessa jordars klassificering måste hänsyn tagas härtill, och av jordartsbenämningen bör framgå den ungefärliga mängden av dessa beståndsdelar. Matjordens mullhalt bör därför alltid angivas. I det praktiska jordbruket har — vad beträffar mullfattiga och mullhaltiga mineraljordar — mullhalten ej kommit till uttryck i matjordsterminologien. Man har alltså talat om sandjord eller lerjord och ej mullhaltig sandjord eller lerjord för våra vanligaste matjordstyper och därvid alltid underförstått, att jorden ägt en normal mullhalt.

Med avseende på mullhalten indelas matjordarna i:

| | Mullhalt i viktsprocent |
|--|-------------------------|
| Mullblandade mineraljordar | < 15 |
| Mineralblandade mulljordar (sandiga och leriga mulljordar) | 15—40 |
| Mulljordar | > 40 |

De mullblandade mineraljordarna åter indelas i:

| | |
|-------------------------------------|------|
| Mullfattiga mineraljordar | < 3 |
| Mullhaltiga » | 3— 6 |
| Mullrika » | 6—15 |

De angivna gränserna äro desamma, som de av Atterberg (1912) föreslagna. 6, 15 och 40 viktsprocent mull motsvara c:a 16, 33 och 67 volymprocent respektive (Atterberg 1912 b, sid. 14—15; 1912 c, sid. 799). — Mylla har uteslutits såsom jordartsterm, vad beträffar åkerjordarna, enär denna benämning har en mycket olika användning inom olika delar av landet.

Till mineraljordarna räknade Atterberg förutom de rena mineraljordarna även de mullblandade mineraljordarna. Mineraljordar med en mullhalt mindre än 3 procent uppdelade han därför i två grupper dels mullfria eller mullfattiga jordslag med 0—1.5 % mull samt svagt mullhaltiga jordslag med 1.5—3.0 % mull. För matjordarnas vidkommande behöver emellertid en dylik uppdelning ej göras, enär matjordar med en mullhalt mindre än 1.5 % är en mycket sällsynt företeelse.

Lerjordarna behöva en betydligt större mullinblandning än de sandartade jordarna för att de till sina fysikaliska egenskaper skola närma sig mulljordarna. Av denna orsak har man ofta använt en olika indelning efter mullhalt för lerjordar och sandjordar. N. J. F:s jordartskommitté föreslår t. ex. följande provisoriska schema (Frosterus 1923; jfr även Ramann 1911, sid. 170):

| | Mullhalt i viktsprocent | |
|--------------------------|-------------------------|---------|
| | Sandjord | Lerjord |
| Mullfattig | < 2 | < 3 |
| Mullblandad | 2—4 | 3—6 |
| Mullrik | 4—6 | 6—9 |
| Mycket mullrik | 6—8 | 9—12 |

En dylik klassifikation är sålunda i viss mån en indelning efter fysikaliska egenskaper, men en ej genomförd sådan, enär en och samma indelning skulle gälla för samtliga lerjordar likaväl som alla sandartade jordar i detta hänseende skulle klassificeras lika. Samma mullhaltsgränser användas sålunda t. ex. för såväl lättlerorna som för de mycket styva lerorna.

Frågan angående de mullblandade mineraljordarnas klassifikation synes mig endast kunna lösas på två olika sätt. I det ena fallet göres indelningen uteslutande efter den mekaniska sammansättningen, och därigenom bli gränserna för de mullfattiga, mullhaltiga och mullrika jordarna lika för

såväl de sandartade jordarna som för de olika lerjordarna. I det andra fallet göres en fullt genomförd indelning efter matjordens fysikaliska egenskaper, och härvid måste mullhaltsgränserna sättas olika först och främst för de olika slagen av leror men även för de olika sandartade jordarna. Då emellertid de olika matjordstypernas fysikaliska egenskaper äro ofullständigt kända, torde det vara lämpligast att åtminstone tills vidare fasthålla vid en indelning efter mekanisk sammansättning. Enär jag genomgående sökt följa en dylik indelningsprincip inom hela klassifikationssystemet i övrigt, har denna naturligtvis av mig tillämpats även vad beträffar matjordarnas klassifikation. I detta samband bör emellertid ytterligare betonas, att en viss bestämd mullinblandning i en mineraljord har helt olika inflytande på jordarten beroende på mineralsubstansens sammansättning. Det erfordras sålunda t. ex. en betydligt högre mullhalt i en mycket styv lera än i en mellanlera, för att jordarten i fråga skall få karaktären av lättbrukad jord.

Matjordens färg. Grövre och finare jordar visa ej samma mörkfärgning vid en och samma mullhalt. Finare jordpartiklar täcka nämligen mer eller mindre mullfärgen. Särskilt gäller detta ler och mjäla. En sandjord har sålunda redan såsom mullfattig en tämligen mörk färg, under det att t. ex. en mullhaltig styv lera gör intryck av att vara mullfattig. De mullhaltiga starkt mjäliga jordarna ha ävenledes en tämligen ljus färg.

Olika humusformer ha dessutom olika färg. Den mull, som uppkommer av gyttjesubstans, har sålunda en betydligt ljusare färg än andra mullformer. En lerig gyttjemulljord kan t. ex. till färgen likna en mullhaltig lerjord o. s. v.

Med avseende på *de olika matjordstypernas förekomst och utbredning* må anföras följande. De mullfattiga mineraljordarna återfinner man i allmänhet på de torra grus- och sandjordarna. Inom lerjordsområdena förekomma de uppe på backar eller på backsluttningar invid åkergränserna, där matjordslagret vanligen är grunt och där alven ofta plöjes upp. Matjorden har alltid en mer eller mindre ljus färg, särskilt vad beträffar de finare sandartade jordarna och lerorna.

De mullhaltiga jordarna äro våra vanligaste matjordstyper och äro karakteristiska genom sin mer eller mindre mörkgrå färg. Gränsen mellan de mullhaltiga och mullrika jordarna ligger vid 6 procent mull. Denna gräns synes mig vara väl vald, enär på våra lerjordsområden i allmänhet mullhalten synes ligga under denna gräns.

De mullrika jordarna förekomma vanligen i de lägre liggande delarna av ett åkerområde, där marken före odlingen var sank och där en kraftig humusbildning ägde rum. De skilja sig från de mullhaltiga jordarna genom en tydligt mörkare grå färg, som, då jorden är starkt fuktig, såsom efter regn, är nästan rent svart.

På våra täckdikade åkerfält äro de mullrika jordarna endast att betrakta såsom mycket labila jordartstyper, där mullhalten inom kort kommer att sjunka under 6 procent. I matjordar med jämförelsevis hög mullhalt kan

man nämligen i allmänhet steg för steg följa mullhaltens så småningom skeende minskning i våra i hög kultur stående åkerjordar. Den mullhaltiga matjorden, åtminstone inom lerområdena, är därför i motsats mot alla andra matjordstyper med större mullinnehåll vår stabila matjordstyp, till vilken dessa andra jordar förr eller senare komma att övergå.

Gränsen mellan de mullblandade mineraljordarna och de mineralblandade mulljordarna har lagts i enlighet med Atterberg vid 15 procent mull med hänsyn till, att en matjord med en högre mullhalt skulle mera hava karaktären av mulljord. Denna gräns torde vara ganska lämpligt vald, om man avser ett medeltal för de olika jordarterna. En sandjord ger sålunda karaktären av mulljord vid en betydligt lägre mullhalt (jfr t. ex. Ramann 1911, sid. 170) och detsamma synes även vara förhållandet med lättlerorna, under det att de mycket styva lerorna visa lerjordskaraktär ända upp till c:a 25 procents mullinblandning (jfr sid. 123, plasticitet).

De mineralblandade mulljordarna återfinner man i allmänhet i kanten av torvmarkerna såsom en mer eller mindre bred zon mellan de mullrika mineraljordarna och de egentliga mulljordarna eller torvjordarna. Alven under de mineralblandade mulljordarna är i detta fallet en mineraljord eller humusblandad mineraljord (t. ex. gyttjeleror eller dyga ler- eller sandartade jordar). Mineralblandade mulljordar kunna emellertid även erhållas genom sand- eller lerkörning av mulljordarna.

Mulljordarna äro matjordstyper, som förekomma ovanpå de egentliga humusjordarna (högförmultnade torvslag, dy eller gyttja). Utgöres matjorden övervägande av mer eller mindre oförmultnad torv, benämnes matjorden efter det torvslag, som bildar densamma (t. ex. mosstorv eller vissa slag av kärrtorv). Matjorden på t. ex. en lågförmultnad vitmosstorv benämnes sålunda mosstorv eller mosstorvjord (jfr sid. 74).

Om de mullblandade mineraljordarnas mullhalt i förhållande till jordens mineralsubstans, gäller i allmänhet den regeln, att ju grövre en jordart är ju lägre är mullhalten eller ju finare en jord är och ju större lerhalt, som ingår i densamma, desto större är mullprocenten. Denna regel gäller emellertid endast vid jämförelse mellan olika jordarter med ungefär samma relativa höjdläge samt under förutsättning att klimatet genomgående är likartat. I en sänka, där grundvattenytan ligger nära markytan, är därför matjorden inom ett sandjordsområde ofta mullrik. Inom jämförelsevis plana sand- eller lerjordsområden äro däremot sandjordarna i allmänhet mullfattiga eller möjligen svagare mullhaltiga, under det att lerjordarna i regel äro mullhaltiga jordar. Mullfattiga styva leror har jag ej påträffat med undantag av i det undre matjordsskiktet. Likaså torde de mycket styva lerjordarna i allmänhet vara mullrika.

Orsaken till ovan anförda sakförhållande ligger däruti, att mullens sönderdelning sker hastigare i de grövre än i de finare jordarna på grund av de förstnämndas större genomsläpplighet för luft och vatten, varigenom syretillgången blir rikligare. Även en mekanisk nedslamning genom de jäm-

förelsevis stora hålrummen eller porerna i en grövre jordart torde vara en medverkande orsak.

Från ovan anförda regel bilda de lerfria moränjordarna i allmänhet ett undantag. Man skulle kunna förmoda, att dessa jordar på grund av sin sandartade karaktär vanligen skulle uppvisa en lägre mullprocent. Detta synes emellertid i allmänhet ej vara fallet. Högt liggande moränmojordar äro nämligen ofta mullrika, vilket även synes gälla för en del andra osorterade, sandartade matjordstyper. Förklaringen härtill måste ligga i jordens osorterade beskaffenhet, vilken ger åt jordarten en lägre porositet, varigenom lufttillträdet minskas.

Alv.

Benämningen alv har bland det praktiska jordbrukets män en mycket skiftande användning. En del avse därmed den under matjorden liggande mineraljorden (sand eller lera o. s. v.) och innefatta ej häri de olika torvmarksjordarna. Andra däremot avse endast en hård och uttorkad lerjordsalv, under det att en mindre uttorkad och plastisk lera, som ligger omedelbart under matjorden, benämnes blott och bart lera. I vissa delar av landet användes alv endast såsom benämning för den humusfria, luckra eller hårt packade moränjorden o. s. v. — Av praktiska skäl synes det emellertid vara mycket lämpligt att ha en kollektivbenämning för samtliga de jordarter, såväl mineraljordar som humusjordar, vilka bilda underlaget för matjorden.

Alven har stundom definierats, som det under matjorden liggande jordlagret så långt ned, som detta har ensartad geologisk karaktär. Alven kan emellertid i sin övre del t. ex. utgöras av ett tunt sandskikt av en eller annan decimeters mäktighet samt underlagras av lera. Alven skulle sålunda i detta fallet enligt nyss nämnda definition få en starkt begränsad utbredning i vertikal led, vilket naturligtvis ej kan vara meningen.

Gränsen mellan matjord och alv är stundom ganska svår att bestämma. I förutvarande sprickor i alvens övre del kan sålunda mullsubstans eller matjord ofta vara nedslammad. Mullen förekommer emellertid ej homogent inblandad i denna horisont, vilken alltså är att hänföra till alven. I förutvarande sankmarker är alvens övre del mer eller mindre dyanrikad (humuspodsol eller sumpjord). Kolloidala humusämnen ha här vandrat ned från ovanliggande humuslager, och alvens övre del har impregnerats av finfördelade humuspartiklar. Det har uppstått en sekundär dyanrikning, vilken i likhet med nyss anförda mullanrikning i huvudsak försiggått utefter grövre eller finare sprickor i leralven, enär dyanrikningen är störst utefter de gamla sprickytorna och saknas mer eller mindre i lerpartierna mellan sprickorna. Den dyanrikade leralven har i fuktigt tillstånd en nästan rent svart färg.

Vid klassificering av åkerjordar ur jordbrukssynpunkt måste förutom till matjorden även hänsyn tagas till alven, enär dennas sammansättning och egenskaper i mycket hög grad inverka på åkerjordens produktionsförmåga.

Vid beskrivningen av alven i en markprofil angivas därför de olika jordlagren, som följa på varandra, varvid lämnas uppgift på deras mäktighet och djup under markytan. Utom med avseende på sammansättning, färg, skiktning (varvighet) och dylikt bör man även söka tolka jordartens uppkomstsätt, enär detta ofta är av mycket stor betydelse och understundom lämnar förklaringen till en del frågor, vilka ej enbart kunna lösas vid en mekanisk analys av jordarten i fråga. Markens lutningsförhållanden samt jordmånstypen (urlakad, rostfärgad eller humusanrikad jord etc.) böra angivas. Sprickbildningen i alven är dessutom av betydelse, vad beträffar jordartens genomsläpplighet (jfr Ekström och Flodkvist 1926). I övrigt bör grundvattenytans läge samt torrskorpans mäktighet i en lerjord angivas. En faktor, vilken är av stor betydelse för en åkerjords avkastningsförmåga, särskilt i fråga om moränjordarna är alvens luckringsgrad.

Jordartsschema.

Här nedan framlägges det klassifikationsschema över svenska åkerjor-
dar, vilket jag sedan i det följande kommer att närmare utveckla.

- I. Mineraljordar (alvjordar).
 - A. Sorterade eller ofullständigt sorterade mineraljordar.
 - Block- och stenjordar.
 - Grus- och sandjordar (grövre sandartade jordar).
 - Mo- och mjälajordar (finare » »).
 - (Svagt leriga jordar.)
 - Leriga jordar eller lättleror.
 - Plastiska lerjordar

| | |
|---|-------------------|
| { | Mellanlera. |
| { | Styv lera. |
| { | Mycket styv lera. |
 - B. Osorterade mineraljordar eller moränjordar.
 - Lerfria moränjordar.
 - Moränlättleror.
 - Moränmellanleror.
- II. Humusblandade mineraljordar (alv- och matjordar).
 - Gyttjiga, dyiga eller torvblandade mineraljordar (alvjordar).
 - Mullblandade mineraljordar (matjordar).
 - Underavdelning: Kemiska sediment.
- III. Mineralblandade humusjordar (alv- och matjordar).
 - Mjäliga gyttjor och lergyttjor (alvjordar).
 - Sandiga, mjäliga eller leriga dyjordar (alvjordar).
 - » » » » torvjordar (alv- eller matjordar).
 - » » » » mulljordar (matjordar).
- IV. Humusjordar (alv- och matjordar).
 - Gyttjor (alvjordar).
 - Dyjordar »
 - Torvjordar (alv- och matjordar).
 - Mulljordar (matjordar).

I motstående schema över de svenska åkerjordarnas indelning efter mekanisk sammansättning har huvudindelningsprincipen varit den större eller mindre humushalten i förhållande till jordens mineralsubstans. Matjordar och alvjordar äro därför här sammanförda under de fyra stora huvudgrupperna. I schemat ingår dessutom i allmänhet endast de olika jordartsgrupperna, under det att de olika jordartstyperna och deras terminologi kommer att behandlas i den efterföljande beskrivningen. I denna komma i övrigt matjordarna att behandlas i samband med motsvarande alvjordar. I jordartsbeskrivningen har emellertid medtagits icke blott de jordarter, vilka hava en större eller mindre betydelse ur jordbrukssynpunkt, utan även en del andra jordarter, vilka äga betydelse ur praktisk synpunkt i övrigt.

Jordartsterminologien sammanfaller i stort sett med de av Atterberg och Johansson använda benämningarna (jfr sid. 11). Beträffande de avvikelser, som gjorts med avseende på nomenklaturen, må följande anföras.

Användandet av termen lera såsom kollektivbenämning för såväl de plastiska lerjordarna som för lättlerorna torde av praktiska skäl vara att föredraga, enär lättlerorna av jordbrukare och andra alltid hänföras till lerorna. Benämningen mjåla torde numera hava vunnit så stor utbredning, att dess ersättande med termen mjuna ej skulle kunna genomföras. Termerna moleror och mjunleror hava ersatts med benämningen mellanlera, enär lerinnehållet här torde vara den för jordartskaraktären utslagsgivande faktorn, under det att mineralsammansättningen i övrigt torde först komma i andra rummet (jfr Atterberg 1915 och Johansson 1916).

Thaers gamla benämningar kalkjordar och mærgeljordar (jfr sid. 9) ingå ej i jordartsschemat såsom speciella jordartsgrupper. I likhet med Frosterus (1921, sid. 153) anser jag nämligen, att kalkhalten i jorden ej kan betinga en särindelning av jordarterna. Kalkpartiklarna ha emellertid en mycket stor betydelse såsom jordbeståndsdel, och deras närvaro i en jord måste framgå av jordartsbenämningen för de olika jordartstyperna, t. ex. kalkhaltig, styv lera o. s. v. En jord säges vara kalkhaltig, då »fräsning» erhålles vid tillsats av utspädd saltsyra.

Vad beträffar de av mig använda termerna lätt och styv i sammansättningarna lättlera, styv lera o. s. v., bör uttryckligen framhållas, att dessa benämningar ej hänföra sig till en jords mer eller mindre lätt- eller svårbrukbarhet (i motsats mot t. ex. Johanssons terminologi 1914, 1916). De avse endast att ge ett uttryck för olika lers finhetsgrad, speciellt halten av kolloidala lerpartiklar. — Med en *lerfri jord* menar jag en jordart, i vilken ler saknas eller blott ingår med en mindre procenthalt samt att kolloidalt ler praktiskt taget saknas.

Mineraljordar.

Mineraljordarna kunna efter lerinnehållet uppdelas i fyra klasser: *lerfria mineraljordar*, *svagt leriga mineraljordar*, *leriga mineraljordar* eller *lätbleror* samt *plastiska lerjor-*

d a r. Dessa klasser sönderfalla sedan i olika jordartsgrupper, vilka karakteriseras därav, att de överbäggande utgöras av en viss bestämd kornfraktion — med undantag för lerorna, där den större eller mindre halten av kolloidalt ler är utslagsgivande. I naturen saknas emellertid jordarter, som uteslutande äro uppbyggda av mineralpartiklar av en bestämd och begränsad kornstorlek. Efter den större eller mindre inblandningen av andra kornfraktioner kan varje jordartsgrupp uppdelas i mer eller mindre sorterade jordartstyper. Allt efter sorteringsgraden kan därför särskiljas sorterade, ofullständigt sorterade och osorterade jordarter.¹

Denna olikhet i jordarternas sorteringsgrad har visat sig vara betingad av deras genesis eller uppkomstsätt. *De osorterade jordarterna* äro sålunda våra samtliga moränjordar, oberoende av deras sammansättning i övrigt. Några andra utpräglade osorterade jordarter finnas sannolikt ej (med undantag av en del matjordstyper), ehuru en del ofullständigt sorterade jordarter med avseende på sin sammansättning kunna närma sig moränjordarna. — I moränjordarna, vilka äro bildade och transporterade av inlandsisen, ingå samtliga korngrupper såväl grövre som finare.

Med undantag av moränjordarna äro mineraljordarna i allmänhet ganska väl sorterade och hava bildats genom vattnets eller vindens verksamhet. Det finnes emellertid, såsom nämnts, en del jordartstyper, som med avseende på sin sammansättning stå moränjordarna ganska nära, ehuru de i allmänhet mera närma sig de sorterade jordarterna, nämligen *de ofullständigt sorterade jordarterna*. Hit höra en del vågerosionssediment eller strandavlagringar, vilka utbildats invid brantare stränder (jfr Ekström 1924, sid. 53—55). Vågorna svalla i detta fallet ned från stränderna samtidigt såväl grovt som fint material, och, om vattnet invid stranden är jämförelsevis djupt och lugnt, blir detta liggande kvar i tämligen osorterat skick. Dyliga avlagringar äro ej sällsynta. Hit höra grusiga och sandiga lättleror samt av vågorna nedsköljd och obetydligt bearbetad morän, vilken av kvartärgeologerna i allmänhet benämnes »svallgrus», »svallad morän» eller »falsk morän» (jfr Halden 1923 b). Svallgruset torde emellertid i huvudsak vara en in situ ursköljd morän, bildad därigenom, att vågorna endast förmått bortföra det finaste materialet, under det att det grövre ligger kvar såsom en restbildning.

Till de ofullständigt sorterade jordarna får man i allmänhet även räkna matjordarna ovanpå de sandartade jordarna, även om dessa senare skulle visa en hög grad av sortering. Enligt undersökningar av Hesselman, Tamm och Frosterus (jfr Tamm 1920 och däri anförd litteratur; Frosterus 1916) har det visat sig, att de övre, av jordmånsprocesserna berörda markskikten i de sandartade jordarna genomgående ha en betydligt högre halt av finare material än undergrunden. På grund av att den fysikaliska och kemiska vittringen är avsevärt större i matjorden än i alven, får därför mineralsub-

¹ Sauramo (1923) har vid studiet av lervarvens mekaniska sammansättning i glacial lera i södra Finland infört benämningarna diaktakta (sorterade) och symmikta (osorterade) varv. Han åsyftar härmed sorteringsgraden inom de olika delarna av lervarvet, men ej lervarvets eller jordartens mekaniska sammansättning i sin helhet.

stansen i matjordslagret i ifrågavarande jordarter till sin mekaniska sammansättning karaktären av en finare jord än motsvarande alv. Detta har jag även konstaterat vid närmare undersökningar av matjordens och alvens beskaffenhet inom en och samma profil och där matjorden med all sannolikhet ursprungligen haft samma finhetsgrad som alven. Ovanpå en ren sorterad grovmo har sålunda matjorden ofta en ganska hög halt av finmo (mullblandad mojord), och en finmo blir mer eller mindre mjälig (mullblandad mjälig finmo eller moig mjäla). I stort sett kan dessutom sägas, att ju grövre jorden är, ju mindre sorterad är matjorden. För en del sten- och grusjordar (isälvs- eller strandavlagringar) har jag sålunda funnit osorterade matjordar med moränsammansättning (jfr jordprov H 570 och H 587 etc., tab. 2).

För *de sorterade jordarterna* måste man förutsätta, att vattnets eller vindens transportförmåga varit i det närmaste konstant under tiden för ifrågavarande jordarts bildning eller också att moderjordarten varit en sorterad jordart. De starkast sorterade jordarterna torde i allmänhet vara de finare isälvsavlagringarna och flygsandsjordarna. Den mest utpräglat sorterade jordart, som jag påträffat, var en postglacial grovmo (V 1022), vilken ursprungligen bildats av glacial grovmo. I detta fallet ha vi alltså en upprepad bearbetning och sortering genom vattenströmmars och vågors verksamhet.

För närmare karakterisering av de ovan anförda sorteringsgraderna använder jag mig av de siffror, som erhållas vid den mekaniska jordanalysen eller procenthalten av de i jordarten ingående kornfraktionerna. För de lerfria mineraljordarna har jag på grundval av de av mig utförda slammingsanalyserna gjort följande sammanställning:

| | Summan av två förhärskande och bredvid varandra liggande undergrupper. | Antal undergrupper, som äro > 2 %. |
|---|--|------------------------------------|
| Sorterade, lerfria mineraljordar | 61—97 % | 2—5 |
| Ofullständigt sorterade, lerfria mineraljordar | 57—67 » | 6—7 |
| Osorterade, lerfria mineraljordar (lerfria moränjordar) | 33—47 » | 8—10 |

Till förtydligande av ovanstående sammanställning må följande påpekas. Ju mera sorterad en jordart är, inom ju snävare kornstorleksgränser ligga jordpartiklarna. En sorterad jord kommer sålunda att bestå av ett färre antal kornfraktioner, av vilka en eller några få visa ett högt procenttal, under det att andra kornfraktioner antingen helt och hållet saknas eller också ingå med en mycket liten procenthalt. Inom de osorterade jordarterna ingå däremot mer eller mindre samtliga korngrupper, och procenthalten för de förhärskande kornfraktionerna blir därför jämförelsevis låg. — Vid de för sammanställningen gjorda beräkningarna ha block ej medtagits, och dessutom ha huvudgrupperna sten och ler ej uppdelats, varvid sålunda erhållits

10 undergrupper. Summan av de två förhärskande undergrupperna har för de osorterade jordarna beräknats på block- och stenfri jord, varigenom denna summa blir något för hög. Dessutom har jag tagit summan av de två förhärskande och bredvid varandra liggande undergrupperna och ej procenthalten av en huvudgrupp, enär huvudmassan av partiklarna kan ligga på gränsen mellan två huvudgrupper.

Frågan om huru många undergrupper, som få ingå i en sorterad jordart för att denna fortfarande skall anses vara sorterad, är däremot svårt att avgöra. Även i de styvaste leror förefinnes ofta ett och annat sand- eller gruskorn, ja till och med enstaka block eller stenar, utan att detta på något sätt ändrar jordartens karaktär. Likaså finnes i en av isälvarna väl sorterad sand alltid en obetydlig halt av finare partiklar. Vid de lägsta procentalen kan således ej göras något avseende. I ovanstående sammanställning har jag förslagsvis satt gränsen vid 2 procent, enär jag vid de gjorda sammanställningarna funnit denna vara tämligen karakteristisk.

I lerorna ingå förutom ler även mer eller mindre mjäla och mo. Dessa tre korngrupper äro alltså de för lerorna karakteristiska kornfraktionerna. Jag benämner därför de leror, där dessa äro allenarådande, för sorterade lerjordar. De leror åter, i vilka en jämförelsevis stor halt av sand eller en hög halt av grovmo (c:a 40 %) ingår, under det att block och sten samt ofta även grus saknas, benämnas ofullständigt sorterade leror (sandlättilera och grovmolättilera). I de osorterade lerorna eller moränlerorna ingå däremot samtliga kornfraktioner från block till och med ler.

För åskådliggörande av en jordarts mekaniska sammansättning har av Odén (1915) inom markläran införts den s. k. fördelningskurvan. Denna grafiska framställningsmetod ger en säkrare och snabbare inblick i jordarternas sorteringsgrad. Vid uppritandet av fördelningskurvan, som göres på millimeterrutat papper, avsättes logaritmen för partikeldiametern på abskissan, varvid likvärdiga kornfraktioner komma att representeras av lika stora stycken av denna linje. Sedan därefter en viss ytenhet blivit vald, uppritas kurvan så, att den yta, som å ena sidan ligger mellan de ordinator, som gå genom en viss kornfraktions gränsvärden och å andra sidan begränsas upptill av kurvan och nedtill av abskissan, kommer att utgöras av det antal ytenheter, som kornfraktionens procenttal anger. Den yta, som begränsas av kurvan i sin helhet och abskissan, blir därför = 100 eller lika för alla jordarter.

Till grund för de av Odén uppgjorda fördelningskurvorna ligger en uppdelning av jordarterna i ett mycket stort antal kornfraktioner från 0.2μ och uppåt. En dylik kurva blir naturligtvis synnerligen representativ och belysande för jordarten i fråga. Vid de av mig i det följande anförda fördelningskurvorna har jag utgått från de Atterbergiska korngrupperna, varvid lergruppen ($< 2\mu$) ej uppdelats. Partiklarnas fördelning inom denna grupp kan därför ej grafiskt åskådliggöras, varför lerhalten anges genom en kvadratisk yta.

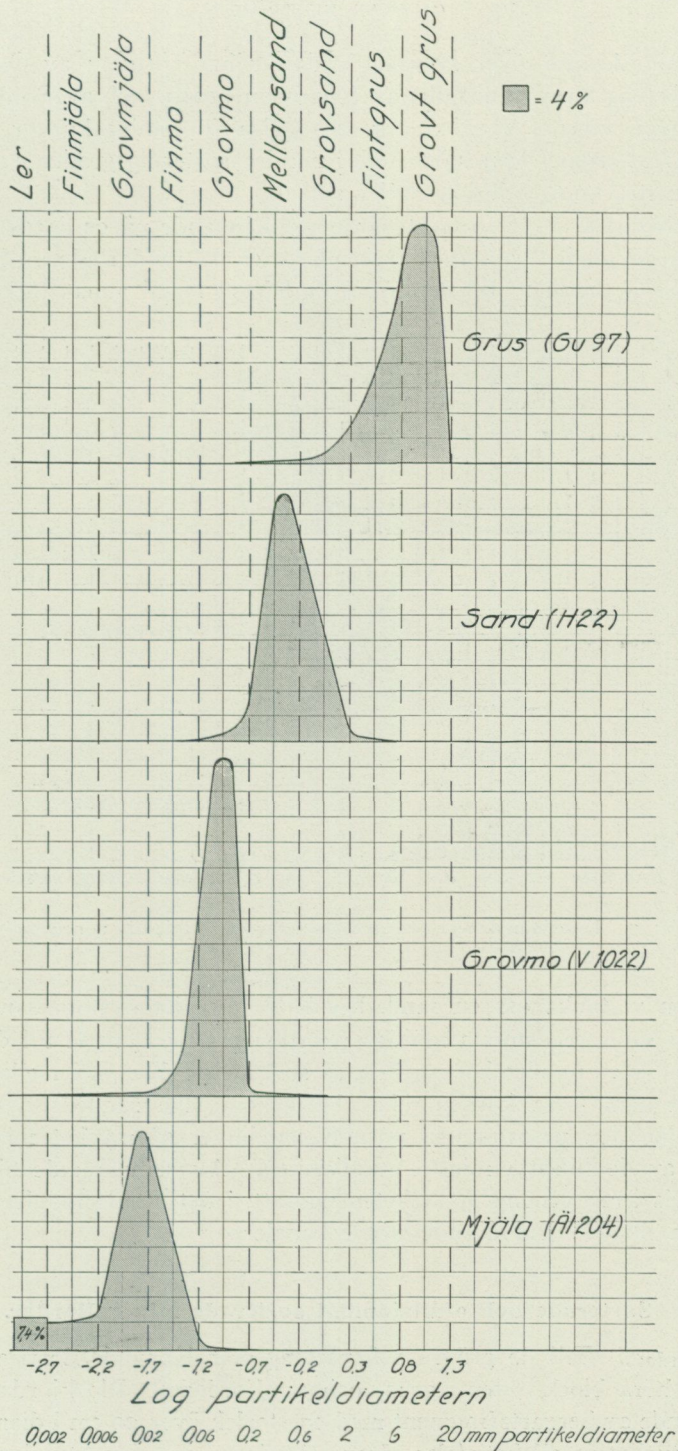


Fig. 2. Fördelningskurvor för sorterade, lerfria mineraljordar.

Fördelningskurvor över svenska jordarter har förutom av Odén (i ett flertal arbeten) även framställts av Johansson (1919) och av Frödin (1919) — (jfr även Hörner 1927). Fig. 2—6 visa fördelningskurvor för olika slags mineraljordar. Den större eller mindre sorteringsgraden framgår av kurvans utsträckning i höjdled eller sidled.

Undersökningar över sorteringsgradens inflytande på en jords porvolym och genomsläpplighet hava med avseende på en del sandartade jordar utförts av Johansson (1919). Johansson anför härvid bland annat följande (sid.

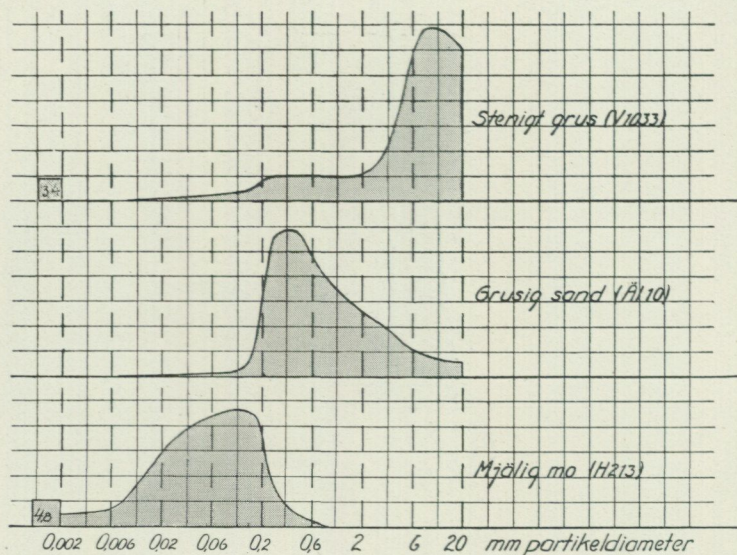


Fig. 3. Fördelningskurvor för ofullständigt sorterade, lerfria mineraljordar.

15): »Om vi tänka oss en sand, bestående av idel likstora sandkorn, så har denna sand den största möjliga porvolymen, men om vi till denna tillsätta korn av en mindre kornstorlek, så små att de få rum i mellanrummen mellan de jämnstora kornen, ökas härigenom icke sandens ursprungliga volym, utan den ursprungliga porvolymen bliver så mycket mindre, som volymen av de tillsatta mindre sandkornen. Av samma anledning bliver naturligtvis även genomsläppligheten nedsatt, i det att de mindre sandkornen täppa till de förutvarande större kanalerna.»

Sorterade och ofullständigt sorterade mineraljordar.

Blockjordar. Till de grövre och vattengenomsläppande, lerfria mineraljordarna hör block-, sten-, grus- och sandjordarna. Blockjordarna bestå övervägande av bergartsfragment med en storlek över 20 cm i diameter. De sakna naturligtvis all betydelse såsom åkerjord, men äro stundom skogbärande. Tämligen ren blockjord påträffas ofta såsom ras (»ur», talusbild-

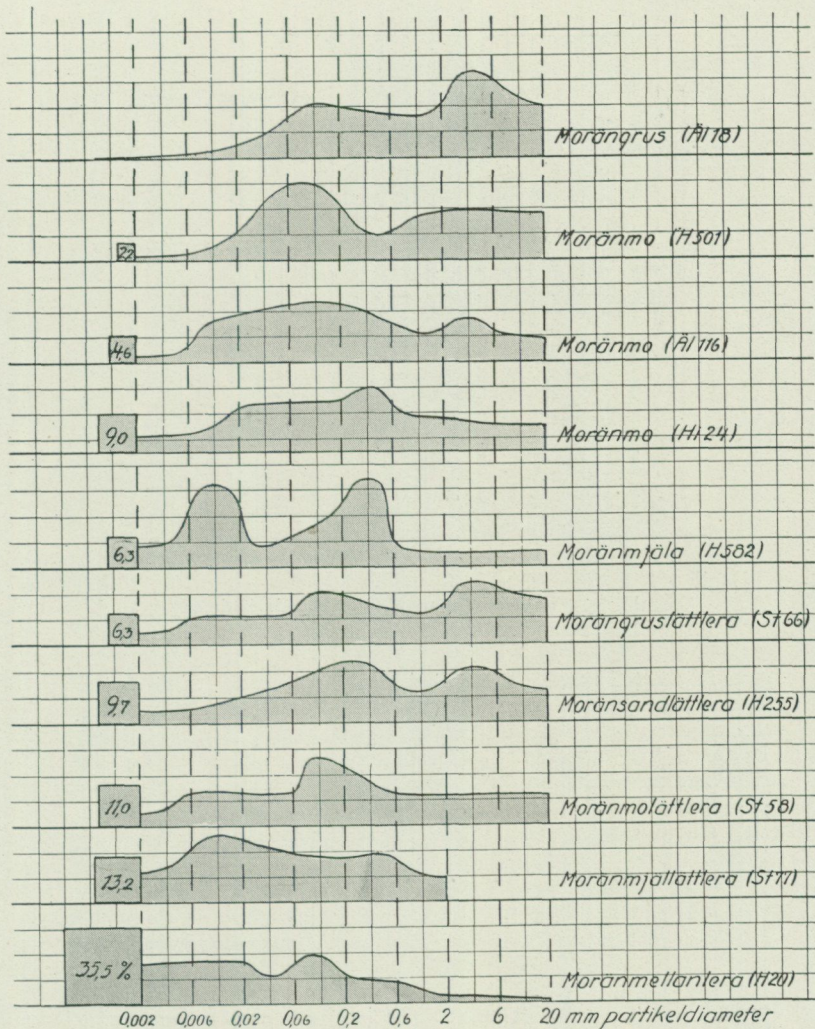


Fig. 4. Fördelningskurvor för osorterade jordar (olika slag av moränjordar).

ningar) nedanför bergbranter och uppkommer genom frostens sönderprä-
 gande inverkan på berghällen. Av samma orsak är berget inom en håll-
 mark ofta i ytan söndersprucket i större eller mindre block, vilka kvarligga in
 situ. Genom vågnas verksamhet blir moränen ofta i ytan, särskilt på slutt-
 ningar, helt borteroderad med undantag av själva blocken, som bli liggande
 kvar (restblock). Moränen kan dessutom primärt understundom utgöras av
 mer eller mindre rena blockanhopningar (moränblock). En isälvsavlagring
 kan ehuru mycket sällsynt vara en ren blockjord, bestående av rundade
 block. Vid katastrofala sjötappningar kunna dessutom mer eller mindre rena
 blockanhopningar uppstå. Gamla flodbottnar («forsbottnar») bestå ofta av

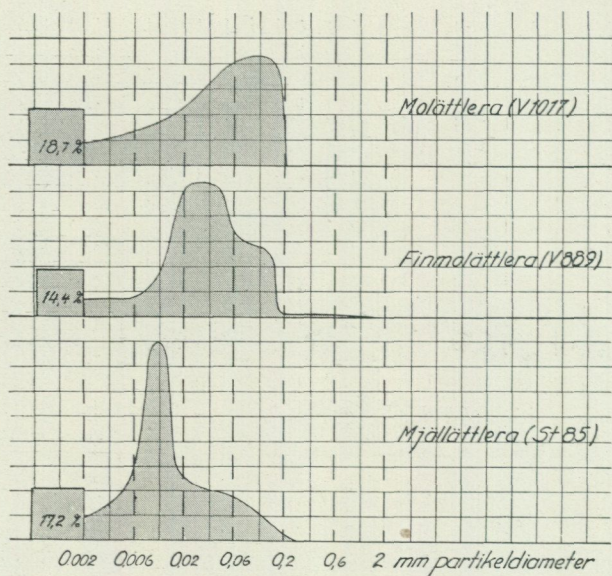


Fig. 5. Fördelningskurvor för sorterade lättlor.

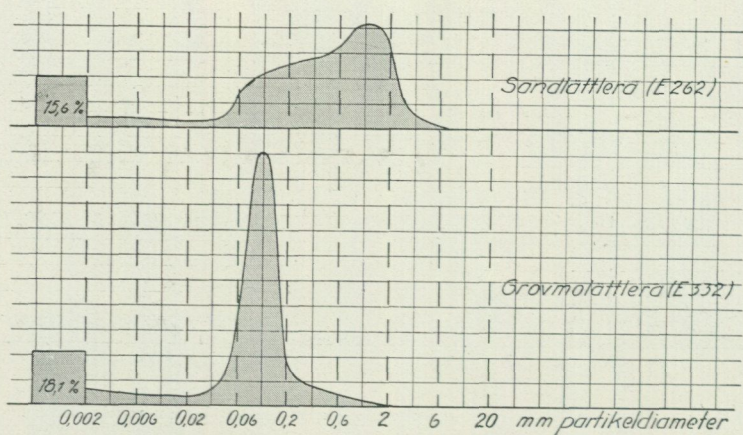


Fig. 6. Fördelningskurvor för ofullständigt sorterade lättlor.

rena blocksamlingar, vilka övervägande torde vara restbildningar eller uppkomna genom det finare materialets bortsköljning ur en morän.

Stenjordar. Bestå till övervägande del av jordbeståndsdelar av 20—2 cm i storlek. Typisk stenjord påträffas ofta i isälvsavlagringar samt såsom strandklapper invid nuvarande eller forntida sjö- eller havsstränder. I förra fallet äro stenarna mer eller mindre tydligt rundade, rullstenar. I senare fallet äro de vanligen flata och benämnas klapperstenar.

I de fall då en ganska stor halt av finare jordbeståndsdelar ingår i sten-

jorden, användes denna ofta såsom åkerjord. — Rundade mindre stenar användas vid betonggjutningar under benämningen singel och uppdelas i *fin singel* (2—4 cm) och *grovsingel* (4—10 cm). Enligt en annan vid murbruksfabrikerna använd uppdelning indelas singel i singel n:r 1 (2—4 cm), singel n:r 2 (4—6 cm) och singel n:r 3 (6—10 cm).

Matjorden är vanligen på grund av vittringen en mer eller mindre osorterad jord, *mullblandad osorterad stenjord* (H 570, H 587) eller *mullblandade sandiga* eller *moiga stenjordar*. De gå jämte en del andra grövre jordartstyper vanligen under benämningen grusjord, klapperstensjord eller knapeljord. Stenjordarna höra till de sämre åkerjordarna, vilka äro i behov av mycket regn, särskilt under försommaren, samt stark gödsling. Stenarna slita jordbruksredskapen hårt och göra jorden i viss mån svårbrukad, enär de i synnerhet efter rikligare regn packa sig tämligen hårt. Å andra sidan bidra stenarna till att åt jorden bibehålla en viss fuktighet, enär de avbryta vattnets kapillära ledning uppåt och därigenom skeende avdunstning. Emellertid torde även motsatsen kunna inträffa i de fall, då de äro utsatta för direkt solstrålning. Härvid magasinera stenarna stora mängder värme samt leda dessutom värmen bättre än omkringliggande jord, varvid de verka brännande eller uttorkande på vegetationen. Då stenarna ligga tätt lagrade intill varandra, hindra de dessutom växtrötternas nedträngande i jorden. — På stenjordarna odlas potatis och råg.

Grusjordar. Bestå övervägande av korngruppen grus (20—2 mm). Genetiska jordartstyper äro isälvsgrus, strandgrus, fluvialt grus («sväm-grus») samt vittringsgrus. Övergångstyper till närstående jordarter äro *stenvigt grus* och *sandigt grus*. Grusjordarna kunna dels vara ganska väl sorterade, såsom framför allt i isälvsavlagringar (Gu 97, Äl 22, H 21), dels ofullständigt sorterade (t. ex. ofta i strandgrus, V 1033 sid. 144). Deras huvudsakliga praktiska betydelse torde ligga i deras användning såsom väglagningsmaterial, på grund av jordens stora genomsläpplighet för vatten. Sandigt grus och grusig sand användas inom byggnadstekniken under benämningen *betonggrus* (jfr tab. 3).

De sorterade och ofullständigt sorterade grusjordarna ha en mycket ringa vattenkapacitet och nämnvärd kapillaritet saknas (< 5 cm). Ren grusjord kan därför ej komma till användning såsom åkerjord och är även såsom skogsjord föga avkastande (tallhed). Den sandiga grusjorden odlas däremot understundom och användes huvudsakligen såsom potatisjord, i vilket fall den på grund av jordens torra och varma beskaffenhet ger en tidig skörd. De *mullblandade sandiga grusjordarna* (Gä 25) äro lättbrukade men näringsfattiga. De mullfattiga och mullhaltiga grusjordarna likaväl som motsvarande grusiga sandjordar, grovsandjordar och moränmo benämnas ofta i praktiken blott och bart grusjord.

En speciell grusjordstyp är skalgruset, som nästan uteslutande utgöres av kalkskal (jfr Halden 1923 a). — Våra av urbergarter uppkomna vittringsjordar torde i allmänhet utgöras av grus, som är mer eller mindre uppblandat med finare material. Enär de egentliga vittringsjordarna i vårt land ej sy-

nas spela någon roll såsom åkerjordar, komma de ej nu av mig att närmare beröras.

Sandjordar. Sandjordarna, vilka till övervägande del utgöras av partiklar av 2—0.2 mm och dessutom sakna ler, höra liksom sten- och grusjordarna till de torra och vattengenomsläppande jordarterna samt benämnas vanligen »brännsand». Liksom de nyss nämnda jordarna äro de mycket fattiga på växtnäring och fordra stark gödsling. De kräva ävenledes riklig nederbörd för att kunna lämna en någorlunda god skördeavkastning. Sandjordarna äro lättbrukade samt utpräglade potatis- och rågjordar.

Till sandjordarna höra dels *grovsand*, dels *mellansand* beroende på om kornstorleken i huvudsak ligger över eller under 0.6 mm. I naturen förekomma emellertid dessa ofta blandade med varandra, i vilket fall jordarten kan benämnas blott och bart *sand* (Äl 95, Äl 73, H 22, St 11). Övergångstyper äro *stenig sand*, *grusig sand* (Äl 10) och *moig sand*. Den senare jordartstypen torde i allmänhet böra särskiljas från de rena sandjordarna, enär en inblandning av mo i sanden i avsevärd grad ändrar jordens fysikaliska egenskaper (Johansson 1913).

Sandjordarna förekomma i naturen såsom isälvssand, strandsand, fluvial sand (»svämsand») samt flygsand. Den fluviala sanden är emellertid ofta torvblandad eller dyig och tillhör i så fall de humusblandade mineraljordarna. Flygsanden är i allmänhet en finare mellansand eller moig mellansand (jfr Hörner 1927 och däri anförd litteratur). *Grovsandens* kapillaritet är omkring 0.1 m. Vattengenomsläppligheten är stor. Grovsandjorden och den grusiga sandjorden benämnas ofta grusjord. En stenig sandjord kallas i Skåne »kampermylla» eller »kampmylla».

Mellansanden har även den en jämförelsevis låg kapillär stighöjd för vatten (c:a 0.2 à 0.3 m). I likhet med grovsanden är den en vattengenomsläppande jord. Endast c:a 5 volymprocent vatten kvarhålls. Mellansanden kan ej i motsats till grovmon under någon längre tid hålla sig fullmättad med vatten. På grund av den ringa kapillariteten uttorkas den lätt av vindarna och blir en för torka mycket känslig jord. I nederbördsrika trakter är den däremot vid tillräcklig gödsling en duglig åkerjord (Atterberg 1903).

Förutom såsom åkerjord och skogsmark har sanden praktisk användning vid tegel- och glastillverkning etc. *M u r s a n d* är en sorterad sandjord, i vilken ingår övervägande grovsand, under det att *p u t s s a n d e n* består övervägande av mellansand (jfr tab. 3).

M a t j o r d e n inom sandjordsområdena benämnes inom jordbrukspraktiken vanligen blott och bart »sandjord» och är ofta mullfattig. De mera mullhaltiga och mullrika sandjordarna gå vanligen under namnet »sandmylla». Matjorden är i regel en *mullblandad sand* eller *mullbl. moig sand*.

Förutom potatis och råg odlas på mellansandjordarna i vissa fall (i fuktigt läge) med fördel även rovor och vårsäd. På grund av den jämförelsevis stora genomsläppligheten för vatten är den ej i behov av dränering. Den mullfattiga-mullhaltiga moiga mellansanden synes vara en betydligt mera

flygbenägen jord än den mullfattiga-mullhaltiga mellansanden. Vid högre mullhalt upphäves emellertid sandjordarnas flygbenägenhet i avsevärd grad.

Mojordar. Bestå övervägande av korngruppen mo, under det att ler praktiskt taget saknas.

Motermens ursprungliga betydelse synes hava varit en fin, icke lerig, stoftartad sand (jfr H. von Post 1855; Högbom 1902). Mosand är en äldre, numera ej använd, geologisk term, som betecknade en del sandiga, postglaciala sjöavlagringar. I våra dagar användas benämningarna mo, mosand eller tallmo ofta av jordbrukare m. fl. för en mellansand (i synnerhet om den är rostig eller järnanrikad), som har ett torrt och högt läge och därför ej lämpligen odlas utan i vanliga fall är skogbärande. Med mo mena därför jordbrukarna ofta en på grund av sitt läge sämre sandjord, som ej är användbar såsom åker.

Den grövre och finare mon visa så stora olikheter med avseende på de fysikaliska egenskaperna, att en uppdelning av mon i jordarterna *grovmo* och *finmo* torde under alla förhållanden vara nödvändig. Mo såsom jordartsterm kan dock lämpligen användas för övergångstyperna mellan *grovmo* och *finmo*. Till de sorterade mojordarna höra förutom *grovmo* (St 12, V 1022), *finmo* (H 220) och *mo* (Äl 120) även *sandig grovmo* (H 218, St 13) och *mjällig finmo* (Äl 122, Äl 131). De ofullständigt sorterade jordarterna äro *sandig mo* och *mjällig mo*.

De distalt avsatta isälvsavlagringarna utgöras i allmänhet av mo. Sålunda uppbyggas de glacialfluviala deltaavlagringarna ofta av *grovmo*, och bottenskikten i den glaciala leran bestå i regel av *grovmo*-, *finmo*- eller *mjälaskikt* omväxlande med *lerskikt*. De postglaciala moavlagringarna hava vid landhöjningen bildats därigenom att vågorna bearbetat och omlagrat de ovan nämnda glaciala avlagringarna.

Grovmon består övervägande av korngruppen *grovmo* (0.2—0.06 mm). Sandkornen ligga här på gränsen för det makroskopiska seedet. Betraktar man jorden på något avstånd från ögat kunna de enskilda kornen ej särskiljas från varandra, för så vitt de ej särskilt fixeras. Jordarten har stundom sandens vanliga rödaktiga färg, ehuru tämligen svag rödfärgning. I andra fall har den en mera ljusgrå färg (jämför sid. 21). Glimmerkorn och mörka mineralpartiklar kunna för blotta ögat tydligt urskiljas i motsats mot i *finmon*. Jordarten förekommer alltid i enkelkornsstruktur och bildar ej klumpar eller kokor, utan förhåller sig till det yttre som en vanlig sandjord, varför den åtminstone förr alltid sammanförts med sandjordarna under benämningen sand.

Grovmon benämnes ofta av jordbrukare för *finsand* eller »syrsand», det senare på grund av sin vattenbehållande förmåga. Den förmår nämligen enligt Atterberg att kvarhålla en betydande mängd nederbörd, utan att släppa denna mot djupet. Kapillariteten uppgår till 0.5 à 1.0 m. *Grovmon* kan sålunda lyfta vatten ända från 1 m djup, av vilken orsak den ej så lätt lider av torka. På grund av den jämförelsevis höga kapillariteten bildar *grovmon* i allmänhet ej *flygsand*. Den uttorkar nämligen ej så hastigt i

ytan, varför den lätt beklädes med en rik vegetation och därigenom ej blir åtkomlig för vinderosionen (Atterberg 1903).

I motsats till sandjordarna är grovmon ofta i behov av dränering. Med avseende på sina fysikaliska egenskaper är den sannolikt vår bästa åkerjord och framför allt torde den vara vår bästa trädgårdsjord på grund av sin luckra beskaffenhet och därigenom, att den ej bildar kokor eller klumpar. Grovmons godartade fysikaliska egenskaper motverkas emellertid därav, att den liksom alla andra sandartade jordar är tämligen näringsfattig.

I grovmon liksom stundom även i finmon påträffar man någon gång mer eller mindre kraftiga ortstensbildningar («ahl-bildning»). Genom stark rost-anrikning och dylikt ha härvid de sandartade jordpartiklarna i alvens övre del sammankittats, varvid ett mer eller mindre sammanhängande lager av ortstenar utbildats. Ett dylikt stenlager kan i hög grad nedsätta jordens avkastningsförmåga, enär det förhindrar växtrötternas nedträngande i alven. Ortstenslagrets uppbrytning genom alvluckring är här att förorda.

Vad beträffar matjorden är denna ofta med avseende på mineral-substansen något finare, d. v. s. mera finmohaltig än underliggande alv. Matjorden ovanpå grovmojordarna är därför antingen en *mullblandad grovmo* eller en *mullblandad mo*.

På grovmojordarna odlas med fördel potatis, råg och rovor och stundom även havre. I motsats mot finmon slammas den ej igen i ytan, dikena flyta ej igen och några uppfrysningsfenomen ha ej iakttagits på höstsädesfälten. Alven är lös och lucker, och åkerjorden är varmare, varvid grödan kommer hastigare till utveckling och mognad än på finmon. Under regniga år lämnar grovmon i regel också bättre skördar än finmon.

Finmon har som övervägande beståndsdel kornfraktionen finmo (0.06—0.02 mm). Jordpartiklarna äro här så fina, att de ej kunna uppfattas för blotta ögat. De kunna tydligt särskiljas från varandra först med någon förstoring under lupp. För känseln verkar emellertid finmon sträv och sandig i motsats mot mjälan. I torrt tillstånd bildar den vanligen ganska stora klumpar eller kokor, vilka emellertid äro mycket lätta att trycka sönder till ett fint pulver. I fuktigt tillstånd är den till färgen ljusgrå och har en konsistens, som mycket erinrar om vanligt fönsterkitt. Då jorden är torr, har den en mycket ljus grå färg, för så vitt den ej genom sekundära anrikningar av t. ex. järnoxid eller humus blivit gulbrunt eller mörkt färgad. Orsaken till att finmon i motsats till sandjordarna och delvis grovmon har en så ljus färg beror på (jfr sid. 21), att fältspatkornens röda färg ej kan förnimmas för ögat, då jordpartiklarnas storlek är mindre än 0.1 mm (enl. Frosterus 1912) eller 0.06 mm (enligt Atterberg 1903). Någon större olikhet i fältspathalt förefinnes emellertid ej mellan de olika sandartade jordarna. Finmon likaväl som grovmon, mjälan och de grövre sandartade jordarna ha i stort sett samma kemiska sammansättning eller granitens sammansättning (Tamm 1920) och äro sålunda rena krossningsprodukter av våra urbergarter.

Enligt Atterberg är kapillariteten hos finmon omkring 2 m, och den kapil-

lära stighöjden under 1 dygn är c:a 1.2 m. Ingen av de sandartade jordarna visar hastigare kapillär rörelse av vatten än finmon. Den är därför under kortare torrperioder den förmånligaste jordarten, enär den på ett dygn kan uppförda vatten från något mera än 1 m djup. I detta avseende kommer vid kortare torrperioder grovmon och vid längre torrperioder mjälan närmast efter finmon. Finmon visar i motsats mot grövre jordarter tendens att koagulera för koksalt- och kalklösningar (Atterberg 1903).

I fuktigt tillstånd är finmon liksom mjälan på sätt och vis formbar, men försöker man rulla ut ett stycke av den kittartade finmodegen till en tråd, så går denna nästan omedelbart sönder. Man kan möjligen erhålla en tråd av c:a 6 mm tjocklek.

Karakteristiskt för finmon likaväl som för mjälan är deras stora flytbenägenhet, vilken beror på deras förmåga att hastigt upptaga vatten. Den specifika ytan hos dessa jordarter i motsats till lerornas är mycket liten. De kunna därför ej binda större mängder vatten, varför det i finmon och mjälan upptagna vattnet till allra största delen är fritt eller obundet vatten, varvid jordarten övergår i en halvflytande massa, »flytlera» eller »jäslera». Vid tillförsel av större mängder vatten till en grovmo upptages ej detta i någon större utsträckning, utan avrinner så småningom genom de jämförelsevis stora hålrummen i en dylik jordart. Grovmon besitter sålunda förmågan att till en viss grad dränera sig själv.

I torrt tillstånd gör jordarten intryck av att vara en mycket fin sand (i motsats mot mjälan), men i fuktigt tillstånd har den — ytligt sett — en viss lerkaraktär (i motsats mot grovmon). — Finmon går under mycket olika benämningar: mycket fin sand, lerblandad sandjord, lättlera o. s. v. Bland jordbrukarna har jag hört benämningen »görsand» (Värmland och Dalsland) eller »mjäll» (södra Småland). — Huvudbeståndsdelen i flygmon eller lössavlagringarna utgöres av finmo (Hörner 1927 och däri anförd litteratur).

Finmon är en näringsfattig jord och därför i behov av stark gödsling. På densamma odlas med fördel råg och klöver men även t. ex. vårsäd. Potatis lär däremot i allmänhet ge ett ganska dåligt skördeutbyte. Finmon är lätt att bearbeta, vilket även kan ske, då jorden är mycket fuktig. Den är emellertid då i motsats mot grovmon jämförelsevis tungbearbetad, på grund av dess ganska höga vattenkapacitet. Finmons flytjordsegenskaper visa sig däruti, att diken flyta igen och höstsåden fryser upp. I motsats mot grovmon slammas den ofta igen vid regn och packar sig därvid tämligen hårt i ytan.

På de mera rena finmojordarna blir *matjorden* i allmänhet en *mullblandad, mjälig finmo* (Äl 90, Äl 133). Med tillräckligt djupt matjordslager och en jämförelsevis hög mullhalt samt tillräcklig dränering och ordentlig gödsling lämnar finmon bra skördar. Övre delen av alven blir stundom på grund av järn- och humusanrikningar tämligen hård och svårgenomtränglig för växtrötter.

Mjälajordar. *Mjälän*¹ (Äl 204) har såsom övervägande beståndsdel korngruppen mjäla (0.02—0.002 mm), under det att lerhalten är obetydlig. I torrt tillstånd har den en mycket ljust grå, nästan rent vit färg och bildar vanligen stora sammanhängande kokor eller klumpar, vilka äro ganska lätta att trycka sönder till ett mjölliknande pulver, som ej för känseln kännes strävt. I fuktigt tillstånd är den något mörkare och har en ljusgrå färg samt får vid tillräcklig vattenhalt en klibbig, i viss mån lerartad konsistens, men blir ej seg eller plastisk utan »kort i brottet». Den går i praktiken vanligen under benämningarna »lerblandad sand» eller »sandblandad lera», lättlera, vitlera, skogslera, björklera, skabblera o. s. v. och sammanföres ofta med de egentliga lättlerorna. Ett flertal av de nyss anförda benämningarna har den också gemensamt med lättlerorna.

Enligt Atterberg är mjälajordarnas kapillaritet mycket hög, flera meter, men den kapillära stigningen går jämförelsevis sakta (50—15 cm på 1 dygn). Nederbörden sjunker i en fuktig mjäla mycket långsamt. *Mjälän* är också en jordart med tämligen hög vattenkapacitet. Vid frysning blir därför völymökningen ofta ganska stor (frysjord). *Mjälän* leder ej vattnet så raskt mot markytan som finmon, men vattentillförseln är i stället mera ihållande (Atterberg 1903).

Av erfarenheten vet man, att mjälorna likaväl som övriga starkt mjäligen jordarter, såsom mjällättlerorna, äro näringsfattiga jordar. Atterberg ansåg detta bero därpå, att rothåren ej förmå intränga mellan de jämförelsevis fina porerna mellan mjälapartiklarna, varigenom hela förrådet av lättlösliga växtnäringssämnen ej blir åtkomligt för växterna. Dylig jord skulle därför behöva innehålla en större mängd växtnäringssämnen än de grövre sandartade jordarna, för att den skulle kunna fylla växternas behov därav.

I geologiskt hänseende uppträder *mjälän* huvudsakligen i den glaciala lerans undre del, vilken i allmänhet utgöres av omväxlande mjäla och lerskikt i synnerhet i rullstensåsarnas närhet. Såsom postglacial avlagring synes den vara mycket mera sällsynt, under det att den leriga *mjälän* eller *mjällättleran* är desto vanligare. Så är åtminstone förhållandet inom södra och mellersta Sverige.

Mjälän är oftast mer eller mindre finmohaltig, varjämte övergångstyper till den svagt leriga *mjälän* och *mjällättleran* äro mycket vanliga.

Av Fegeaus (1890) undersökningar framgår, att jordarten i en del norrländska älvdalar huvudsakligen utgöres av mjäla och finmo samt övergångstyper mellan dessa. Enligt Fegeaus och Atterberg (1903a, sid. 250) benämnas dessa jordarter av ortsbefolkningen *mjäla*, *mjuna*, *sandmjuna*, *lermjuna*,

¹ Till *mjälajordarna* har jag förut även räknat finmon, varvid en uppdelning gjordes i grovmjäla (0.06—0.02 mm) och finmjäla (0.02—0.002 mm). Enligt N. J. F:s jordartskommitté är ävenledes *mjäla* en stofffin jordart till övervägande del sammansatt av korngrupper inom gränserna 0.06—0.002 mm; saknar plasticitet och innehåller vanligen föga ler; flytjordskaraktär (Frosterus 1923). Jordarterna grovmo, finmo och *mjäla* äro emellertid tre ganska väl karakteriserade jordarter, ehuru naturligtvis talrika övergångstyper finnas. Finmon står i vissa fall grovmon närmare, under det att den i andra fall mera hör tillsammans med *mjälän*. Det torde därför, så vitt man ej lägger huvudvikten vid flytjordsegenskaperna, vara likgiltigt huruvida man placerar finmon i den ena eller den andra av de båda jordartsgrupperna. Jag har därför följt den av Atterberg uppdagna gränsen mellan mo och *mjäla*.

vesa, kvicksand, kvicklera o. s. v. Vad beträffar de av Fegraeus utförda slammingsanalyserna av de norrländska jordarna synas dessa emellertid — på grund av en oriktig beräkningsmetod — enligt Atterberg (1903a, sid. 249) vara felaktiga, i det de lämna ett alltför högt värde på de finare kornfraktionerna. Jordarterna skulle alltså vara något grövre än vad som framgår av Fegraeus analystabeller.

Mjälän är en av våra sämsta åkerjordar beroende på att den är mycket näringsfattig och ganska svårbrukad samt nästan omöjlig att dika och dränera. Höstsäd kan vanligen ej odlas på densamma, enär den visar stark och utpräglad benägenhet för uppfrysning. — *M a t j o r d e n* är en *mullblandad mjäla*.

Svagt leriga jordar. Såsom övergångstyper mellan de lerfria mineraljordarna och lättlerorna har uppställts gruppen *svagt leriga jordar*. Denna grupp äger naturligtvis sitt stora berättigande ur den synpunkten, att endast ett obetydligt inslag av kolloidalt ler i en jordart — framför allt i grövre och medelgrova sandartade jordar (sand och grovmo) — ganska avsevärt ändrar jordartens karaktär. Vid jämförande undersökningar av matjord och underliggande alv från olika delar av vårt land har det visat sig, att matjorden med avseende på mineralsubstansens sammansättning i lerjordarna ofta har en något lägre halt av kolloidalt ler än underliggande alv, även då matjorden och alven ursprungligen varit en och samma jordart, beroende på lerets borttvättning eller nedslamning eller också på lerpartiklarnas s. k. åldring (jfr även Frosterus 1916). Inom de områden, där alven utgöres av en typisk lättlera är därför matjorden i allmänhet en svagt lerig jord, varför denna jordart såsom matjordstyp är en ganska vanlig företeelse.

Till de sorterade, svagt leriga jordarna, vilka i huvudsak äro postglaciala avlagringar, få räknas *svagt lerig mo*, *svagt lerig finmo* och *svagt lerig mjäla*, under det att *svagt lerig sand* och *svagt lerig grovmo* o. s. v. äro ofullständigt sorterade jordarter.

De svagt leriga, ofullständigt sorterade jordarna synas hava en mycket obetydlig utbredning och torde endast förekomma lokalt nedanför starkare sluttningar. Ett exempel på ett dylikt vågerosionssediment är den svagt leriga sanden. Leret är emellertid här i allmänhet ej jämnt fördelat inom jordarten, utan förekommer i form av större eller mindre klumpar eller bollar. Jordarten borde därför snarare benämnas sand med lerstycken. Vid jordartens bildning ha vågorna samtidigt nedsköljt, dels sand, dels lera, varvid lerbollarna blivit inbäddade i sanden. Moderjordarten har sålunda i detta fallet varit två olika jordarter.

På grund av mjäläns och delvis mons redan i och för sig tämligen fin-korniga beskaffenhet blir övergången mellan t. ex. mjälän och mjällätleran ganska vag. Det är därför mycket svårt att särskilja den svagt leriga mjälän såsom en bestämd jordartstyp. På grund härav och enär de ovan nämnda, ofullständigt sorterade jordtyperna inom denna klass äro mycket sällsynta såsom åkerjordar, har jag ofta varit i tvivelsmål om, huruvida uppställan-

det av gruppen svagt leriga mineraljordar — vad beträffar åkerjordarna — vore berättigat. Vad beträffar t. ex. jordartsklassificering vid lokala fältförsök o. d., där det gäller att begränsa antalet jordartstyper till det minsta möjliga, torde denna jordartsgrupp tills vidare kunna lämnas utan avseende. Vid mera ingående jordartsundersökningar bör däremot hänsyn tagas även till en mindre inblandning av kolloidalt ler i jordarten.

I de fall, då jag ej ansett ett närmare särskiljande av ifrågavarande jordarter vara nödvändigt, har jag sammanfört övergångstyperna mellan de tydligt lerfria mineraljordarna och de typiska lättlerorna till den senare klassen, vilket även skett i ifrågavarande avhandling.

Leriga jordar eller lättleror. Lättlerorna närma sig med avseende på de fysikaliska egenskaperna de plastiska lerjordarna. Halten av kolloidalt ler är emellertid jämförelsevis obetydlig och ej tillräcklig för att lättlerorna skola bli i egentlig mening plastiska, d. v. s. lerdegen kan ej utrullas till en tråd, som är mindre än 2 mm (jämför sid. 122, plasticitet).

Lättlerorna kunna uppdelas i *sand-, grovmo-, mo-, finmo- och mjällättleror* (se tab. 1) beroende på vilken korngrupp, som är den dominerande inom jordarten i fråga. Härtill komma även moränlättlerorna, vilka behandlas under rubriken moränjordar. Mo-, finmo- och mjällättlerorna hava den ojämförligt största utbredningen och räknas av mig till de sorterade jordarterna (jfr sid. 40). Sand- och grovmolättlerorna åter höra till de osorterade vågerosionssedimentens grupp och äro därför endast lokalt utbildade samt spela såsom åkerjordar en mycket underordnad roll. Vid en grövre uppdelning av jordarterna torde ett särskiljande av de olika lättlerorna ej behöva ifrågakomma, när sålunda finmo och mjåla eller de flytbenägna kornfraktionerna i regel utgöra huvudbeståndsdelarna, och någon större olikhet ej förefinnes mellan mo-, finmo- och mjällättlerorna.

Lättlerorna äro i allmänhet postglaciala sjöavlagringar, som kommit till avsättning på jämförelsevis grunt vatten i närheten av den forna sjöstranden. Inom områden, som ligga nedanför den marina gränsen, utgöras därför lersluttningar upp emot morän- och bergspartier vanligen av denna lera. Vad beträffar de olika postglaciala lättlerornas sammansättning, så har denna varit betingad dels av moderjordartens eller moderjordarternas sammansättning, dels av den dåvarande strandens mer eller mindre starka lutning samt dels även av strandens mer eller mindre öppna läge, varigenom vågerosionen blivit större eller mindre.

Den glaciala lerans bottenvarv eller lerans undre eller först avsatta del går ävenledes i allmänhet i dagen invid moränsluttningar och på backarna. Dessa bottenvarv utgöras vanligen av mäktigare mo- eller mjålaskikt omväxlande med tunnare lerskikt. Vid dessa skikts hopblandning, t. ex. vid uttagandet av ett s. k. generalprov (typiskt genomsnittsprov), erhålles oftast en lättlera. Då emellertid dessa olika skikt ej förekomma blandade med varandra — utom i själva matjorden och möjligen den allra översta delen av alven — blir den glaciala lättleran en helt annan jordartstyp än den jämförelsevis homogena, postglaciala leran. Förekommer därför tydlig varvig-

het i en jordart bör detta angivas; i detta fall t. ex. lättlera, glacial mjäla med lerskikt. Vid uttagandet av ett generalprov bör även tillses att proportionsvis lika stora delar av de finsandiga eller mjäligena som av de leriga skikten medtagas.

Mo- och mjällättlerorna äro till färgen gråvita och benämnas oftast björklera, skogslera, backlera, vitlera eller skabblera. De äro karakteristiska genom sin flytbenägenhet och näringsfattigdom. De förekomma, såsom förut nämnts, i allmänhet på sluttningar upp emot moränområdena, där grundvattnet vanligen ligger lågt, men bilda understundom även plana fält. Den övre delen av alven är under torrperioder hård och uttorkad (jfr Aarnio 1921). På grund av den låga halten av kolloidalt ler är den även föga söndersprucken samt tät och därigenom nästan ogenomtränglig för växtrötterna.

Benämningen björklera torde härleda sig därav, att lättleran ofta går i dagen invid högre belägna åkerkanter, som begränsas av skogs- eller hagmark och där björken i allmänhet växer. Björklera skulle alltså vara en lera, på eller invid vilken björken växer. Namnet kan emellertid även tänkas hava uppkommit därav, att lerans färg i stort sett överensstämmer med färgen på björkstammarna (jfr även Atterberg 1915, sid. 515).

De i praktiken använda termerna björklera, skogslera, backlera o. s. v. synas beteckna en bestämd petrografisk jordartstyp (lättleran), vilken genetiskt sett kan vara bildad på olika sätt och kan sålunda vara en såväl glacial som postglacial lättlera. H. von Post (1855) anför också, att den hårda och magra lera, som jordbrukarna benämna backlera, björklera o. s. v., tillhör i de flesta fallen den varviga eller glaciala leran men kan även vara en yngre lera.

De *mullblandade lättlerorna* (se tab. 2) äro i regel tämligen lättbrukade. Vid låg mullhalt och då de äro starkt uttorkade samt hava en tät struktur äro de dock svårbrukade. Utgöres alven ävenledes av lättlera få vi en åkerjord, som i allmänhet anses vara en av våra sämsta åkerjordar med ogynnsamma såväl fysikaliska som kemiska egenskaper. Är däremot alven en styvare och näringsrikare lera och om matjorden har en jämförelsevis hög mullhalt — vilken kombination är ganska vanlig — så är åkerjorden en av våra bästa.

En företeelse, som jag observerat hos de mullhaltiga lättlerorna, men som borde närmare studeras, är den understundom inträdande *skorpbildningen* i själva ytlagret (jfr även Johansson 1916, sid. 76). I ett fall hade sålunda strax efter höstsädesådden kommit mycket regn, vilket efterföljdes av en torr period. Det bildades då en omkring $\frac{1}{2}$ cm mäktig ytskorpa, genom vilken groddplantorna ej förmådde tränga upp, förrän fältet blivit harvat. Genom regnets mekaniska bearbetning av den övre delen av matjorden erhöles denna en tät enkelkornsstruktur (»slammades igen») och övergick efter torkningen till ett hårt och kompakt lager. Man får antaga, att halten av utflockande salter såsom kalkföreningar och dylikt är mycket obetydlig i lättlerorna på grund av dessa jordars ringa adsorptionsförmåga. Detta torde hava varit en i väsentlig grad bidragande orsak till jordens

igenslamning. Skorpbildningens intensitet och förekomst på olika leror har jag dock ej varit i tillfälle att närmare utreda.

Plastiska lerjordar. De plastiska lerorna uppdelas i *mellanlera*, *styv lera* och *mycket styv lera* och skilja sig från lättlerorna genom en högre lerhalt och därmed följande plasticitet. Med tilltagande lerhalt få de en mörkare färg. Mellanleran har sålunda ungefär i likhet med lättleran en tämligen ljus grå färgton, under det att den styva och i synnerhet den mycket styva leran blir mera rent grå. Då lerorna äro starkt vattenhaltiga eller hava en blöt och såpig konsistens (inom den under torrskorpan liggande såplerehorisonten), bli de betydligt mörkare, och på grund av att järnet här ingår i form av tvåvärdiga järnföreningar (leran har ej varit utsatt för oxidation) har såpleran även en blåaktig färg (»blålera»). Färgen är i allmänhet mörkare och skarpare blågrå eller gråblå, ju styvare leran är. De glaciala lerorna ha till skillnad från de postglaciala nästan genomgående en tydlig nyans i brunt eller rött, vilket man även vanligen kan iakttaga på såväl naturfuktiga som torkade såplereprov av glacial lera. Västkustens glaciala lera är dock ofta mörk av ingående svaveljärn (jfr Halden 1923a, sid. 51). Vår äldsta postglaciala lera, Ancyclusleran, har också i allmänhet en mycket mörkt gråblå, stundom nästan rent svart färg.

Lerorna, framför allt de styvare, äro i allmänhet rika på växtnäringssämnen framför allt kali men även kalk. På de lättare lerjordarna odlas så gott som alla kulturväxter. De styvare lerjordarna äro utpräglade klöver- och vetejordar.

De plastiska lerorna användas vid tillverkning av tegel, dräneringsrör, kakel, vid murning o. s. v. Mycket styv glacial lera (den allra styvaste och finkornigaste varieteteten) har fått praktisk användning inom klädesindustrin såsom s. k. valklara (H 549).

Mellanleror. Mellanlerorna (se tab. 1) skilja sig från de styvare lerorna genom den för blotta ögat tydligt skönjbara högre halten av mjåla eller mo, vilket ger åt lerorna en tämligen ljus färg. Alven torkar ofta ut tämligen starkt, men blir dock i allmänhet ej så hård och kompakt som i lättlerorna.

Lerhalten uppgår i allmänhet till mellan 28 och 40 procent. Resten utgöres av mjåla eller mo. Någon större inblandning av sand har jag ej påträffat hos mellanlerorna, varför dessa sålunda kunna uppdelas i m o- och m j å l m e l l a n l e r o r och underavdelningar av dessa. Denna uppdelning torde emellertid i vanliga fall ej behöva ifrågakomma. Däremot torde en uppdelning av mellanlerorna efter lerinnehållet i *lättare* och *styvare mellanlera* i vissa fall vara lämplig.

Våra yngre postglaciala leror (t. ex. Litorinaleran och Vänerleran) äro ofta i övre delen en mellanlera till ungefär 0.5 m under markytan och övergå sedan nedåt till styv lera. Den glaciala mellanleran, som oftast är tydligt varvig, har inom vissa områden en ganska stor utbredning. I synnerhet är detta fallet inom områden, som ligga ett stycke nedanför marina gränser, såsom inom vissa delar av Värmland och angränsande provinser.

M a t j o r d e n ovanpå mellanlerorna är *mullblandade lättleror* eller *mull-*

bl. mellanleror (tab. 2). — De mullblandade mellanlerorna jämte de mullblandade lättlerorna äro de vanligaste matjordstyperna i våra lerområden och ha i allmänhet en mullhalt, som ligger mellan 3 och 6 procent d. v. s. äro mullhaltiga jordar.

Styva leror. De styva lerorna (se tab. 1) skilja sig från mellanlerorna genom det för ögat föga märkbara inslaget av mo eller mjåla. De verka även i fuktigt tillstånd mera sega och ha ej lättlerornas och mellanlerornas ljusa färgton. Förutom ler, som ingår med c:a 40—60 procent i leran, utgöras de av mjåla och finmo samt någon gång även till en del av grovmo. Sand saknas däremot praktiskt taget.

Den undre delen av de yngre postglaciala lerorna är, såsom förut nämnts, i allmänhet en styv lera, men påträffas då vanligen först på c:a 0.5 m under markytan, men bildar även understundom alvens övre del. Den glaciala leran, som i allmänhet har en rödaktigt brungrå eller chokladbrun stundom tegelröd färg har en ganska stor utbredning, såsom inom betydande områden av Västmanland och Värmland (den röda Bergslagsleran). — I vissa fall är den tydligt varvig och består av ljusa mjåla- och mörkgrå lerskikt av omkring $\frac{1}{2}$ cm mäktighet.

M a t j o r d e n ovanpå den styva leran (se tab. 2) är på backar och övre delen av sluttningar i allmänhet en *mullfattig-mullhaltig mellanlera* eller *lättilera*. På plana fält och i sänkor är däremot matjorden vanligen en *mullhaltig-mullrik styv lera* eller *mellanlera*. Vid analys av matjordarna i förra fallet erhåller man i vanliga fall en jämförelsevis låg hygroskopicitet i förhållande till den genom slamningsanalysen erhållna lerhalten och mineralsubstansens sannolika ursprungliga beskaffenhet. Detta måste antagas bero därpå, att det kolloidala leret genom s. k. åldring genomgått irreversibla förändringar och därigenom fått karaktären av grövre ler eller mikroler. Detta inträffar sålunda företrädesvis i lerjordar med högt läge och där jorden är utsatt för stark uttorkning och solstrålning. Ett exempel härpå visar jordprovet H 402, som är en mullhaltig lättlera (på gränsen till mellanlera), under det att alven är en styv glacial lera, vilken med all sannolikhet även primärt bildat själva ytskiktet (jfr i övrigt sid. 87).

Mycket styva leror. De mycket styva lerorna (se tab. 1) ha en lerhalt, som i allmänhet är större än 60 procent. Återstoden utgöres av mjåla och till en del av mo. Dessa senare partiklar göra sig emellertid ej märkbara vid makroskopisk granskning av lerprovet, utan täckas helt och hållet av de fina lerpartiklarna. Den mycket styva leran är i fuktigt tillstånd mycket seg och »beckig» (»becklera») och har nästan alltid en plastisk och ej uttorkad alv. Ur dräneringssynpunkt utgör den ett tämligen svårlöst problem. På grund av den höga halten av kolloidala mineralpartiklar slammas nämligen alla sprickor och hålrum igen inom den övre delen av torrskorpan vid de tillfällen, då jorden är mättad med vatten. De övre jordlagren bli härigenom nästan fullkomligt ogenomsläppliga för det nedsjunkande ytvattnet (jfr Flodkvist och Ekström 1926, sid. 11).

Inom de lägre liggande delarna av mellersta Sveriges åkerbruksprovinser

samt inom delar av vissa större forntida issjöområden (t. ex. i Jönköpings-trakten) är den övre eller yngsta delen av den glaciala leran en brungrå, mycket styv lera. Den går här ofta i dagen, för så vitt den ej täckes av yngre leror eller blivit borteroderad vid landhöjningen. Ancyclusleran, som i allmänhet är en mycket styv lera men av en mörkt blågrå färg, går i allmänhet i dagen endast inom smärre områden och synes därför såsom åkerjord ej hava så stor betydelse.

Matjorden ovanpå den mycket styva glaciala leran (se tab. 2) är inom lokalt högre belägna områden, backar eller torra sluttningar, i allmänhet en *mullhaltig mellanlera* eller någon gång till och med en *mullfattig—mullhaltig lättlera*. I senare fallet torde emellertid ett tunnare skikt av mo, mjäla eller lättlera eller dylikt ha blivit avsatt vid landhöjningen ovanpå leran samt sedermera inplöjt eller inblandat i densamma. I sänkor och på mer eller mindre plana fält synes matjorden i allmänhet utgöras av *mullrika* (eller *mullhaltiga*) *styva—mycket styva leror*. Vad beträffar den mycket styva leran som matjordstyp, så torde den i regel vara mullrik (jfr sid. 34). Mullfattiga eller mullhaltiga mycket styva leror har jag ej påträffat och torde nog vara sällsynta.

Den mycket styva leran har på grund av jordens höga lerhalt och dess stora adsorptionsförmåga en hög halt av växtnäringsämnen. Trots den i allmänhet höga mullhalten är den, för så vitt den ej på grund av frostens luckrande inverkan fått en kornig struktur, som ofta är fallet på våren, mycket svårbrukad och under vissa perioder till och med omöjlig att bearbeta med plogen. Ett exempel härpå är den s. k. Vadsboleran i Västergötland, som är en mullrik mycket styv lera (H 26), underlagrad av glacial, mycket styv lera (H 17). Vadsboleran är en av vårt lands allra styvaste åkerjordar och med avseende på dess regionala utbredning sannolikt vårt styvaste lerjordsområde i stort. Men även i de andra mellansvenska åkerbruksprovinserna förefinnes denna lerjordstyp, ehuru i allmänhet inom mindre områden. Östergötlands »dungjord» är sålunda ofta en mullrik mycket styv lera (Gu 153, Gu 88) och alven mycket styv lera (glacial lera eller Ancycluslera, Gu 165). I allmänhet synes dock den såsom dungjord benämnda matjordstypen antingen vara mera mullrik än Vadsboleran eller också är mineralsubstansen en styv lera (se tab. 2). De styvaste dungjordstyperna, som äro ungefär av Vadsbolerans typ, särskiljas emellertid av jordbrukarna från den normala dungjorden och benämnas i allmänhet mycket styv dunglera eller »beckdung» (Gu 161). Dungjordsalven är oftast dyanrikad och till färgen nästan svart, beroende på att dungjordsområdena före odlingen voro sankmarker (jfr sid. 35), och synes även den benämnas »beckdung» (Gu 156).

Sorterade mineraljordar eller moränjordar.

Moränjordarna uppdelas i lerfria moränjordar, moränlättileror och moränmellanleror. Såsom övergångstyp mellan de båda förstnämnda grupperna kan man även särskilja de svagt leriga moränjordarna.

Moränjordarna intaga en särställning inom mineraljordarna på grund av deras osorterade beskaffenhet och därigenom, att de, med undantag av själva ytlagren, äro hårt och kompakt lagrade, varigenom porvolymen blir betydligt mindre än hos andra jordarter. Vid benämningen av en jordart bör om möjligt, såsom förut framhållits, samtliga de jordbeståndsdelar komma till uttryck, vilka ge jordarten dess karaktär. Detta låter sig emellertid ej göra, vad beträffar moränjordarna, enär samtliga korngrupper äro mer eller mindre representerade. På grund härav kan även termen morän användas icke blott som geologisk utan även såsom petrografisk jordartsterm för att särskilja de utpräglade osorterade jordarna från de övriga mineraljordarna. De praktiskt taget lerfria moränjordarna benämnas därvid efter den kornhuvudgrupp, som visar den största procenthalten. De lerhaltiga moränerna erhålla dessutom den lerjordsbenämning, som motsvarar lerinnehållet. Man erhåller därvid sådana termer som morängrus, moränmo, svagt lerig moränmo, moränlättilera, moränmellanlera etc. (Jämför även Högbom 1902, sid. 178.)

Enligt Frosterus mening (1921, sid. 152) böra visserligen de rent geologiska begreppen icke införas i ett schema över jordarternas petrografiska indelning. Denna åsikt måste naturligtvis anses vara fullt riktig. I detta fall torde dock ett undantag kunna göras, enär moränjordarna bilda en ur petrografisk synpunkt enastående väl karakteriserad, och från de andra jordarterna i allmänhet väl isolerad grupp.

Lerfria moränjordar. Vid de mekaniska jordanalyser, som jag utfört på ett flertal lerfria moräntyper från olika delar av landet, har det visat sig, att dessa i allmänhet med avseende på sin sammansättning endast helt obetydligt avvika från varandra, vilket framgår av fördelningskurvorna på fig. 4 samt av analystabellen sid. 142. Kurvans toppunkt eller maximum ligger sålunda i vanliga fall inom mogruppen och närmare bestämt inom undergruppen grovmo. Detsamma synes även gälla vad beträffar finska moränjordar, vilket framgår av de av Aarnio (1926) meddelade slaminingsanalyserna. De lerfria moränerna skulle sålunda övervägande vara moränmojordar. Med avseende på våra åkerjordar torde också termen moränmo kunna användas såsom kollektivbenämning för samtliga lerfria moränjordar, även om t. ex. grus- eller sandprocenten någon gång skulle vara högre än mohalten. Härför talar även den omständigheten, att den närmast markytan liggande delen av moränen eller själva jordmänen på grund av vittringen hos grus- och sandpartiklarna får ett sekundärt tillskott av mo och därigenom mogruppen kommer att ligga i maximum. — Karakteristiskt för de lerfria moräntyperna är förutom den höga mohalten även den jämförelsevis låga procenthalten av ler och mjåla (särskilt finmjåla).

En lerfri morän går inom geologien av gammalt under benämningen morängrus, sannolikt beroende på den alltid tydligt iakttagbara grusinblandningen. Gruset och de andra grövre jordbeståndsdelarna utgöra emellertid endast själva skelettet inom jordarten, under det att finjorden och särskilt mon i huvudsak bliva bestämmande för jordartens karaktär även vad be-

träffar de grövre, lerfria moräntyperna. Moränen hör också mera tillsammans med mojordarna än med grusjordarna. Termen moränmo är därför att föredraga framför benämningen morängrus, om man önskar en kollektivbenämning för de lerfria moränjordarna.

Det olämpliga i att med morängrus benämna alla lerfria moräner har emellertid från andra håll förut framhållits. Sederholm föreslår sålunda redan 1889 (sid. 9 etc.), att den av hög mohalt karakteriserade moränjorden, vilken har stor utbredning såväl i Finland som i Sverige, skulle benämnas moränmo. Denna uppfattning delas även av Högbom (1902).

Förutom *moränmo* finnas emellertid moränjordar, vilka på grund av sin sammansättning kunna benämnas *morängrus*, *moränsand* eller *moränmjåla*. I detta sammanhang bör även påpekas, att samtliga de moränprov, vilka jag insamlat i fält och sedermera närmare undersökt, utgöras av morän in situ och i allmänhet hämtats från den hårt packade undergrundsjorden, och vilka sålunda ej efter sin avsättning bearbetats av vatten eller blivit genom jordmånsprocesserna mer eller mindre förändrade till sin sammansättning. Detta för så vitt ej annorlunda angives.

Moderbergartens beskaffenhet har stor betydelse för moränens kemiska egenskaper. En morän, som är bildad av mera basiska och kalkrika bergarter, såsom olika slag av grönsten, lämnar en bördigare åkerjord än den, som bildats av de sura bergarterna granit och gnejs eller den normala moräntypen. Sandstenen måste ge upphov till en mycket näringsfattig moränjord. Man kan sålunda med avseende på moderbergartens beskaffenhet indela de lerfria moränerna i granit- och gnejsmoräner, grönstensmoräner, sandstensmoräner o. s. v. Endast ett fåtal undersökningar ha emellertid i detta fallet blivit gjorda. För skogsmarkens vidkommande ha de kalkrika grönstens- (hyperit-)moränerna i Värmland studerats av Tamm (1921), vilken även refererar tidigare utförda undersökningar över den olikartade berggrundens inflytande på skogsmarken.

Morängrus. Såsom typ för morängrus må anföras jordprovet Äl 18, vilket är taget i ett grustag i en radialmoränrygg på 1.5 m djup under markytan. I beskrivningen till kartbladet Strålnäs har jag anfört två morängrusjordar (n:r 1 och 2 i tabell 1, Ekström 1924), av vilka åtminstone den första säkerligen är omlagrad. I den av mig 1922 sammanställda »Typsamlingen av svenska jordarter sammanställd vid Sveriges geologiska undersökning» finnes en jord, som felaktigt benämnes morängrus (V 1033). Jordarten är en rostig, ofullständigt sorterad, stenig grusjord («svallad morän»). Förutom den först omnämnda, verkliga morängrusjorden, har jag ej med säkerhet påträffat dylika moränjordar annat än såsom mera tillfälligt grusanrikade, tunnare skikt eller bankar, vilka en eller annan gång kunna iakttagas i moränskärningar.

Moränsand. En moränsands sammansättning visar jordprov Ve 61, som är taget i en moränskärning i sydvästra Blekinge. Jordarten har i huvudsak bildats av kritsandsten, som här bildar berggrunden och som sålunda varit bestämmande för moränjordens sammansättning.

En mekanisk jordanalys av moränsand från Kalmartrakten anföres av Atterberg (1905, sid. 311). Sandhalten är dock här endast en procent högre än mohalten. Bjørlykke (1925, sid. 203) beskriver en moränjordsprofil av moränsandtyp från Norge och enligt Glømme (1926) är också den förhärskande beståndsdel i den norska sparagmitmoränen i regel sand. Karakteristiskt för denna senare moräntyp i jämförelse med den norska urbergs-moränen skulle dessutom vara en avsevärt mindre halt av block och sten.

Moränmo. Den avgjort vanligaste moräntypen i vårt land är utan tvekan moränmon (se tab. 1). Såsom åkerjord betraktad, torde också, såsom förut nämnts, all lerfri morän kunna sammanföras under benämningen moränmo.

Moränmon är vårt lands vanligaste jordart, och inom de högre liggande delarna av landet är den jämte torvjordarna även den vanligaste åkerjorden. Den är även vår förnämsta skogsmarksjord. Uppodlingen av en morän kräver mycket arbete, enär block och grövre stenar först måste föras bort, innan jorden kan bearbetas. Sedan nyodlingsarbetet väl är utfört, blir emellertid moränen en duglig åkerjord, som såväl med avseende på de kemiska som i huvudsak även med avseende på de fysikaliska egenskaperna står framför de lerfria mineraljordarna i övrigt. Den synes sålunda ej vara särskilt fattig på växtnäringssämnen, har en tämligen hög vattenbehållande förmåga och är föga vattengenomsläppande samt visar god kapillär ledningsförmåga för vatten. Även under torra somrar ger den därför i allmänhet en medelmåttig skörd. Den är sålunda ej en »brännsand»-jord. Moränmon torde i regel ej vara i behov av täckdikning, möjligen med undantag av lågt och plant liggande områden, sänkor o. d. I stort sett kan på densamma med fördel odlas flertalet kulturväxter. Klöver och havre lämna sålunda ett gott skörderesultat i motsats mot på sandjordarna. Den torde dock i allmänhet vara i behov av tillförsel av konstgödsel, enär den i jämförelse med de styva lerjordarna är tämligen näringsfattig.

Matjorden, som i allmänhet i motsats mot sandjordarna har en ganska hög mullhalt eller är en *mullhaltig* eller *mullrik moränmo* (se tab. 2), är ur bearbetningssynpunkt lättbrukad. Alvens mer eller mindre luckra beskaffenhet har en mycket stor betydelse. I allmänhet är alvens övre del på grund av växtrötter, frostens inverkan och dylikt uppluckrad och lös till 0.6 å 0.7 m under markytan (lös jätter, »alv»). Under detta djup vidtager i regel den hårt packade moränen (pinmo, pinmo, jätterjord, hård jätter, örjod eller »alvjod»), som är mycket svårgenomsläpplig för vatten och bildar ett nästan ogenomträngligt lager för växtrötterna. Då den kompakta moränen ligger närmare markytan såsom t. ex. på 0.4 m och om dessutom matjorden är tämligen grund och dessutom mera stenig, minskar detta i mycket hög grad moränens värde såsom åkerjord. Det uppluckrade moränlagrets mäktighet likaväl som matjordens djup och mullhalt äro sålunda de för moränmon i allmänhet utslagsgivande faktorerna. — Matjorden benämnes vanligen grusjord, klapperjord eller klappermylla. Är matjordslagret mäktigt samt jorden dessutom mullrik, går den dock vanligen under benämningen svartmylla eller någon gång till och med »mulljord».

Moränmjäla. Moränmjälan (H 582) torde vara en mycket sällsynt moränjord. Vid en högre mjälahalt i en normalt bildad moränjord måste man nämligen på grund av jordens osorterade beskaffenhet förutsätta en så pass hög halt av kolloidalt ler att jordarten blir en moränlera. För moränmjälan torde man emellertid i likhet med vissa andra moräntyper (jfr nedan) få antaga, att moränen delvis bildats vid en isframryckning på bekostnad av förut avlagrade sediment. Vid inlandsisens allmänna tillbakaryckning mot norr under avsmältningsskedet inträdde nämligen ofta ett stillestånd eller till och med en framryckning av iskanten över det område, som isen förut lämnat och där glacial mjäla eller lera avsatts och bildats av det slam, som isälvarna förde ut i sjön eller havet. I senare fallet kom alltså mjälan eller leran att inknådas i isen och blandas med moränmaterialet i övrigt, och jordarten fick karaktären av moränmjäla eller moränlera.

Moränleror. Moränlerorna indelas i *moränlättileror* och *moränmellanleror* (se tab. 1). Styv och i synnerhet mycket styv moränlera torde säkerligen saknas på grund av jordartens osorterade beskaffenhet.

Moränlerorna äro i likhet med de lerfria moränerna hårt och kompakt lagrade samt hava vad beträffar mellanlerorna en fastare plastisk konsistens. På tillräckligt djup under markytan ha de en mer eller mindre blåaktig färg beroende på att leran här ej varit utsatt för oxidation genom luftens syre eller syrehaltigt grundvatten. De i vatten avsatta lerorna eller de sorterade eller ofullständigt sorterade lertyper, vilka behandlats i det föregående, äro visserligen i själva ytlagren mer eller mindre starkt uttorkade, men bli nedåt allt mera vattenhaltiga och lösare och hava i allmänhet från c:a 2 m djup under markytan en mjuk och såpig konsistens (såplera, jfr Ekström och Flodkvist 1926). Hos moränlerorna saknas denna olikhet i konsistens på olika nivåer. De hava i stället med undantag av själva ytlagren en genomgående fastare plastisk konsistens och någon såplerehorisont förefinnes ej. Denna olikhet, som särskilt har betydelse ur hydrologisk synpunkt, samt moränlerornas höga halt av växtnäring o. d. samt för övrigt de fysikaliska egenskaper, som äro betingade av dessa lerors osorterade beskaffenhet, ställer moränlerorna i en särskild klass och särskiljer dem starkt från andra leror. — Moränlerorna äro liksom övriga leror i behov av dränering.

Materialet till moränlerorna har lämnats av våra lerhaltiga bergarter, ler-skiffrar samt kalkstenar o. d., vilka huvudsakligen äro av kambro-silurisk ålder. Kritformationen, keuperbergarter, Visingsöformationen o. s. v. ha emellertid även givit upphov till ifrågakvarande leror. Då inlandsisen skred fram över dylik berggrund upptog den dels det vittringstäckte, som här sannolikt förefanns, men även en del av den fasta berggrunden sönderbröts och inknådades i ismassan. — Moränleror ha emellertid även stundom bildats på bekostnad av förut avsatt glacial lera vid en framryckning av inlandsisen under dennas avsmältningsskede (jfr ovan och Ekström 1924, sid. 30).

Med undantag av sydvästra Skånes moränlera (den baltiska moränleran),

som är vår styvaste moränleretyp och i allmänhet synes vara en *styvare moränmellanlera* (H 20) äro moränlerorna i allmänhet *moränlättileror* och stundom *lättare moränmellanleror*.

Matjorden ovanpå moränlerorna är i allmänhet *mullblandade moränlättileror* (H 341). I motsats till de sorterade och ofullständigt sorterade lättilerorna höra moränlerorna till våra allra bästa åkerjordar, dels beroende på att kalkhalten i allmänhet är hög, dels även beroende därpå, att de ofta på grund av moderbergartens beskaffenhet ha en tämligen hög halt av t. ex. kali och fosforsyra.

På grund av kalkhalten äro moränlättilerorna luckra och lättbearbetade samt varma jordar. Kalkhalten verkar även stimulerande på bakterielivet, varvid humussönderdelningen sker hastigare än i andra jordar, varför moränlerorna i allmänhet ej äro karakteriserade av någon högre mullhalt.

Analysen av moränmolättileror och moränmellanleror från Öland anföras av Atterberg (1905, sid. 274). Sambandet mellan vissa öländska jordarters höga växtnäringshalt och berggrundens beskaffenhet har påvisats av Bergstrand (1873). Undersökningar av de skånska moränjordarnas kalkhalt och bördighet ha utförts av Weibull (1914) och Grönwall (1920); jfr även Arrhenius (1926a).

Humusblandade mineraljordar.

De humusblandade mineraljordarna hava en humushalt, som är mindre än 15 procent. Resten utgöres av mineralsubstans. Ett undantag bilda de gyttjiga mineraljordarna, där gränsen lagts vid 6 procent (jfr sid. 62).

Till de humusblandade mineraljordarna höra dels gyttjiga, dyiga och torvblandade mineraljordar samt dels de mullblandade mineraljordarna, vilka senare i huvudsak förut beskrivits i samband med mineraljordarna. Såsom en underavdelning till denna klass har även förts de kemiska sedimenten, enär dessa vanligen äro något humusblandade.

De gyttjiga, dyiga och torvblandade mineraljordarna gå inom geologien vanligen under benämningen *svämmlera* eller *svämsand*. Dessa senare termer beteckna avlagringar, som uppkommit utmed stränderna av rinnande vattendrag (älvar, floder, bäckar etc.) eller i lokala, ovan havsytan belägna smärre sjöar. De kunna sålunda vara dels fluviala avlagringar, dels sjöavlagringar. I smärre sjöar och vattensamlingar likaväl som i lugnare delar av ett vattendrag förekommer emellertid vanligen ett tämligen rikt liv av smärre, mikroskopiska djur och växter, varjämte även det rinnande vattnet förutom en hel del slam ofta medför en ganska stor halt av organiskt material såväl grövre som finare. Samtidigt med att det minerogena material, som av vågorna utspolats från stränderna eller föres uppslammat i det strömmande vattnet, kommit till avsättning, kommer därför även en större eller mindre halt av organogena beståndsdelar att in-

blandas i avlagringen och vi få en humusblandad mineraljord. Ur geologisk synpunkt är därför begreppet svämmlera vanligen en gyttjig lera, under det att svämsand är en dyig eller torvblandad sand.

Benämningen svämmlera har inom jordbrukspraktiken fått en ganska stor användning, ehuru detta begrepp här är ganska obestämt och svårt att definiera. Oftast torde man härmed åsyfta själva matjorden och därmed förstå en jämförelsevis lågt liggande, mullrik lättlera eller mellanlera (ofta gyttjig), vilken är lättbrukad och visar en tämligen hög halt av kväve och även andra växtnäringsämnen eller med andra ord en mycket godartad åkerjord med hög avkastningsförmåga. H. von Post (1877, sid. 81) synes med benämningen svämmlera åsyfta själva alven och förstår därmed en mer eller mindre humusblandad lera av mörk färg (glödningsförlusten anges ligga mellan 6 och 8 procent, varför humushalten blir mindre än 6 procent). Enligt von Post skulle den förekomma över hela landet på låga ställen invid flodmynningar och stränder. Den av von Post använda termen svämmlera torde därför vara fullt liktydig med den geologiska termen svämmlera. Matjorden ovanpå svämmleran benämnes av von Post (1877, sid. 31) »lätt lerjord» och skulle i allmänhet innehålla en hög halt av finare mo och mjåla.

Gyttjiga mineraljordar. De gyttjiga mineraljordarna äro övervägande *gyttjiga lerjordar*, enär gyttejavsättning endast äger rum i stillastående eller svagt strömmande vatten, där transportförmågan varit ringa och sålunda i huvudsak endast kunnat medföra finare slam. De finare sandartade jordarna kunna emellertid understundom vara mer eller mindre gyttjiga och vi få därigenom jordartstyperna *gyttjig finmo* och *gyttjig mjåla*.

De *gyttjiga lerorna* eller *gyttjelerorna* (se tab. 1) hava tämligen stor betydelse såsom åkerjordar och äro ganska vanliga inom vissa områden av vårt land samt äro såväl fluviala avlagringar som sjösediment. De hava sålunda en större eller mindre utbredning utefter våra vattendrag och komma ofta i dagen vid sjösänkningar och invallningar. — Efter lerinnehållet uppdelas gyttjelerorna i *gyttjig lättlera* (H 222), *gyttjig mellanlera* (Gä 48), *gyttjig styv lera* (H 144, H 166, H 184 och H 185) o. s. v.

Gränsen mellan de humusblandade mineraljordarna och de mineralblandade humusjordarna förlägges i allmänhet vid en humushalt av 15 procent. Denna procentsiffra kan emellertid ej gälla såsom gräns mellan gyttjelerorna och lergyttjorna, enär gyttesubstansen sätter den huvudsakliga prägeln på jordarten redan vid en humushalt, som ligger betydligt under 15 procent. Jag har förslagsvis satt gränsen vid 6 procent. Har jorden en procenthalt, som är större än c:a 6 procent, ger nämligen jordarten intryck av att vara en lergyttja såväl vid makroskopisk granskning av densamma som vid mikroskopisk undersökning av jordprovet i fråga. För de gyttjiga matjordarna måste man emellertid av praktiska skäl förlägga gränsen mellan de mullrika gyttjelerorna och de leriga gyttjemulljordarna vid 15 procent eller lika för alla matjordar. Detta beror därpå att här förefinnes förutom gyttjemull även sådan mullsubstans, som uppkommit av kärr- eller kulturväxter m. m.

Gyttjelerorna avvika med avseende på färgen i någon mån från de humusfria lerorna. De hava nämligen i fuktigt tillstånd en matt, svagt grönaktigt grå färgton och visa i allmänhet på brottytorna en fint kornig struktur. Enligt Frosterus (1921, sid 159) undersökningar skilja sig gyttjelerorna från de övriga lerorna genom en högre porositet samt lägre volymvikt. Denna senare skulle sålunda uppgå till 1—1.2, under det att de styva, humusfria lerornas volymvikt ligger över 1.4. Karakteristiskt för gyttjelerorna är, att de inom torrskorpans övre del vanligen falla sönder i smärre stycken, gryn eller tärningar, av vilken orsak Frosterus benämner dem grynleror. Enligt Frosterus skulle i gyttjelerorna förefinnas en jämförelsevis hög halt av kolloidal kiselsyra, vilken skulle förorsaka gyttjelerans karakteristiska egenskaper (se i övrigt Frosterus 1916).

På grund av gyttjelerornas stora vattenbindande förmåga krympa de starkt vid uttorkning. Sker därför en hastig torrläggning av ett gyttjelerområde, uppkomma i gyttjeleran jämförelsevis grova sprickor, vilka äro av stor betydelse för en jords självdränering (Ekström och Flodkvist 1926, Ekström 1926).

Gyttjelerorna förekomma endast på lägre liggande områden och de *mullblandade, gyttjiga lerjordarna* (Gä 45) äro därför ofta mullrika jordar (lermylla, »ängsmark»). I dessa fall rådde en riklig gräs- eller kärrvegetation inom området före odlingen. Då gyttjeleran kommit i dagen genom sjösänkningar, är matjorden vanligen endast en mullhaltig jord (H 193), och humussubstansen utgöres uteslutande av gyttjehumus, i vilket fall matjorden har en mycket ljus färg (»slamjord»).

De mullblandade gyttjiga lerjordarna äro genomgående tämligen lättbrukade (även vid en jämförelsevis hög lerhalt) och detta desto mera ju högre halt av gyttjesubstans, som ingår i jordarten. På de mullblandade gyttjiga lerjordarna odlas med fördel t. ex. havre, råg, rovor, timotej och ärter.

Dyiga mineraljordar. De dyiga mineraljordarna torde huvudsakligen vara dyiga sandartade jordar, framför allt *dyig sand* och *dyig mo* (Äl 41). De äro i allmänhet fluviala avlagringar och sakna, enligt vad jag kunnat finna, större betydelse såsom åkerjordar.

Huvudsakligen genom sekundär dyanrikning kunna emellertid även lerorna ofta vara dyiga, *dyig* eller *dyanrikad lera* (Gu 156). Inom områden, som före odlingen varit sank mark, är alvens övre del ofta dyig genom nedtvättning av humusämnen från det övre, dyiga markskiktet. Denna dyanrikning kan förekomma såväl i lera som i sandartade jordar.

Torvblandade mineraljordar. De torvblandade mineraljordarna torde ävenledes sakna större betydelse ur jordbrukssynpunkt. I fluviala sandavlagringar förekommer emellertid ofta inblandning av torv och trädrester, pinnar, kottar o. d., och i gyttjelerorna påträffar man understundom mer eller mindre tunna skikt eller linser av torv. Hit höra sålunda *torvblandad sand*, *torvblandad mo* (Gu 34), *torvblandade leror* etc.

Kemiska sediment. De kemiska sedimenten, vilka uppkommit genom utfällning av i grundvattnet lösta oorganiska föreningar (kalcium- och järnföreningar), bilda en självständig grupp, men hava sammanförts med de humusblandade mineraljordarna, enär de vanligen äro något humushaltiga. De äro tämligen sällsynta såsom åkerjordar och förekomma i samband med de egentliga torvmarksjordarna samt äro därför huvudsakligen av torvgeologiskt intresse. — Till de kemiska sedimenten räknas: bleke, kalktuff, siderit, limonit och vivianit. Beskrivningen av dessa är i huvudsak hämtad från L. von Post (1921).

Bleket utgöres till allra största delen av kalciumkarbonat, vars procenthalt i regel torde variera mellan c:a 80 och 95 procent. Resten utgöres i huvudsak av gyttjesubstans. Bleket är en tät, ofta kornig jordart, som understundom är rik på snäck- och musselskal. Färgen är vit till vitgul. Bleket förekommer endast i kalktrakter.

Bleket är en mycket dålig åkerjord och förekommer såsom sådan t. ex. på Gotland och Öland i där utdikade myrar. Enligt von Feilitzen (1904) kan bleket med fördel användas till kalkning av åkerjordar. Den kan även möjligen få industriell användning t. ex. för kalkbränning, framställning av isoleringsmedel o. d.

Kalktuff består av kolsyrad kalk, som i form av fasta skorpor utfällts kring mossor eller andra kärrväxter. Den är vanligen porös, men någon gång kompakt och (efter torkning) hård och i så fall användbar som byggnadssten. Om den, såsom ofta är fallet, förekommer i mäktiga, tämligen lätt tillgängliga lager, är den lämplig för kalkbränning.

Siderit är en smutsvit, tät massa av järnoxidulcarbonat, som mycket lätt uppxideras till rostfärgad järnhydroxid. Den angiver hög askhalt hos torven och verkar hämmande på växtligheten.

Limonit utgöres av järnhydroxid och bildar sjömalm, myrmalm och järnockra.

Limonitinblandning i matjorden förekommer understundom och har uppkommit genom avsättning i markytan av limonit ur järnhaltigt grundvatten («källsåg»). Jag har sålunda en gång i en kärrtorvjord funnit densamma vara starkt uppblandad med limonit inom de övre 0.7 m från markytan räknat. Denna jordartstyp, *rostig* eller *limonithaltig kärrtorvjord*, är såsom åkerjord en av de sämre jordarna. Den är en sällsynt företeelse och har en mycket begränsad lokal utbredning.

Genom infiltration av järnhaltigt grundvatten i en åkerjord, avsättes limonit i dräneringsrören, varigenom dessa täppas till och sålunda på kort tid kunna bringas ur funktion.

Vivianit är ett järnfosfat, som förekommer tillsammans med myrmalm och siderit. Vivianiten är i friskt tillstånd vit, men antager i luften mer eller mindre bjärt blå färg. Den är användbar som fosforsyregödning, om den, såsom dock mera sällan är fallet, förekommer någorlunda ren i större mängder (jfr även Haglund, 1910).

Mineralblandade humusjordar.

De mineralblandade humusjordarna hava en humushalt, som ligger mellan 15 och 40 viktsprocent (motsvarande ungefär 33 och 67 volymprocent). Resten utgöres av mineralsubstans. Undantag bilda de mineralblandade gyttjorna, där den nedre gränsen lagts vid 6 procent (jfr sid 62).

Till de mineralblandade humusjordarna höra mineralblandade gyttjor, dyjordar, torvjordar och mulljordar. De senare äro uteslutande matjordstyper (liksom en del sandiga eller leriga torvjordar). — Beskrivningen av hithörande jordarter är i stora delar hämtad från L. von Post (1921).

Mineralblandade gyttjor. Dessa kunna i huvudsak uppdelas i *mjälilig gyttja* eller *mjälgyttja* (Lundqvist, 1927) och *lergyttja* beroende på om mineralsubstansen huvudsakligen utgöres av finare mo och mjäla eller en högre halt av kolloidalt ler. De överlagras i allmänhet av torv, men komma understundom i dagen vid sjösänkningar, invallningar o. d. Lergyttjan är den vanligaste typen av mineralblandade gyttjejordar inom lerslätterna.

Lergyttjan (H 484, H 49) har i allmänhet en tydligt grönaktigt blågrå eller gulgrå färg. Innehåller den en högre halt av svaveljärn får den en mörk färg. Den skiljes från gyttjan genom det tydliga lerinlaget, varigenom den fuktiga jordarten klibbar vid fingrarna. I fuktigt tillstånd har den en något elastisk konsistens och är till utseendet svagt kornig. Vid torkning bildar den hårda kokor, vilka för känseln äro jämförelsevis lätta. I salt vatten avsatta lergyttjor (saltvattenslergyttja, lermarsk) hava ofta en ganska hög koksalthalt, vilken är växtskadlig. — Matjordarna inom lergyttjeområdena äro antingen *mullrika gyttjiga lerjordar* eller *leriga gyttjemulljordar*.

Mineralblandade dyjordar. De *sandiga, mjäliga* och *leriga dyjordarna* synas hava en obetydlig utbredning och torde i allmänhet kvantitativt sakna betydelse såsom åkerjordar.

Mineralblandade torvjordar. De *sandiga, mjäliga* och *leriga torvjordarna* torde såsom åkerjordar övervägande vara matjordstyper, vilka uppkommit vid starkare sand- eller lerkörning av en torvmark.¹ Sandig och lerig torvjord kan också förefinnas i kanten av torvmarkerna på gränsen till omkringliggande mineraljordar.

Sandig torv förekommer emellertid även såsom alvtyp, men sanden bildar då vanligen endast tunna lager eller linser och jordarten saknar i stort sett praktisk betydelse. Då jordarten i sin helhet är en fluvial avlagring, »svämtorv», utgöres torven i allmänhet av frön och frukter av olika slag, bladfragment, vasstrån, kvistar, vedstycken, kottar och barr etc., av vilka de grövre och hårdare beståndsdelarna ofta äro avrundade genom nötning i vatten. Färgen är vanligen brun, och jordarten är dessutom vanligen gytt-

¹ Angående sand- och lerkörningens betydelse för torvmarkerna hänvisas till Henning (1921), Arrhenius och Henning (1924) samt von Feilitzen (1912).

jig eller dyig. Den sandiga torven bildar en övergångstyp mellan den torvblandade sanden och de rena torvslagen.

Mineralblandade mulljordar. De sandiga, mjäliga och leriga mulljordarna förekomma i sänkor, där före odlingen en mineraljord eller humusblandad mineraljord täcktes av ett i allmänhet föga mäktigt humuslager (torv etc.), men bilda dessutom alltid en mer eller mindre bred zon mellan ett mulljordsområde och omkringliggande, högre belägna mineraljord. Matjorden ovanpå de förut beskrivna mineralblandade humusjordarna (t. ex. lergyttja) utgöres dessutom i regel av en mineralblandad mulljord. Genom starkare sand- eller lerkörning av mulljordarna erhålles även dylika matjordstyper.

De sandiga, mjäliga och leriga mulljordarna benämnas vanligen »svartmylla» eller »mulljord» och övergå vid längre tids odling så småningom i mullrika mineraljordar. De äro lösa och luckra matjordstyper och kunna i regel plöjas även då de äro ganska starkt fuktiga och bilda vanligen ej kokor. Ett undantag bilda dock de leriga mulljordar, vilka hava en jämförelsevis låg mullhalt (mellan c:a 15 och 25 %) och där mineralsubstansen är en styvare lera (»lermylla»). Dessa matjordstyper hava mera karaktär av mullrika lerjordar, enär lerinslaget gör sig tydligt märkbart.

I analys Tabellen återfinnes en sandig mulljord (Ö 43 a) samt två mjäliga mulljordar (H 399 och Ö 7 a) etc. Vad beträffar det första av de båda sistnämnda jordproven, skulle man på grund av den höga lerhalten (48 %) kunna förmoda, att mineralsubstansen skulle vara av styv lera. Detta motsäges emellertid av det värde, som erhållits vid beräkning av hygroskopiciteten för mineralsubstansen (1.9; jfr sidan 98). Dessutom utgöres alven av en lättlera (lerhalt c:a 25 %), vilken ursprungligen med all sannolikhet måste hava utgjort mineralsubstansen i den nuvarande matjorden. Genom vittring, sannolikt framför allt kemisk vittring genom humussyrorers inverkan, ha mjäla- och möjligen mopartiklar sålunda avtagit i storlek och övergått i grövre lerpartiklar. Detsamma visar även jordprovet Ö 7 a. Enligt alvens nuvarande sammansättning torde mineralsubstansen i matjorden här ävenledes ursprungligen hava varit en lättlera eller mjäla. I starkt humushaltiga jordar torde man därför understundom få räkna med, att humusvittringen i avsevärd grad kan ändra jordartens ursprungliga mekaniska sammansättning.

Humusjordar.

Humusjordarna hava en humushalt, som är större än 40 procent. De indelas i gyttjor, dyjordar, torvjordar och mulljordar. De höra samtliga till våra torvmarksjordarter och förekomma ofta mer eller mindre blandade med varandra. Beskrivningen av desamma är i huvudsak hämtad från L. von Post (1921) och Lundqvist (1925 och 1927). — Mulljordarna, som äro matjordar, behandlas i samband med motsvarande alvjordar.

Gyttjor. Gyttjorna kunna uppdelas i grovdetritusgyttja, fin-

detritusgyttja, alggyttja och dygyttja (jfr Lundqvist 1927).

Grovdetritusgyttja (enligt L. von Post: detritusgyttja, strandgyttja). Grovdetritusgyttjan är en tät, vanligen mindre elastisk, ofta kornig jordart utan tydlig växtstruktur i grundmassan, men ofta genomdragen av vass- och fräkenrötter. Färgen är brun, vanligen med någon grönaktig anstrykning i olika skiftningar. Den mörknar hastigt i luften, men ljusnar vanligen åter något vid torkning. Alkaliextraktet är grönt eller tämligen svagt brunaktigt. — Kalkhalten är växlande, under det att kvävehalten i allmänhet är hög.

Findetritusgyttja (i huvudsak: planktongyttja och dygyttja enligt L. von Post 1921). Findetritusgyttjan (E 258) är tät, vanligen något elastisk och utan växtstruktur. Färgen är grön, gulgrön eller brungrön i olika skiftningar. Gyttjan mörknar vanligen hastigt i luften, men ljusnar åter vid torkning. Alkaliextraktet är grönt. I findetritusgyttjan ingår likaväl som i grovdetritusgyttjan en del spridda frön och frukter av olika vattenväxter, i senare fallet dock huvudsakligen strand- och grundvattenväxter. — Kalkhalt och kvävehalt äro växlande.

Alggyttja (jfr Lundqvist 1925; ingår till stor del i L. von Posts planktongyttja). Alggyttjan är en tät, elastisk och kautschukliknande jordart. Grundmassan är till stor del bildad av osönderdelade alger, ofta s. k. blågröna alger. Alggyttjan är till färgen ofta röd, brunröd («levortov») eller grön (bjärta färger). Den har en betydligt högre kalkhalt än de andra gyttjeslagen. Kvävehalten är ganska hög. Pyrihalten är växlande.

Dygyttja (H. von Post 1862; Naumann 1917). Dygyttjan är en dyig gyttja av olika slag. Den tillhör urbergsområdena samt är ofta rik på diatomacéer. Dygyttjan är i regel kalkfattig samt har vanligen en låg kvävehalt.

Kalkgyttja. Kalkgyttjan är en tät, i regel elastisk jordart utan växtstruktur i grundmassan, men vanligen rik på snäck- och musselskal. Färgen är vitgul till rödgul, gulbrun eller grönaktig i olika skiftningar, ofta ojämn, liksom småflammig. Kalkgyttjan mörknar obetydligt i luften och vitnar vid torkning. Den fräser på grund av den höga kalkhalten starkt för syra. Kalkgyttjan förekommer endast i trakter med mer eller mindre kalkrik jordmån. — Askhalten och kalkhalten är mycket hög under det att kvävehalten är växlande.

Kalkgyttjan skiljes lätt från bleket därigenom, att den i motsats mot detta vid behandling med utspädd saltsyra bibehåller sin volym nästan oförändrad på grund av gyttjeskelettet (G. Andersson; jfr Vesterberg 1911, sid. 213). — Kalkgyttjan användes stundom för kalkning av kalkfattigare åkerjordar.

Gyttjorna gå sällan i dagen, utan täckas vanligen av ett mer eller mindre mäktigt lager av torv. Genom sjösänkningar och invallningar bliva de dock ofta föremål för odling, men deras värde såsom åkerjord är mycket växlande, i huvudsak beroende på den större eller mindre halten av pyrit. En hög pyrihalt kan nämligen i vissa fall förekomma i gyttjorna. Enligt Vesterberg (1911) är även en hög halt av i saltsyra löslig kiselsyra karakteristisk för gyttjorna.

Matjord, som bildas av en gyttja, benämnes *gyttjemulljord*. Den har genomgående en betydligt ljusare färg än andra mulljordar. Enligt Vesterberg (1911, sid. 211) äro en del gyttjor rika på växtnäringsämnen, under det att andra äro mycket fattiga i detta avseende. I motsats mot bleket, som i ren form bildar en steril jord, kan kalkgyttjan understundom ha en rätt betydande halt av de vanliga växtnäringsämnena (Vesterberg 1911).

Kiseljord. I samband med gyttjorna kan även omnämnas kiseljorden (diatomacéjord, kiselgur, bergmjöl; A 17). Den är en tämligen sällsynt jordart och består till stor del av kiselalger jämte större eller mindre inblandning av mineralpartiklar och gyttjehumus. Kiseljorden har en lucker konsistens och är till färgen vanligen gulbrun eller vitgul, någon gång vit. Jordarten ljusnar vid torkning och är i torrt tillstånd mycket lätt. — Askhalten är mycket hög, under det att kalkhalt och kvävehalt vanligen äro låga. Kiseljorden har fått användning för vissa tekniska ändamål, såsom tillverkning av dynamit, eldfast färg, värmeisoleringsmedel m. m.

Dyjordar. Dyjordarna hava i huvudsak bildats genom utflockning av kolloidala humusämnen. Fullt ren dyjord är en mycket sällsynt jordart, när dysubstansen i vanliga fall är mer eller mindre uppblandad med torv- eller gyttjesubstans. Efter uppkomstsättet sönderfalla dyjordarna i *sjödy* och *kärrdy*, av vilka den förra är en sjöavlagring, under det att den senare är bildad på land (i detta fallet en telmatisk avlagring). En övergångstyp mellan dessa båda dyjordar är *stranddyn*. Dessutom förefinnes även *mossdy*, som förekommer i smärre sänkor eller gölar på högmossarna. Till dyjordarna hör även *dopplerit* («krutjord»).

Sjödy. Sjödyn är en tät, vanligen föga elastisk och kornig jordart utan växtstruktur i grundmassan. Färgen är brun eller brunsvart med vanligen svagt grönaktig anstrykning. Sjödyn svartnar hastigt i luften och ljusnar icke eller endast obetydligt vid torkning. Alkaliextraktet är starkt brunfärgat.

För sjödyn kännetecknande växtrester äro frukter och frön av nate, näckrosor, säv och andra vattenväxter. Askhalten är växlande, kalkhalten vanligen låg, under det att kvävehalten i allmänhet är tämligen hög. Sjödyn är såsom odlingsjord av växlande godhet. Askfattiga varianter kunna med fördel medtagas vid brännorvsberedning.

Kärrdy. Kärrdyn är en dyjord, som står vissa slag av starrtorv ganska nära och som egentligen räknas till torvjordarna. Huvudmassan är emellertid en tät, mörkbrun, gråbrun eller svart dy, vanligen med starrötter som underordnad bibeståndsdel. I kärrdyn förekommer ofta insvämmande sand och lera (övergångstyper till de sandiga eller leriga dyjordarna). Talrika övergångsformer finnas dessutom till *sjödy*, starrtorv och lövkärrtorv.

Såsom karakteristiska växtrester ingå i kärrdyn frukter och frön av starrarter, vattenklöver och andra kärrväxter, dessutom ofta bladvass- och framförallt fräkenrester. — Askhalten är växlande. Kalkhalten är vanligen låg, under det att kvävehalten är ganska varierande, dock i allmänhet tämligen

hög. Såsom odlingsjord är kärddyn av växlande godhet. Askfattigare varianter ge god bränntorv.

Dopplerit (krutjord). I torvmarkerna förekommer understundom en egenomlig jordart, som på Gotland benämnes krutjord, och där studerats av Eggertz och Nilson samt Vesterberg (jfr Vesterberg 1911, sid. 214; L. von Post 1925, sid. 104). Den består till allra största delen av humussyror i förening med kalk, »kalkhumater». I allmänhet är krutjorden täckt av ett lager av högförmultnad torv och bildar då en hård, i fuktigt tillstånd mjuk, strukturlös glänsande massa av nästan stenkolsliknande utseende. Då den går i dagen, bildar den ett vanligen mindre mäktigt lager av små, hårda och svarta korn i själva ytan av en del torvmarker. Dessa till färgen nästan helt svarta områden äro på grund av krutjordens sterilitet i regel vegetationsfria. Eggertz och Nilson hava visat, att krutjordens sterilitet upphäves genom tillförsel av kali, fosforsyra och något kväve.

Matjorden ovanpå dyjordarna benämnes *dymulljord*, men torde i vanliga fall kunna sammanföras med kärrtorvmulljorden under benämningen *vanlig mulljord* eller *mulljord*.

Torvjordar. Den här nedan anförda indelningen av torvjordarna är den, som använts vid Sveriges geologiska undersöknings torvmarksinventering, och beskrivningen av de olika torvjordarna är uteslutande hämtad från L. von Post (1921) samt von Post och Granlund (1926). Denna indelning användes även av Svenska mosskulturforeningen (jfr Bauman 1921; Bauman och Booberg 1925). För en kompletterande framställning av de olika torvslagen, särskilt ur odlingssynpunkt, hänvisas till det sist anförda arbetet.

De olika torvjordarnas sammansättning och egenskaper äro beroende av de växtslag, av vilka de bildats. De nedan anförda torvslagen äro att betrakta som kollektivtorvslag, där varje torvslag uppkommit ur ett flertal biologiskt samhörande och under någorlunda likartade förhållanden växande modersamhällen. Till följd härav variera, åtminstone för vissa torvslag deras för den praktiska användningen viktiga egenskaper såsom askhalt, kalkhalt och till en viss grad även huminositet (»förmultningsgrad») endast inom vissa gränser, varigenom det blir möjligt, att redan ur torvens art dra någorlunda bestämda slutsatser angående deras praktiska användbarhet (L. von Post).

Den olika förmultningsgraden eller huminositeten har betydelse vid bedömandet av en torvjords odlingsvärde. Vid Geologiska undersökningens torvmarksrekognoscering har härvid använts en 10-gradig skala (L. von Post 1921, sid. XIII). Man torde emellertid för praktiskt bruk kunna nöja sig med en grövre uppdelning efter huminositeten såsom i lågförmultnad, medelmättigt förmultnad och högförmultnad torv (jfr Bauman 1922). — För bestämning av halten av tuvdunsfibrer, rottrådar och trärester användes vid Undersökningens torvinventering 4-gradiga skalor och för angivande av blöthetsgraden en 5-gradig skala (L. von Post 1921).

Torvjordarna ha av gammalt uppdelats i två stora huvudklasser: *kärr-*

torvjordar och *mosstorvjordar*. Denna uppdelning är betingad av olikhet i näringstillgång vid de olika torvslagens bildning och tager sig uttryck i torvjordarnas olika halt av växtnäringsämnen framför allt kväve men även kalk. Kärrtorvjordarna ha sålunda ofta en jämförelsevis hög kvävehalt och stundom även hög kalkhalt, under det att mosstorvjordarna äro i regel fattiga på kväve och kalk. På grund av sin näringsfattigdom sakna mosstorvjordarna i allmänhet större betydelse såsom åkerjordar. Samtliga torvjordar lida dessutom av brist på kali och fosforsyra.

Kärrtorvjordar (näringsrikare torvslag).

Vasstorv (Phragmitestorv). Består i sin renaste, dock mindre vanliga form, av bladvassens (*Phragmites communis*) platträckta rotstockar, stamdelar och smårötter, sammanvävda till en tät rotfilt. Är dock mestadels mer eller mindre starkt bemängd med dy eller gyttja, någon gång lerslam. Färg halmgul med starkare eller svagare brun-(eller grön-)aktig anstrykning, alltefter dy- resp. gyttjehalten. Svartnar hastigt i luften. Huminositet låg, om ren rotfilt föreligger, eljest växlande. Övergångsformer till gyttja, sjödy, fräKentorv, agtorv, starrtorv, kärrdy och gungflytorv.

Kännetecknande växtrester: frön och frukter av nate, näckrosor, starrarter, ag, svärdsilja m. fl. vattenväxter.

Askhalt: växlande, ofta hög.

Kalkhalt: växlande.

Kvävehalt: växlande.

Användbarhet: askfattiga och mera huminösa varianter ge god bränn-torv; ofta god odlingsjord.

FräKentorv (Equisetumtorv). Såsom vasstorven, men i stället för vassresterna de svarta rötterna och stamdelarna av sjöfräken (*Equisetum limosum*).

Användbarhet: förekommer ren vanligen endast i helt tunna lager och saknar därför i stort sett praktisk betydelse.

Vasstorv och fräKentorv kunna sammanföras under benämningen *sjötorv*.

Agtorv (Cladiumtorv). Består av de upprättstående, utdraget äggformiga, av en korallröd, trådig vävnad bestående stambaserna och de från dem utgående, horisontalt liggande, av bronsbruna fjäll (lågblad) beklädda utlöparna av gotlandsagen (*Cladium Mariscus*) i en grundmassa av tät, i friskt tillstånd rödbrun dy. Svartnar hastigt i luften. Huminositeten alltid hög. Övergångsformer till vasstorv och starrtorv.

Kännetecknande växtrester: frukter av ag och starrarter, vattenklöver m. fl. kärrväxter, mera undantagsvis av nate och näckrosor.

Askhalt: vanligen medelhög, ofta under 10 %.

Kalkhalt: hög, vanligen 3 à 5 %.

Kvävehalt: vanligen hög (ej sällan 2 % eller mera).

Användbarhet: god odlingsjord vid måttlig dränering; god bränn-torv.

Brunmosstorv består av brunmossornas vid låg huminitet lätt igenkännliga blad och stammar, ofta sammanhängande i hela mossexemplar samt därjämte vanligen starrester (rötter och stamdelar). Huminiteten vanligen låg, färgen i sådant fall gulbrun eller bronsbrun och konsistensen luckor. Övergångsformer till starrtorv och starrmosstorv.

Kännetecknande växtrester: frukter och frön av starrarter, vattenklöver och andra kärrväxter.

Askhalt: vanligen låg.

Kalkhalt: växlande.

Kvävehalt: vanligen tämligen hög.

Användbarhet: god odlingsjord, om ej torvens någon gång höga svavelsyrehalt hindrar växtlighet.

Starrtorv (Carexstorv). Huvudvarianter: *högstarrtorv (magnocaricetumtorv)* och *lågstarrtorv (parvocaricetumtorv)*. En jordart av mycket växlande beskaffenhet, som än består av nästan ren, föga förmultnad, gulbrun rotfilt av starrarter, vanligen med invävda brunmossor (vissa slag av *högstarrtorv*), än av en grundmassa av brun dy, liknande agtorvens, och genomsatt av gula eller bruna rötter och stamdelar av starr i växlande mängd (andra slag av *högstarrtorv*), än åter av en svart, kornig mylla, i vilken starrarter först vid mikroskopisk undersökning kunna påvisas (*lågstarrtorv*). Huminitet växlande mellan mycket låga och tämligen höga grader. Färg likaledes växlande från ljusgult till mörkbrunt eller nästan svart. Övergångsformer till vasstorv, fräkenstorv, agtorv, brunmosstorv, kärrdy, lövkärrtorv och starrmosstorv.

Kännetecknande växtrester: i *högstarrtorv* väl bevarade frukter och frön av starrarter (såsom *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. pseudocyperus*, *C. teretiuscula* m. fl.), vattenklöver, kråklöver (*Comarum palustre*) och andra kärrväxter samt som underordnade torvbildare brunmossor samt bladvass- och fräkenrester; i *lågstarrtorv* dåligt bevarade starrfrukter, nötter av blodrot (*Potentilla erecta*) samt någon gång stråbaser av blåsene (*Molinia coerulea*).

Askhalt: växlande, dock mera sällan särdeles hög, i allmänhet under 10 %.

Kalkhalt: växlande.

Kvävehalt: hög, hos vissa arter normalt 1 à 2 %, hos andra, särskilt inom kalktrakterna, ofta uppemot 3 %.

Användbarhet: god odlingsjord; vid högre huminitet god brännstorv.

Lövkärrtorv. Huvudvarianter: *alkärrtorv* och *björkkärrtorv*. Liknar något kärrdyn, men skiljer sig i sina typiska varianter från denna genom sin mer eller mindre iögonfallande halt av lövträrester (stubbar, grenstycken, kvistar, vedsplittror, blad o. s. v.), vilka t. o. m. kunna bilda torvens huvudmassa. Vedresterna äro ofta så »möra», att de kunna skäras med spade eller sönderkramas i handen. Då träresterna äro starkast sönderdelade, bildar lövkärrtorven en homogen, ostlik massa av en karakteristisk, liksom gry-

nig konsistens. Allteftersom al- eller björkrester dominera, får torvens bruna grundfärg rödaktig eller gråaktig skiftning. I björkkärrtorven igenkännes lätt den även vid de högsta förmultningsgraderna endast sönderfallna, men ej förmultnade nävern. Huminositeten är alltid hög. Övergångsformer till svämtorv och sjödy, starrtorv, kärrdy, björkmosstorv och tallmosstorv.

Kännetecknande växtrester: frukter och frön av al, björk, brakved, hallon m. m.; i vissa, starrtorven eller kärrdyn närstående varianter dessutom av starrarter, vattenklöver och andra kärrväxter. Vidare vanligen i mängd svamprester i form av små, svarta, ihåliga kulor (*Cenococcum geophilum*).

Askhalt: mestadels tämligen låg (under 10 %), men någon gång hög på grund av sandhalt.

Kalkhalt: vanligen låg.

Kvävehalt: växlande, icke sällan över 2 %.

Användbarhet: vanligen god bränntorv, som dock vid älttorv- eller presstorvberedning utan inblandning av annan mera bindande torv får klen sammanhållning; i regel god odlingsjord, om torrläggningen ej drives för långt.

Mosstorvjordar (näringsfattigare torvslag).

Gungflytorv (Cuspidatumtorv; variant: Scheuchzeriatorv). Sammansättes huvudsakligen av vitmossarter, vilka pläga sammanföras under kollektivbenämningen *Sphagnum cuspidatum*. Vitmossresterna, som oftast äro någorlunda lätt igenkännliga, äro vanligen lagrade skiktvis. Torvens konsistens är stundom smörig eller såpig. Färg i regel gul eller gulbrun. Utom vitmossorna innehåller torven vanligen rötter och stamdelar av starrarter, tuvdun (*Eriophorum vaginatum*) och kallgräs (*Scheuchzeria palustris*). Den sistnämndas halmgula, liksom knutiga rotstockar och stammar kunna bilda torvens mest framträdande beståndsdel (*Scheuchzeriatorv*). Huminositet växlande, ej sällan hög, men då vanligen endast skenbart, d. v. s. icke till följd av verklig humifiering utan på grund av ett slags förruttelseprocess, liknande den gyttjorna varit underkastade. Alkaliextrakt i sådant fall endast svagt brunfärgat. Övergångsformer till starrmosstorv och egentlig högmosstorv (*fuscumtorv*). Bildar ofta linsformiga inlagringar (»höljelager») i den senare.

Kännetecknande växtrester: frukter och frön av starrarter, vattenklöver, kallgräs, stammar och blad av tranbär (*Oxycoccus palustris*) och rosling (*Andromeda polifolia*), sporkapslar av *Sphagnum cuspidatum*.

Askhalt: vanligen låg, men undantagsvis på grund av mineralslam eller, i sällsynta fall, kiselalger betydlig.

Kalkhalt: vanligen låg.

Kvävehalt: växlande, dock sällan över 2 %.

Användbarhet: vid låg huminositet strörtorv, vid högre vanligen god bränntorv.

Starrmosstorv. En mellanform mellan starrtorv och vitmosstorv, bestående av en mer eller mindre tät rotfilt av starrarter och tuvdun i en grundmassa av vitmossrester. Huminositet växlande, dock mestadels icke särdeles hög. Färg vanligen gul till ljusbrun. Övergångsformer till starrtorv, gungflytorv, björkmosstorv och egentlig högmosstorv.

Kännetecknande växtrester: frukter och frön av starrarter och vattenklöver m. m., blad och stammar av tranbär och rösling, sporkapslar av Sphagna.

Askhalt: vanligen låg.

Kalkhalt: obetydlig.

Kvävehalt: vanligen 1 à 2 %.

Användbarhet: kan i vissa fall vid låg huminositet medtagas vid strörtorvtäkt; vid högre huminositet god bränntorv.

Björkmosstorv. Liknar starrmosstorven, men innehåller mer eller mindre rikligt stubbar och andra rester av björk, av vilka näverfragmenten, liksom i björkkärrtorven, äro särskilt framträdande. Huminositet vanligen hög. Övergångsformer till starrmosstorv, lövkärrtorv och tallmosstorv.

Kännetecknande växtrester: blad och frukter av björk, frukter och frön av starrarter, vattenklöver o. s. v. samt *Cenococcum geophilum*.

Askhalt: vanligen låg.

Kalkhalt: vanligen obetydlig.

Kvävehalt: växlande, oftast 1 à 2 %.

Användning: vanligen god bränntorv, vars avverkning dock, då stubbarna äro friska, försvåras av dessa.

Tallmosstorv. En nästan alltid höghuminös vitmosstorv, oftast rik på tuvdunsrester och med mer eller mindre tätt stående stubbar av tall. Färg mörkbrun till svart. Övergångsformer till lövkärrtorv, björkmosstorv och egentlig högmosstorv.

Kännetecknande växtrester: barr, barkflarn och kottar av tall.

Askhalt: vanligen låg.

Kalkhalt: vanligen låg.

Kvävehalt: oftast 1 à 2 %.

Användbarhet: mycket god bränntorv, vars tillgodogörande dock försvåras av stubbförekomsten.

Björkmosstorv och tallmosstorv kunna sammanföras under benämningen *skogsmosstorv*.

Fuscumtorv (regenerativ Sphagnumtorv, egentlig högmossetorv). Varianter: *tuvdunstorv (fibertorv)* och *ljungmylla*. Sammansättes av *Sphagnum fuscum* och andra för de öppna högmossarna karakteristiska *Sphagnum*-arter samt innehåller dessutom såsom mer eller mindre underordnade bibeståndsdelar rötter och stamdelar av tuvdun, tuvsäv (*Scirpus cespitosus*).

sus) ävensom rötter och kvistar av ljung. Tuvdunet och ljungen kunna i vissa skikt bliva karakteriserande (turdunstorv eller fibertorv; ljungmylla). Torvens utseende växlar med huminositeten. Skiljaktigheterna mellan olika varianter kunna vara så betydande, att somliga av dem uppfattats som självständiga torvslag. Sålunda är i regel det, som pläгат kallas »mogen turdunstorv» eller »fettorv» och som består av en svart, fet massa med turdunsfibrer som den enda utan mikroskopisk undersökning igenkännliga beståndsdel, i själva verket en ytterst starkt humifierad sphagnumtorv. Huminositeten växlar alla graderna igenom. I de mindre huminösa varianterna äro vitmossresterna mycket lätt igenkännliga. Deras blad bilda torvens huvudmassa, och deras stammar genomsätta torven i alla riktningar. Vid högre huminositet bliva vitmossresterna allt otydligare och kunna bliva så starkt destruerade, att man t. o. m. under mikroskopet endast kan identifiera enstaka stamstycken och de talrikt förekommande sporena. Vitmossstorven har emellertid, även då humifieringen är längst gången, en karakteristiskt kornig, liksom fjällig struktur, som framträder å brottytor av friska prov, och som gör det möjligt för ett vant öga att rätt säkert skilja torven från andra höghuminösa torvarter, t. ex. kärrdy och lövkärrtorv. Färgen varierar i stort sett med huminositeten: från ljusgult eller vitgult hos de lägsta graderna till ljusare eller mörkare brunt hos de medelhöga till brunsvart hos de högsta.

Kännetecknande växtrester: utom torvbildarna själva mer eller mindre rikligt blad och stammar av tranbär och rosling; f. ö. nästan intet.

Askhalt: vanligen låg, sällan över 2 %.

Kalkhalt: nästan alltid mycket låg.

Kvävehalt: vanligen under 1 %.

Användbarhet: vid lägre huminositet strötorv, vid högre utmärkt bränntorv med högt värmevärde, låg askhalt, god sammanhållning och täthet.

Gungflytorv och fuscumtorv kunna sammanföras under benämningen *vitmosstorv*.

Matjorden ovanpå torvjordarna kan vara av högst olika beskaffenhet från den oförmultnade mosstorvjorden, som man någon gång försöksvis har odlat, till den rena mulljorden, i vilken växtrester med bibehållen cellstruktur praktiskt taget saknas. Man kan därför ej benämna varje matjordstyp, som förekommer ovanpå en torvjord, för mulljord. Utgör sålunda torv och mården övervägande delen i matjordslagret benämnes matjorden *kärrtorv-* eller *mosstorvjord*. Är däremot mullen kvantitativt övervägande benämnes matjorden *kärrtorv-* eller *mosstorvmulljord*. Kärrtorvmulljorden torde dock kunna sammanföras med dymulljorden under benämningen *vanlig mulljord* eller *mulljord* (jfr sid. 69). — De kulturväxter, som i allmänhet odlas på torvjordsmarkerna, äro vårsäd, råg, gräs, betor, rovor och potatis.

Förslag till förenklat jordartsschema.

För att en jordartsindelning skall kunna få någon större användning inom jordbrukspraktiken, måste man söka att begränsa antalet jordartstyper till det minsta möjliga. Detta får dock å andra sidan ej drivas alltför långt, enär man då riskerar att under samma jordartsnamn sammanföra jordarter med avsevärt olika egenskaper. Här nedan framlägges ett förslag till förenklat jordartsschema, som i allmänhet torde kunna tillämpas t. ex. då det gäller jordartsklassifikation i samband med de lokala gödslingsförsöken och även en del annan försöksverksamhet på jordbrukets område. De här anförda jordartstyperna sammanfalla i huvudsak med mina förut anförda jordartsgrupper. I schemat ha uteslutits de jordarter, vilka äro jämförelsevis sällsynta såsom åkerjordar.

Alvjordar.

I. *Mineraljordar* (< c:a 1 % humus).

A. Lerfria mineraljordar:

Stenjord,
Grus,
Sand,
Moränmo,
Grovmo,
Finmo,
Mjåla.

B. Lättleror:

Lättlera,
Moränlättlera.

C. Plastiska lerjordar:

Mellanlera,
Moränmellanlera,
Styv lera,
Mycket styv lera.

II. *Gyttjeblandade mineraljordar* (c:a 1—6 % humus).

Gyttjiga leror.

III. *Mineralblandade gyttjor* (6—40 % humus).

Lergyttja.

IV. *Humusjordar* (> 40 % humus).

Gyttja,
Dy,
Kärrtorv,
Mosstorv.

Matjordar.

- I. *Mullblandade mineraljordar* (< 15 % mull).
 Mullfattiga < 3 %, mullhaltiga 3—6 % och mullrika 6—15 %.
- a) Mullblandade lerfria jordar:
 Mullfattig-mullrik stenjord, grus, sand, moränmo, mo eller mjäla;
- b) Mullblandade lättleror:
 Mullfattig-mullrik (event. gyttjig) lättlera, moränlätta; » moränlätta;
- c) Mullblandade plastiska lerjordar:
 Mullfattig-mullrik (event. gyttjig) mellanlera, styv lera eller mycket styv lera, (Mullfattig-mullrik moränmellanlera).
- II. *Sandiga eller leriga mulljordar el. torvjordar* (15—40 % mull).
 Sandig eller lerig mulljord, gyttjemulljord eller mosstorvmulljord,
 Sandig eller lerig kärrtorv- eller mosstorvjord.
- III. *Mulljordar eller torvjordar* (> 40 % mull).
 Mulljord, gyttjemulljord och mosstorvmulljord,
 Kärrtorv- och mosstorvjord.

IV. Laboriemetoder.

I det följande kommer att närmare redogöras för de metoder, som jag använt vid jordartsklassificeringen. Enär dessa metoder äro delvis förut beskrivna vid upprepade tillfällen, har en ingående redogörelse för deras tillkomst och vidare utveckling i allmänhet utelämnats. Jag hänvisar i detta fallet i allmänhet till läroböckerna, t. ex. Wahnschaffe och Schucht (1924), samt till de litteraturhänvisningar, som jag lämnat i varje särskilt fall.

Särskilt på senare åren har emellertid i vårt land ett påfallande ökat intresse visats för ett närmare studium av jordarterna med hänsyn till deras sammansättning och fysikaliska egenskaper icke minst ur rent praktisk synpunkt. Geologiska undersökningen har sålunda vid upprepade tillfällen blivit anmodad att lämna uppgifter angående metoder för jordartsundersökningar. I den kommande redogörelsen komma därför i vissa fall att lämnas detaljerade uppgifter för huru en viss metod utföres rent laboriemässigt.

De metoder, som jag för närvarande huvudsakligen begagnar mig av, äro hygroskopicitet och glödningsförlustbestämning. Hygroskopiciteten ger ett mått på jordens finhetsgrad och speciellt den ungefärliga halten av kolloidalt ler (efter reduktion för möjligen förefintlig humus). Hygroskopicitetsmetoden spelar därför rollen av standard- och jämförelsemetod. Glödningsförlustbestämningarna ge efter reduktion för mineralsubstansens glödg-

ningsförlust ett i vanliga fall tillräckligt noggrant värde på humushalten. För närmare karakterisering av särskilt de lerfria jordarna, vilka ej kunna klassificeras genom hygroskopicitetsmetoden, använder jag mig av sällning eller slamning (mekanisk jordanalys). Atterbergiska utrullbarhetsprovet tillämpas vid särskiljandet av lättlerorna och de plastiska lerorna, och för kalkhaltiga jordar utföras kalkbestämningar. I övrigt hänvisas till efterföljande beskrivning.

Mekanisk jordanalys.

Den mekaniska jordanalysen eller bestämmandet av den procentuella mängden av de olika kornfraktionerna i en jordart omfattar dels sällning, dels slamning, den förra för grövre, den senare för finare jordpartiklar.

Sällning.

De i en jordart ingående mineralpartiklarna med en diameter större än 2 mm benämnas *skelettjorden*, och återstoden, som är finare än 2 mm, kallas *finjorden*. Det är på denna senare, som i regel alla fysikaliska och kemiska undersökningar av en jordart utföras (jfr Schucht 1914, sid. 30; Wahnschaffe och Schucht 1924, sid. 19). Vid början av en mekanisk jordanalys avskiljes därför medelst ett 2 mm säll skelettjorden ifrån finjorden. Stenarna bortsorteras därefter från gruset, vilket lämpligen sker genom direkt mätning, varvid man bör utgå från stenens eller gruskornets ungefärliga medelpartikeldiameter. Med tillhjälp av 6 mm säll uppdelas därefter gruset i grovt grus och fint grus. Genom vägning bestämmes därefter mängden sten, grovt grus, fint grus och finjord, varefter procenthalten av dessa jordbeståndsdelar beräknas. Stenprocenten blir emellertid i dylika fall i allmänhet ej exakt, när härför erfordras ett mycket stort och med omsorg uttaget generalprov av jordarten i fråga. Då det emellertid understundom kan vara av vikt att få kännedom om den ungefärliga stenprocenten likaväl som blockhalten i t. ex. våra sten- och moränjordar, bör man av praktiska skäl söka att i fält göra en beräkning härav. De Geer (1922, sid. 162) föreslår en uppskattning och hopräkning av de olika blockens och stenarnas tvärsnittsareal inom en uppmätt fyrkant på jordytan. Då det är känt, huru stor del av en viss yta, som upptages av block eller stenar, beräknas volymprocenten på av Seemann (1914, sid. 6) angivet sätt. Om t. ex. stenarna upptaga en fjärdedel av hela ytan, så blir volymprocenten $(\sqrt[3]{\frac{1}{4}})^3 = 12.5$. En direkt uppskattning av procenthalten block eller sten är ej att förorda, när man då i allmänhet mycket lätt begår det felet att göra en överuppskattning. — Särskilt lämpliga för utförandet av nyss nämnda beräkningar över block- och stenprocenten utgöra skärningarna i större grustag.

Vid sållning använder jag såll av 6, 2, 0.6 och 0.2 mm storlek. De två finare sållen äro förfärdigade med särskild precision, och hålen äro nedtill vidgade eller i det närmaste koniskt ursvarvade med den smalare 0.6 eller 0.2 mm vida delen uppåt. De två sistnämnda sållen användas vid slutet av slammingsanalysen för avskiljandet av grovsanden och mellansanden. Detta låter sig nämligen ej göra före slamningen, enär smärre klumpar av den övriga finjorden stanna kvar i sållet, då man arbetar med leriga och mjäliga jordarter.

Slamning.

Slammingsanalysen utföres i huvudsak enligt Atterberg (1908b, 1912b). Atterbergs metod har av den internationella kommittén för mekanisk och fysikalisk jordundersökning i Berlin 1913 antagits såsom normalmetod (Schucht 1914). Undersökningar angående metoden hava utförts av bl. a. Novak (1916), van Zyl (1916, 1918), Richter (1916), Koettgen (1917), Hissink (1921) etc. — För kännedom om andra slammingsmetoder hänvisas till Wahnschaffe och Schucht (1924), Odén (1915, 1925, 1926) etc.

Vid slammingsanalys enligt Atterbergs metod utgår man i allmänhet från 10 à 20 gr jord (finjord; vägningarna utföras på cgr när). Användes 10 gr jord går analysen fortare, men analysresultatet blir riktigare, då man utgår från dubbla mängden jord. Jag har alltid i likhet med Atterberg utgått från 20 gr jord.

Som utgångsmaterial kan man antingen använda jord, torkad vid 100° (i torkskåp eller på vattenbad), eller också utgår man från lufttorkad jord. I senare fallet uttages samtidigt ett mindre prov av jorden för vattenhaltsbestämning, varefter korrigering sedermera göres för analysprovets vattenhalt. Det senare sättet har jag i allmänhet använt vid slamning av leror och gyttjehaltiga jordar, enär en starkare uttorkning av jorden synes försvåra sönderdelningen av jordaggregaten, varigenom analysen något fördröjes.

Vid slamningen har man i allmänhet utgått från lufttorkad jord och beräknat sammansättningen i procent av denna (jfr t. ex. Wahnschaffe och Schucht 1924, sid. 18). Vid andra metoder för jordartsundersökningar beräknas däremot analysresultatet nästan genomgående på jord, torkad vid 100°. För en exakt jämförelse mellan slammingsanalysen och övriga fysikaliska bestämningmetoder böra resultaten genomgående beräknas på jord torkad vid 100°. Skillnaden i lerhalt kan i annat fall uppgå till en eller annan procent. En mycket styv lera med en vattenhalt i lufttorkat tillstånd av 5.5 % per totalsubstans gav sålunda vid slamning en lerhalt av 81.5 %. Uträknas lerprocenten på lufttorkat prov erhålles värdet 82.5 % (jfr även Richter 1916 och Ganssen etc. 1926).

Slammingsanalysen kan uppdelas i:

- 1) jordprovets förbehandling före och i början av slamningen,
- 2) själva slammingsanalysen eller bestämmandet av mängden av i jorden ingående kornstorleksgrupper.

Förbehandlingen av ser:

- 1) borttagandet av i jorden förefintlig humus,
- 2) upplösandet av de i åtminstone alla finare jordarter förefintliga jordaggregaten (sekundärpartiklarna) eller dessas uppdelning i primärpartiklar.

Borttagandet av humus kan göras efter flera metoder, såsom vätesuperoxidmetoden, bromlutmetoden och salpetersyremetoden.

Vätesuperoxidmetoden enligt Robinson (Robinson 1922; Ganssen etc. 1926, sid. 20). Till de 20 gr jord, som nedförts i en större glasbägare av Jenaglas (omkring 2 l. rymd), tillsättes 100 cm³ c:a 15 % vätesuperoxid (den i handeln förekommande vätesuperoxiden är i regel 30 %), och bägaren ställes på kokande vattenbad. Då oxidationen kommit i gång, blir skumningen understundom så kraftig, att en del av jordprovet kan lyftas över bägarens kanter, vilket måste förhindras genom att för en stund lyfta bort bägaren från vattenbadet. Sedan skumningen i det närmaste avstannat, nedspolas med tillhjälp av något litet vatten det skum jämte medföljande jordpartiklar, som kvarstannat på insidan av bägaren och vätesuperoxid tillsättes ånyo. Behandlingen fortsättes på detta sätt tills dess att all humus är sönderdelad, i vilket fall jordprovet antagit den rena mineraljordens färg. Bägaren flyttas därefter från vattenbadet och — efter tillsats av c:a 100 cm³ vatten — kokas lösningen omkring 15 min. Härvid sönderdelas större delen av den återstående vätesuperoxiden. — Efter 4 à 5 avslamningar med destillerat vatten övergår man till användandet av svagt ammoniakhaltigt vatten (jfr nedan).

Vätesuperoxidmetoden har den nackdelen, att en del organisk substans ej sönderdelas utan stannar kvar i provet. Den osönderdelade delen synes emellertid huvudsakligen vara en del oförmultnade växtdelar, cellulosa, träkol etc., vilka i allmänhet ingå till en mycket obetydlig del i de jordarter, som underkastas slammingsanalys.

Vid vätesuperoxidmetoden sönderdelas emellertid den allra största delen av humusen, varvid kolsyra etc. bortgår. En del av sönderdelningsprodukterna lösas däremot i vattnet och synas genomgående hava en kraftigt dispergerande eller sönderdelande inverkan på jordaggregaten. Detta, som även är en av metodens stora förtjänster, minskar i avsevärd grad det arbete, som man annars måste utföra vid lerets avskiljande ur jordprovet.

Bromlutmetoden (Atterberg och Johansson 1916, sid. 41). Till det i en glasbägare befintliga jordprovet sättes 50 cm³ vatten och 50 cm³ av en förut gjord lösning av natriumhydroxid (120 gr natriumhydroxid i 500 cm³ vatten). Efter omskakning tillsättes 2 à 3 cm³ brom, varefter skakas ånyo, så att bromen löser sig. Härvid bildas natriumhypobromit, som lätt sönderdelas under syrgasutveckling, varvid humusen oxideras. För att undvika för stark upphettning ställes bägaren i en skål med vatten. Bägaren omskakas upprepade gånger. Efter omkring $\frac{1}{4}$ timme är i allmänhet all humus sönderdelad.

Enligt Atterberg kan metoden ej användas för diatomacéhaltiga jordar (gyttjor, lergyttjor och gyttjeleror), enär luten löser diatomacéskalen. Hissink (1921) påpekar, att bromlutmetodens användbarhet för borttagandet av humus bör närmare utredas. Vid slamning av en humusfri, glacial, lättare mellanlera (St 35), dels utan, dels med förbehandling medelst bromlut, erhöj jag följande resultat:

| | Utan bromlut | Med bromlut |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Ler | 29.2 | 29.5 |
| Finmjäla | 18.8 | 18.5 |
| Grovmjäla | 24.2 | 24.1 |
| Finmo ¹ | 12.6 | 13.4 |
| Grovmo | 11.5 | 10.6 |
| Mellansand | 3.0 | 3.2 |
| Grovsand | 0.7 | 0.7 |

Bromluten synes sålunda ej inverka lösande på partiklar, som äro större än 2μ .

I jämförelse med vätesuperoxidmetoden synes dock bromlutmetoden ge ett sämre analysresultat. En mullrik lättlera (V 1008) behandlades sålunda före slamningen dels med bromlut, dels med vätesuperoxid. Härvid erhöj följande värden:

| | Bromlut | Vätesuperoxid |
|----------------------|---------|---------------|
| Ler | 22.5 | 28.3 |
| Finmjäla | 14.8 | 9.6 |
| Grovmjäla | 18.7 | 20.8 |
| Finmo | 33.8 | 32.0 |
| Grovmo | 9.5 | 8.6 |
| Mellansand | 0.3 | 0.3 |
| Grovsand | 0.4 | 0.4 |

Salpetersyremetoden (Atterberg 1903a, sid. 193). Provet kokas på vattenbad under en timme med koncentrerad salpetersyra (spec. vikt = 1.4). Metoden rekommenderas av Atterberg för diatomacéhaltiga jordar. Den är ej användbar för kalkhaltiga jordarter.

Vid slammingsanalyser av en gyttjig, styv lera med en humushalt av 4 % (H 144) såväl utan användande av någon egentlig metod för borttagande av humus som med jordprovets förbehandling dels med bromlut, dels med salpetersyra, erhöj nedan angivna slammingsresultat. Vid samtliga tre analyser användes emellertid i början av slamningen borstning (7 gånger) med svagt ammoniakhaltigt vatten. Ammoniaken torde i det först nämnda fallet hava bortlöst en del humus.

| | Utan särskild metod för bort- tagande av humus | Förbehand- ling med bromlut | Förbehand- ling med salpetersyra |
|-----------------------|---|-----------------------------------|--|
| Ler + humus | 59.4 | 60.0 | 63.3 |
| Finmjäla | 10.9 | 10.7 | 11.5 |
| Grovmjäla | 15.3 | 15.3 | 13.6 |
| Finmo | 10.8 | 11.0 | 10.6 |
| Grovmo | 2.5 | 2.2 | 0.9 |
| Mellansand | 0.8 | 0.6 | 0.1 |
| Grovsand | 0.3 | 0.2 | — |

Slamningsresultaten visa egendomligt nog i detta fallet ej så stora olikheter, som man skulle kunna vänta sig. Jordprovet innehåller emellertid endast en jämförelsevis obetydlig halt av diatomacéer, varför bromlutmetoden ej lämnat några avvikande värden.

En gyttja (E 258) behandlades dels med vätesuperoxid, dels med salpetersyra, och slamningsresultatet framgår av nedanstående tabell. Bromlutmetoden, vilken i dylikt fall ej bör användas, gav ett mycket dåligt resultat, i det att en hel del humus förblev olöst och jordprovet kom dessutom att på grund av bromlutbehandlingen bilda geléartade klumpar, vilka ej kunde sönderdelas vid upprepad borstning med ammoniakhaltigt vatten.

| | Förbehandling med | |
|----------------------|-------------------|--------------|
| | vätesuperoxid | salpetersyra |
| Ler | 86.5 | 83.0 |
| Finmjäla | 4.4 | 4.7 |
| Grovmjäla | 5.8 | 6.6 |
| Finmo | 1.8 | 4.0 |
| Grovmo | 1.2 | 1.4 |
| Mellansand | 0.2 | 0.1 |
| Grovsand | 0.1 | 0.2 |

Av de anförda undersökningarna över de tre olika metodernas användbarhet för borttagandet av humus vid slamningsanalys framgår, att såväl bromluten som salpetersyran, åtminstone i förevarande fall, ej kunna sägas verka upplösande på partiklar grövre än ler. Det är dock sannolikt, att frågan är mera komplicerad än vad som synes framgå av de gjorda undersökningarna. Enligt min erfarenhet har dock vätesuperoxidmetoden så avgjort stora företräderna framför de övriga metoderna, att jag numera utslutande begagnar mig av densamma.

Jordaggregatens sönderdelning. Endast ett fåtal jordarter, såsom sand och mo, förekomma i lufttorkat tillstånd i enkelkornsstruktur, under det att övriga jordarter på grund av förekomsten av ler, limonit, humus o. d., bilda aggregat i form av större eller mindre korn eller klumpar. Vid en slamningsanalys är det därför av största vikt, att dessa jordaggregat sönder-

delas i sina primärpartiklar. Härvid användas olika metoder (jfr Odén 1919 a och Atterberg 1912 b, Ganssen etc. 1926).

För jordprovets dispergering använder jag mig av upprepad borstning under tillsats av 0.01—0.1 normal ammoniaklösning (enligt Odén; 1—8 cm³ av handelns vanliga koncentrerade ammoniak på 1 l. vatten). Jordprovet utröres härvid i en glasbägare eller porslinsaskål med en platt, c:a 16 mm bred målarpensel under successiv tillsättning av smärre mängder av den svaga ammoniaklösningen. Jordpartiklar, som alltid fastna i borsten, måste efter varje borstning noga avlägsnas ur densamma och återföras i glasbägaren.

En nackdel med borstningen är att mindre hårda partiklar kunna delvis borstas sönder. Dylika förekomma emellertid vanligen ej i så stor mängd, att slammingsresultatet genom dessas delvisa sönderdelning i någon avsevärd grad ändras.

Ammoniakens betydelse vid jordprovets preparering är enligt Odén (1919 a) följande. Ammoniaken förstärker lerpartiklarnas negativa laddning, så att dessa repellerar varandra sinsemellan, varvid sålunda koagulation förhindras. Den upplöser dessutom aggregat, i vilka humussyror äro bindemedlet, varvid »ammoniumhumat» bildas. I de fall då jordarten innehåller kalk eller då svagt kalkhaltigt vatten användes vid slamningen, tillbakatränger ammoniaken kalciumjonens dissociation, varigenom kalkens koagulerande inverkan förhindras.

Upprepad borstning med svagt ammoniakhaltigt vatten har alltid givit ett gott analysresultat, utan att andra metoder, såsom skakning, kokning o. s. v. behövt tillgripas. Detta gäller även vid starkt kalkhaltiga jordarter. Härvid har det emellertid visat sig vara nödvändigt att något öka ammoniakens koncentration (till c:a 0.2 normal). Detta låter sig även göra, enär enligt Odén ammoniaken först vid en koncentration av 2—3 normal övergår från att verka dispergerande till att i stället verka utflockande.

Till ammoniaklösningen användes dels destillerat vatten, dels vattenledningsvatten. Vid lerets och finmjälans avslamning måste man i allmänhet på grund av vattenledningsvattnets elektrolythalt utgå från destillerat vatten. — Då vattenledningsvatten användes, är det lämpligt att fylla detsamma på större flaskor, omkring ett dygn före användandet, varvid ammoniak samtidigt tillsättes. Härvid kommer vattnet att i det närmaste antaga rumstemperatur och dessutom utfälles större delen av kalken på flaskans väggar. Det vatten, som användes vid slamningarna, måste hava rumstemperatur (c:a +17° C). I annat fall uppkomma strömningar i vätskan, vilka verka störande på sedimentationen. — Ammoniak tillsats till vattnet användes vid avslamning av ler, mjäla och finmo men ej för grövre kornfraktioner.

De jordaggregat, i vilka limonit är bindemedlet, kunna i regel ej sönderdelas medelst borstning med ammoniakhaltigt vatten. Jordpartiklarna äro dessutom understundom överdragna med en hinna av limonit. I dylika fall är jordarten alltid mer eller mindre rostfärgad. För borttagandet av limoniten användes en mättad lösning av surt kaliumoxalat eller syrsalt (jfr

Tamm 1917). Jordprovet behandlas en eller två gånger med syrsaltlösningen och får stå en dag, varvid bågaren omskakas vid upprepade tillfällen. Effekten synes härvid bliva lika god, som vid provets skakning i skakmaskin.

Slamningsanalysens utförande. Atterbergs slamningsmetod grundar sig liksom övriga sedimentärmetoder på de större eller mindre partiklarnas olika fallhastighet i en vätska, i detta fallet vatten. De sedimentationstider, som härvid komma till användning hava beräknats enligt Stokes formel (jfr t. ex. Odén 1925 och däri anförd litteratur) och hava av Atterberg kontrollerats genom mätning under mikroskop medelst ett med mikrometer-skala försett okular. Nedanstående tablå angiver avsättningstiden vid 10 cm vätskehöjd för partiklar med angiven diameter.

| Korndiameter i mm | Avsättningstid vid 10 cm vätskehöjd |
|----------------------|--|
| 0.002 | 8 timmar |
| 0.006 | 1 timme |
| 0.02 | 7 ¹ / ₂ min. |
| 0.06 | 50 sek. |
| 0.1 | 30 sek. |
| 0.2 | 5 sek. eller 15 sek. vid 30 cm vätskehöjd. |

Vid de av mig utförda slamningarna har gruppen ler ej uppdelats. Avskiljandet av kornfraktioner, som äro mindre än 2 μ , är nämligen en tidsödande och besvärlig operation. Vid de av S. Johansson och G. Larsson (Frödin 1919, sid. 59) utförda slamningarna enligt Atterbergs metod av prov från Göta älvs dalgång gjordes en uppdelning av leret vid 0.6 och 0.2 μ . Härvid måste emellertid vissa försiktighetsmått iakttagas för att förhindra varje strömning inom vätskan. Glas cylindrarna voro sålunda försedda med isoleringsmantel, och avsifoneringen skedde medelst små fina hävertar. Frågan gäller emellertid, huruvida en uppdelning av lergruppen kan exakt utföras. Det torde nämligen praktiskt taget få anses utförbart, att medelst borstning o. d. kunna sönderdela de mindre leraggregaten eller flockarna.

Det jordprov, som skall slammas, bör vara grovpulveriserat. Pulveriseringen skall ske mycket försiktigt och utföras t. ex. i en mortel med trä- eller gummipistill, så att grövre jordpartiklar ej krossas. Ur det väl blandade och homogena jordprovet uttagas 20 gr jord (jfr sid. 78) till analys, varefter jorden nedföres i en glasbägare av Jenaglas (lämplig storlek 12 \times 24 cm, rymd 2 l.) Om humus ingår i jordprovet, borttages denna först, vilket lämpligen sker enligt den ovan beskrivna vätesuperoxidmetoden (sid. 79).

Bortslammandet av leret sker lämpligen i den ovan nämnda större glasbägaren i stället för i den Atterbergska slamcylindern. För avsifoneringen användes härvid en hävert, vars inre skänkel nedtill är försedd med uppåt vänd insugningsöppning för att undvika, att de bottenfällda mjälpartiklarna

sugas med. Användandet av glasbägare i stället för slamcylinder vid lerets bortskaffande erbjuder den fördelen, att man för varje borstning ej behöver överföra provet i en porslinsskål, enär bägaren kan ställas direkt på vattenbadet.

För borttagandet av leret påfylles bägaren med svagt ammoniakhaltigt vatten till nära 20 cm vätskehöjd. Innehållet i bägaren röres upp med en glastav, vilken därefter noga spolats av med tillhjälp av en sprutflaska, varefter vatten påfylles till precis 20 cm höjd. Bägaren får därefter stå under 16 timmar på ett ställe, där den ej är utsatt för temperaturväxlingar, varefter vätskan avsifoneras. I stället för 20 cm vätskehöjd och 16 timmars avsättningstid kan man använda 10 cm vätskehöjd och tiden 8 timmar eller också någon annan vätskehöjd, som svarar mot den tid, efter vilken man har tillfälle att göra avslamningen. Relationen mellan vattenhöjd och tid finnes angiven på Atterbergs slamcylinder. För starkt lerhaltiga jordar måste emellertid en avsevärt längre tid beräknas för sedimentationen före den första avslamningen, enär jorduppslamningen då har så stark koncentration, att mjälapartiklarnas sedimentation avsevärt fördröjes, varvid dessa i annat fall delvis komma att avsifoneras tillsammans med leret (jfr van Zyl 1918, sid. 23). Detta gäller även för alla andra, mera koncentrerade uppslamningar av finare partiklar.

Efter den första avslamningen av leret påfylles ånyo ammoniakhaltigt vatten, jordprovet röres upp, varefter avslamning sker efter viss avsättnings-tid o. s. v. Efter c:a 3 å 4 avslamningar börjar emellertid vätskan att klarna och endast en mindre del ler bortgår. Bägaren ställes då på vattenbad, och jorden får indunsta, till dess den blir i det närmaste torr. Därefter borstas provet med svagt ammoniakhaltigt vatten. Efter 3 å 4 avslamningar borstas jorden ånyo. Detta upprepas till dess borstningen ej mera ger någon effekt, vilket för lerorna och gyttjorna i allmänhet inträffar först efter 5 å 6 olika borstningar.

Vid elektrolythaltiga jordarter, såsom vid analys av koksalthaltiga marskjordar o. d., erhålles i början av slamningen en kraftig utflockning av jordpartiklarna. Detta bereder emellertid inga större svårigheter, enär saltet bortgår vid de första avslamningarna, varefter slamningen kan fortgå på vanligt sätt. Vid jordprovets behandling med surt kaliumoxalat (sid. 82) erhålles även koagulation av de finare partiklarna, vilken emellertid försvinner, då syrsaltet blivit helt borttvättat.

Då allt ler är bortslammat, överföres jordprovet i Atterbergs slamcylinder (fig. 7) och särskiljandet av de övriga kornfraktionerna sker enligt de avsättningstider, som förut angivits. För kontrollens skull är det lämpligt att väga det lerfria jordprovet, innan detta överföres i slamcylindern. Detta sker efter indunstning till torrhet i en porslinsskål (lämplig storlek: diam. = 15, höjd = 5 cm). Torkningen sker lämpligen på vattenbad. — Enär det erbjuder stora svårigheter att uppsamla, indunsta och väga leret, beräknas lerhalten ur differensen, då vikten av de övriga kornfraktionerna är känd.

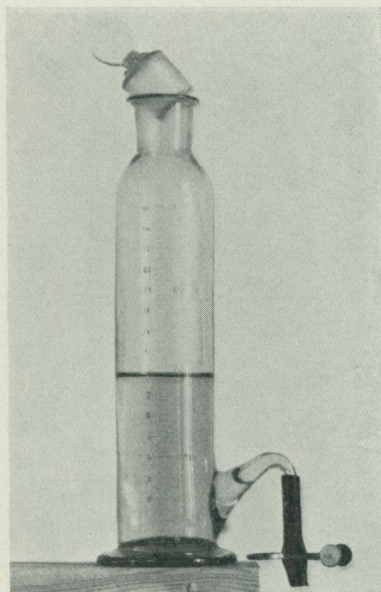
För finmjälans avskiljande påfylles vatten till närmare 10 cm vätskehöjd.

Slamcylindern omskakas därefter med påsatt glaspropp, varefter glasproppen och insidan av cylinderns övre del avspolas med något vatten, som i övrigt påfyller till en exakt vattenhöjd av 10 cm. Efter 1 timme avsifoneras vattnet med uppslammade mjälapartiklar samt uppsamlas i en större, tjockväggig glasburk (s. k. batteriglas; lämplig storlek 20×20 cm). Då efter upprepade avslamningar (6—12 gånger) vattnet efter en timmes sedimentation är i det allra närmaste klart, övergår man till att avslamma grovmjålan. Glasburken med den uppsamlade finmjålan får därefter stå så länge till dess att finmjälapartiklarna sedimenterat, varefter vattnet avsifoneras medelst en hävert. Finmjålan nedspolas därefter i en porslinskål samt indunstas till torrhet på vattenbad och väges.

Avskiljandet av de övriga kornfraktionerna sker på liknande sätt som vid finmjålan, under iakttagande av de ovan angivna avsättningstiderna. Efter grovmofraktionens avslamning (15 sek. vid 30 cm vätskehöjd eller 10 sek. vid 20 cm vätskehöjd) återstå i slamcylindern dels melansand, dels grovsand, dels även en del resterande grovmo. Dessa kornfraktioner särskiljas medelst 0.6 och 0.2 mm sällan, och vikten av den resterande grovmon lägges till den vid avslamningen erhållna mängden grovmo.

Avsifoneringen från slamcylindern sker genom att öppna klämmaren, som är anbragt på den korta gummislangen på sifonröret (jfr fig. 7). Vid avslamningen av de finare kornfraktionerna flyttas klämmaren så, att endast en mindre öppning uppstår för vattnet att rinna fram. Skulle klämmaren helt och hållet lossas, komme nämligen en del av de finare, bottenfälda partiklarna att ryckas med av vattenströmmen. Såsom allmän regel gäller, att avsifoneringen skall göras så långsamt som möjligt samt regleras så, att den tid, som åtgår för avslamningen, praktiskt taget ej spelar någon roll i förhållande till avsättningstiden.

Vid avslamningen av mofraktionerna finnas tvenne felkällor, dels tidens längd vid avsifoneringen i förhållande till avsättningstiden samt dels de virvelströmmar, som uppstå i cylindern strax efter omskakningen. Den senare felkällan kan till större delen undvikas därigenom, att cylindern hålles omvänd under några sekunder efter omskakningen, varefter den försiktigt vändes. — För grovmogruppen blir tiden för avsifoneringen för lång i jämförelse med sedimentationstiden, varför en del av grovmon stannar kvar



A. Hj. Olsson, fot. 1927.

Fig. 7. Atterbergs slamcylinder.

i slamcylindern. Denna felkälla undgår man emellertid, såsom förut nämnts, genom att komplettera slamningen medelst sällning.

Vid Danmarks geologiska undersökning användes vid slamning en kombination av Atterbergs och Schönes metoder (Mertz 1926). Den senare metoden har tillgripits i slutet av slammingsanalysen för särskiljandet av grovmon. Sällningen torde emellertid här bliva betydligt enklare att utföra, och resultatet torde dessutom bliva lika tillförlitligt som med Schönes metod.

Sifonröret på Atterbergs slamcylinder är anbragt något ovanför cylinderns botten för att delar av bottensatsen ej skola ryckas med vid avsifoneringen. Efter avslamningen kvarstå därför några cm av vätskepelaren. Denna vattenmängd kan emellertid till större delen avlägsnas därigenom, att man vid slutet av varje avslamning försiktigt lutar slamcylindern framåt. På samma sätt förfäres även, då man använder glasbägare jämte hävert, enär den uppåt riktade insugningsöppningen på häverten befinner sig ett stycke ovanför bägarens botten.

En nackdel med Atterbergs slamcylinder är, att de sedimenterande partiklarna delvis avsätta sig på den nedre och trattformiga delen av sifonröret. På grund härav kunna dessa vid avsifoneringen med lätthet ryckas med av vattenströmmen. Efter att hava försiktigt lutat slamcylindern något bakåt, kunna emellertid åtminstone en del av dessa partiklar genom lätta knackningar på cylindern bringas att ramla ned.

Den Atterbergiska slammingsmetodens användbarhet.¹ Metoden kan ej användas vid klassifikation av lerorna, vilket framhållits av Atterberg och flera andra forskare. Orsaken ligger däruti, att partiklarnas fördelning inom lergruppen ej framgår av slammingsanalysen. För de lerfria jordarna torde däremot de värden, som erhållas med metoden, vara fullt tillräckliga för att ge en exakt föreställning om jordartens mekaniska sammansättning. Grovmogruppen torde dock i vissa fall behöva uppdelas (jfr sid. 21).

Jag använder mig sålunda av den Atterbergiska slammingsmetoden först och främst för klassificering av de lerfria jordarna. Vid slamning av lerorna erhåller jag dessutom en kompletterande upplysning om lerornas sammansättning, sorteringsgrad o. s. v., vilket särskilt gäller lättlerorna.

På fig. 8 har framställts sambandet mellan lerhalt och hygroskopicitet för en del olika jordarter, nämligen dels humusfria mineraljordar samt dels mullblandade mineraljordar och mineralblandade mulljordar. Den hygroskopicitet, som angives för matjordstyperna (de två senare grupperna), är den enligt beräkning funna hygroskopiciteten för mineralsubstansen (jfr sid. 98). Av figuren framgår, att något exakt samband ej råder mellan lerhalt och hygroskopicitet (jfr även Novák 1916). Överensstämmelsen är emellertid störst, vad beträffar de humusfria mineraljordarna. Lerprocenten blir här i medeltal 5,3 gånger större än det tal, som angives av hygroskopiciteten. Matjordarna kunna däremot ha en låg hygroskopicitet men samtidigt en jämförelsevis hög lerhalt. Detta inträffar särskilt under två

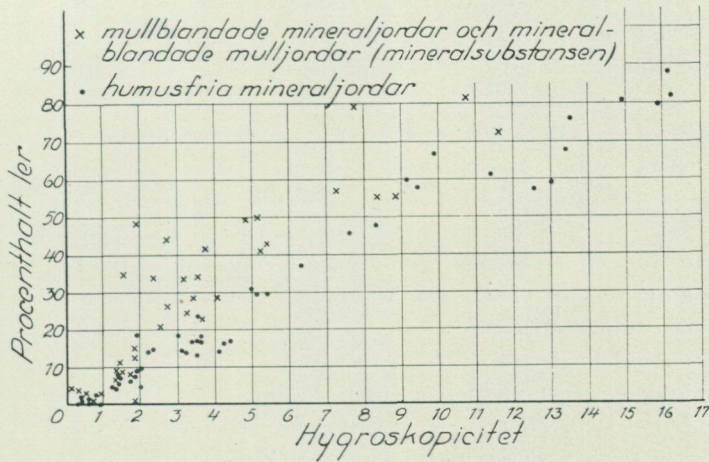


Fig. 8. Sambandet mellan lerhalt och hygroskopicitet.

olika yttre förhållanden. Antingen kunna grövre partiklar mjäla och mö förminska i storlek genom vittring och övergå i grövre lerpartiklar (högre finhetsgrad), eller också kunna de kolloidala lerpartiklarna genom åldring få karaktären av mikroler (lägre finhetsgrad).

Det förra fallet har jag särskilt konstaterat i en del mjäliga mulljordar etc., där humusvittring sannolikt varit orsaken till den höga mikrolerhalten (jfr sid. 66 och jordproven H 399, Ö 7 a, Ö 40 a). Mineralsubstansen måste nämligen här ursprungligen hava varit en lättlera, mjäla eller mjällig mo.

Det andra fallet gäller de mullblandade lerjordar, som äro belägna på backar och torrare ställen och där ultraleret genom åldring på grund av starkare uttorkning förlorat sin karaktär av kolloidalt ler, varvid gelerna övergått i hårda och hornartade samt därigenom föga vattenadsorberande partiklar. I detta fallet har sålunda bildats ett slags grövre partiklar med mindre specifik yta, och mineralsubstansen har fått en lägre finhetsgrad än den ursprungliga (jfr sid. 55 och jordproven H 402, H 407, H 406).

Hygroskopicitet.

Hygroskopicitet (W_h) är den vattenhalt (i procent per torrsubstans), som en jord har, då den fått stå till full mättning i vattenånga över 10-procentig svavelsyra i vakuum. Hygroskopiciteten synes ge ett tillräckligt exakt mått på jordens finhetsgrad (jfr nedan).

Laboratorietekniken. Hygroskopicitetsmetoden, som införts av Rodewald och Mitscherlich, är enligt Mitscherlich (1923) i korthet följande. En vågflaska med 30—50 gr lufttorkad jord placeras på en trefot av glas eller dylikt i en mindre glasexsickator, befuktningsexsickatorn, i vars nedre del är påfyllt 100 cm³ 10-procentig svavelsyra. Exsickatorn

evakueras därefter medelst vattenluftpump, varefter den ställes i ett mörkt skåp i ett rum med konstant temperatur. Efter 2—3 dagar utbytes svavelsyran mot samma mängd, exakt 10-procentig svavelsyra. Jorden får därefter stå i den evakuerade exsickatorn under ytterligare 3 dagar, varefter den uttages och väges. Sedermera torkas jorden i en annan mindre, evakuerad exsickator, torkningsexsickatorn, över fosforpentoxid vid 100° under 4 timmar. Denna exsickator är härvid upphängd i övre delen av en gryta med kokande vatten. Efter torkningen väges jorden ånyo, varefter vattenhalten, hygroskopiciteten, beräknas.

Hygroskopicitetsmetoden användes av mig i det allra närmaste i full överensstämmelse med Mitscherlichs föreskrifter. Med avseende på själva apparaturen ha emellertid en del förändringar vidtagits, särskilt med hänsyn till metodens användbarhet vid massanalyser. I övrigt kommer att redogöras för en del felkällor, som, enligt vad jag funnit, kunna vidlåda densamma.

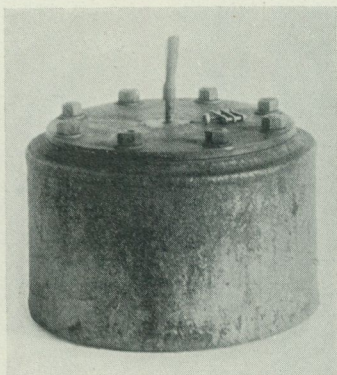
Mitscherlich använder genomgående smärre exsickatorer med endast en vågflaska i varje exsickator. För jordens befuktning (»Benetzung») använder jag numera större glasexsickatorer (inre diam. = 24 cm), som rymma c:a 10 vågflaskor, varjämte även mindre med en vågflaska tidigare kommit till användning. Dessa senare överensstämma i storlek ungefär med Mitscherlichs. De större exsickatorerna lämpa sig emellertid bättre vid massanalyser. Den enda nackdelen med dessa är, att kondensation av vattenånga på exsickatorns lock och väggar inträder något lättare än vid de smärre exsickatorerna. Denna daggbildning, som ofta förorsakar stänk i jordproven, kan till allra största delen undvikas därigenom, att svavelsyrelösningen strax före dess användning avkyles några grader under förvaringsrummets temperatur eller också att nedre delen av exsickatorn under evakueringen ställes i vatten av lägre temperatur. För att undvika stänk i exsickatorn är det dessutom nödvändigt att vid framställningen av svavelsyrelösningen använda nyss urkokt samt därefter avkylt vatten.

De vågflaskor, som användas i de större exsickatorerna, äro jämförelsevis små (5 cm i diameter och 3.5 cm höga). I de smärre exsickatorerna ha däremot använts större vågflaskor (diam. 7.5 cm och höjd 2.5 cm). I förra fallet användes i allmänhet omkring 10 gr lufttorkad och grovpulveriserad jord, i senare fallet c:a 20 à 30 gr jord. Jordskiktets tjocklek hålles nämligen ungefär lika (c:a 5 mm) i de båda olika slagen av vågflaskor.

För jordprovets torkning visade sig exsickatorer av glas vara synnerligen ohållbara. Jag använder mig därför i detta fallet numera av en exsickator av järn, vilken på beställning tillverkats av Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator i Stockholm. Metallexsickatorn (fig. 9) har en diameter av 26 cm och en höjd av 16 cm samt är försedd med avtagbart lock, vilket tillskrivas medelst 8 st. muttrar. Mellan locket och själva exsickatorn ligger infällt i en ränna i denna senare en asbestpackning, vilken möjliggör, att exsickatorn håller sig fullt lufttät. För att packningen ej skall

häfta fast vid locket, bестrykes dess övre yta då och då med ett tunt lager av s. k. konsistensfett. Metallexsickatorn evakueras genom ett med gummislang förlängt metallrör, som är draget genom locket. Efter evakueringen tillslutes gummislangen medelst en kort glasstav eller tillfälligtvis med en skruvklämmare. Metallexsickatorn rymmer, förutom skålen med fosforpentoxid i mitten, tio stycken av de mindre vågflaskorna.

Vid användandet av de större exsickatorerna för jordens befuktning visade det sig, att stundom ganska olika hygroskopicitet kunde erhållas för en och samma jord vid olika tillfällen. Detta konstaterades bero därpå, att vågflaskorna vid de olika tillfällena stodo på olika höjd över svavelsyrans yta eller med andra ord att vattens ångtension ej är lika inom hela exsickatorn. För att närmare utreda detta igångsattes försök, dels med en större exsickator med 5 st. vågflaskor med jordprovets yta på respektive 13, 49, 117, 157 och 184 mm över svavelsyrans yta, dels samtidigt även försök med en mindre exsickator med en vågflaska på 7 mm höjd över svavelsyran. Samtliga vågflaskor voro av samma typ, och i var och en av dem hade påfyllts 10 gr grovpulveriserad, lufttorkad jord av en mycket styv lera (Gu 165). Ombyte av svavelsyra gjordes efter 4 samt 32 dygn. Försöksresultatet framgår av nedanstående tabell.



A. Hj. Olsson, fot. 1926.

Fig. 9. Metallexsickatorn.

Försök (år 1925) för påvisande av ångtensionens storlek på olika höjd i vakuumexsickator.

| | Höjd över svavelsyran i mm | Vattenhalt efter nedanstående antal dygn | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 4 | 9 | 14 | 25 | 32 | 72 |
| Stora exsickatorn . . . | 184 | 6.33 | 14.23 | 14.80 | 15.12 | 15.05 | 15.18 | 15.24 | 15.37 | 15.42 |
| | 157 | » | 14.28 | 14.81 | 15.13 | 15.13 | 15.22 | 15.27 | 15.37 | 15.44 |
| | 117 | » | 14.31 | 14.93 | 15.34 | 15.30 | 15.40 | 15.46 | 15.57 | 15.65 |
| | 49 | » | 14.94 | 15.52 | 15.73 | 15.83 | 15.89 | 15.92 | 15.95 | 16.03 |
| | 13 | » | 15.40 | 15.89 | 16.03 | 16.14 | 16.17 | 16.19 | 16.22 | 16.28 |
| Lilla exsickatorn . . . | 7 | » | — | — | 16.17 | 16.28 | 16.33 | 16.37 | 16.37 | 16.41 |

Ett tidigare (år 1922) utfört försök lämnade liknande resultat. Härvid användes ävenledes en mycket styv lera (H 17) med ungefär samma mängd jord i varje vågflaska. Jordskiktets tjocklek i vågflaskorna varierade mellan 9 och 11 mm. Ombyte av svavelsyra gjordes efter 4 dygn (se sid. 90).

Av de båda försöken framgår, att hygroskopiciteten blir lägre ju större avståndet är mellan svavelsyran och jordprovet eller att ångtensionen avtager kontinuerligt uppåt på samma sätt som lufttrycket i jordens atmosfär. Detta åskådliggöres även grafiskt på fig. 10, som framställer re-

Försök (år 1922) för påvisande av ångtensionens storlek på olika höjd i vakuumsäckator.

| | Höjd över svavelsyran i cm | Vattenhalt efter nedanstående antal dygn | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 4 | 9 | 12 | 26 |
| Stora exsickatorn | 17 | 9.13 | 15.09 | 15.08 | 15.12 | 15.26 |
| | 13 | > | 14.60 | 15.25 | 15.32 | 15.47 |
| | 8 | > | 15.59 | 15.57 | 15.67 | 15.76 |
| | 1.5 | > | 15.99 | 16.05 | 16.09 | 16.17 |
| Lilla exsickatorn | 2 | > | 15.93 | 16.11 | 16.14 | 16.19 |

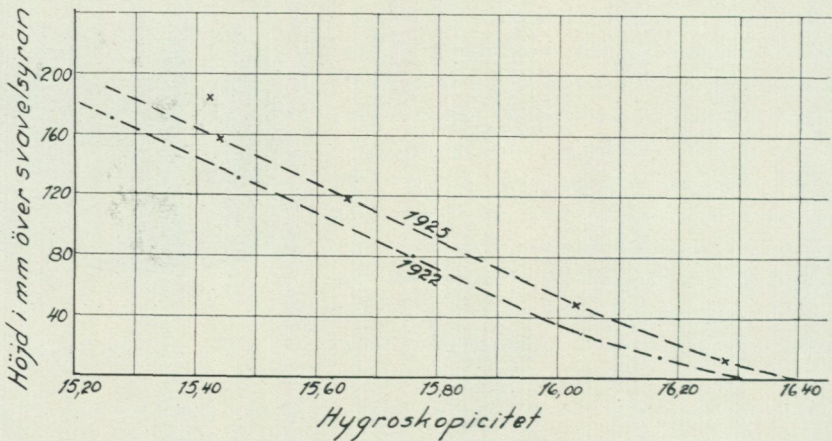


Fig. 10. Sambandet mellan jordprovets höjd över svavelsyran och hygroskopicitet vid två olika försök (1922 och 1925).

lationen mellan hygroskopicitet och jordprovets höjd över svavelsyran från de båda försöken. Av figuren framgår, att detta förhållande är i det närmaste konstant och representeras av en rät linje med undantag av närmast svavelsyran, där ångtrycket blir förhållandevis större. Vid den högsta nivån i 1925 års försök har dessutom erhållits ett för högt värde på hygroskopiciteten möjligen beroende därpå, att vägfliaskan hade placerats omedelbart under exsickatorlocket.

Av försöken framgår den stora vikten av, att vägfliaskorna alltid placeras på en och samma höjd över svavelsyran. En höjdskillnad på 1 cm ger för lägre nivåer en olikhet i hygroskopicitet av c:a 0.6 %. Vid mina hygroskopicitetsundersökningar stå vägfliaskorna alltid så, att jordprovets övre yta kommer på 1.5 cm över svavelsyran.

Hygroskopicitetsbestämningarna utföras av en del forskare på så sätt, att jorden först torkas i vakuum över fosforpentoxid, varefter den torkade jorden inställes i befuktningsexsickatorn. Förfaringssättet är sålunda här det motsatta mot det av Mitscherlich numera använda och har påvisats (jfr Mitscherlich 1923, sid. 70) såsom felaktigt, på grund av att jorden

vid torkningen undergår vissa irreversibla förändringar. Jordens adsorptionsförmåga för vatten nedsättes nämligen avsevärt vid starkare uttorkning på grund av ytförminskning hos de kolloidala jordpartiklarna (åldring).

För att ytterligare påvisa torkningens inflytande på jordens vattenadsorptionsförmåga, bestämdes hygroskopiciteten för tvenne leror (två mycket styva, tertiära leror från Danmark, H 414 och H 415) enligt Mitscherlichs tillvägagångssätt. Den torkade jorden utsattes därefter ånyo för befuktning, varefter hygroskopiciteten även i detta fallet beräknades. Under hela tiden användes sålunda samma jord, och undersökningen utfördes i övrigt under fullkomligt likartade förhållanden, lika lång tid för befuktning, samma exsickatorer etc. Hygroskopiciteten blev för de bägge jordarterna i förra fallet 23.80 (H 414) och 20.32 (H 415), under det att den i det senare fallet sjönk till respektive 22.89 och 19.37. Såsom synes är skillnaden avsevärd.

Vattnets ångtryck över 10-procentig svavelsyra vid $+18^{\circ}$ C uppgår enligt Regnault's tabell (jfr Odén 1921) till 14.4 mm. Användes en annan koncentration på svavelsyran, blir ångtrycket ett annat och därigenom erhålles även ett annat värde på hygroskopiciteten. Sålunda har t. ex. O. Arrhenius (1920) använt 5-procentig svavelsyra, varjämte jordens torkning skett på vanligt sätt i torkskåp vid 100° . För att kunna bedöma de analysresultat, till vilka olika forskare kommit, eller för att erhålla fullt jämförbara hygroskopicitetsvärden, är det av vikt, att en och samma undersökningsmetod utföres av alla på fullkomligt likartat sätt, och att man därvid i detalj följer de föreskrifter, som ursprungligen lämnats angående metoden, för så vitt naturligtvis inga avsevärt bättre förändringar påvisats vara lämpliga.

Vid hygroskopicitetsundersökningen är avsikten den, att jorden skall upptaga vattenånga till full mättning. Av de nyss anförda tabellerna samt av fig. 11 framgår, att befuktningen i början går mycket hastigt men sedermera avtager successivt. Under första dygnet upptages sålunda c:a 90 % av befuktningstvattnet. Av de utförda undersökningarna framgår även, att det torde åtgå en avsevärt lång tid, innan jorden blir fullt mättad, och detta slutstadium kan ej sägas hava uppnåtts vid de gjorda försöken, trots det att t. ex. jordproven vid försöket år 1925 stått 72 dagar i befuktningsexsickatorn. Skulle därför jorden behöva stå så pass länge, att den ej upptog mera vatten, skulle metoden ej vara praktiskt användbar. Frågan gäller då, efter vilken tid försöket lämpligen bör avbrytas.

Försök ha igångsatts för att studera befuktningförloppet för olika jordarter, och resultatet framlägges i tabellen på sid. 93. En del av resultatet har även framställts grafiskt i fig. 11. Vid försöket har medtagits dels de starkast vattenadsorberande jordarterna, gyttja, mulljord och mycket styv lera, dels även jordarter med låg eller medelhög hygroskopicitet. Dessutom har i ett par fall använts olika mängder av en och samma jord, varjämte även grov- och finpulveriseringens inverkan studerats. Samtliga hygrosko-

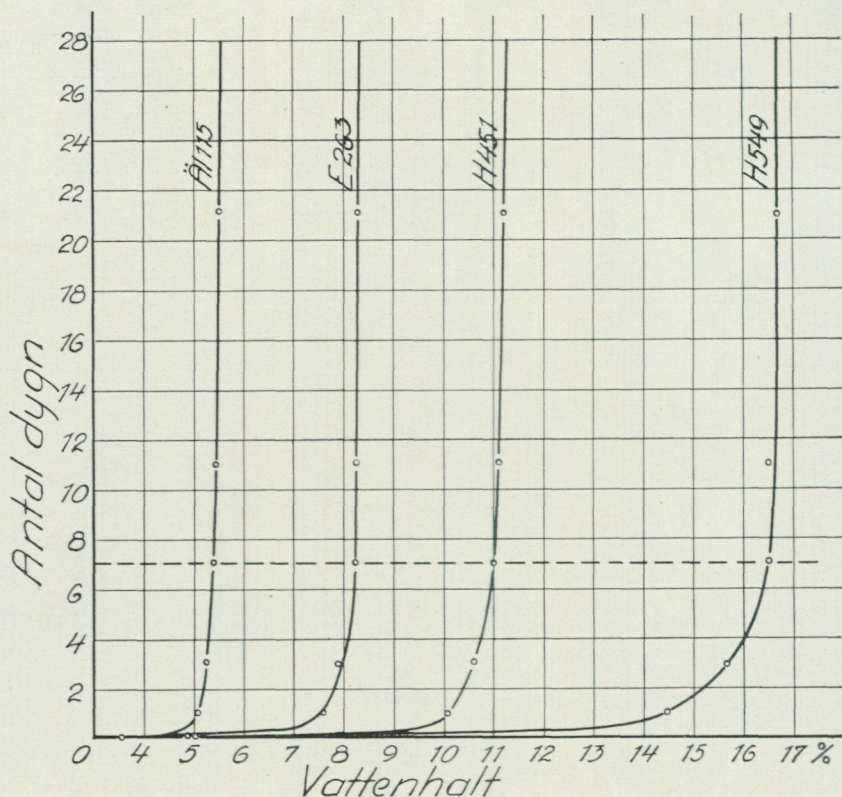


Fig. 11. Befuktningsförloppet för olika jordarter (jfr tabellen å motstående sida).

picitetsbestämningar hava utförts samtidigt i en av de större befuktnings-exsickatorerna, och ombyte av svavelsyra ägde rum efter 3 dygn. Jordprovens övre yta stod på en höjd över svavelsyran av 1.5 cm.

Av tabellen på sid. 93 samt fig. 11 framgår, att befuktningen till synes sker långsammare för de finare än för de grövre jordarterna. En mycket styv lera får sålunda ett tillnärmelsevis konstant värde på hygroskopiciteten först efter c:a 7 å 8 dygn, under det att en grövre jord blir i det närmaste mättad redan efter 1 å 3 dygn. Den procentuella ökningen i förhållande till jordens hygroskopicitet under ett visst tidsintervall blir däremot ungefär lika för alla jordarter.

En lämplig tidpunkt för försökets avbrytande synes mig vara efter 7 dygn (den streckade linjen på fig. 11). Jag företager därför ombyte av svavelsyra efter 2 dygn, varefter jorden får stå 5 dygn över den nya svavelsyran. Av den nämnda tabellen framgår, att skillnaden i hygroskopicitet efter 7 och 21 dygn är för en mojord 0.02, styv lera 0.03, mycket styv lera 0.1, mullrik styv lera 0.2, mulljord 0.7 och gyttja 0.7. Enär hygroskopiciteten av mig huvudsakligen användes för klassifikation av mineraljordar och humusblandade mineraljordar och enär densamma i vanliga fall endast bör angivas med

Befuktningförloppet för olika jordarter.

| N:r | Jordart | Utgångsmaterial | Vattenhalt efter nedanstående antal dygn | | | | | |
|--------|---------------------------------|------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 0 | 1 | 3 | 7 | 11 | 21 |
| Äl 114 | Urlakad moränmo | 5 gr (ej pulveriserad) | 0.17 | 0.31 | 0.32 | 0.31 | 0.33 | 0.33 |
| » | » | 10 gr » | 0.18 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0.34 | 0.36 |
| Äl 115 | Rostig och humusanrikad moränmo | 10 gr » | 3.54 | 5.10 | 5.26 | 5.40 | 5.45 | 5.53 |
| E 263 | Styv glacial lera | 10 gr, grovpulveriserad | 3.03 | 7.55 | 7.87 | 8.26 | 8.24 | 8.29 |
| H 451 | Mullrik styv lera | 8 gr, » | 4.96 | 10.12 | 10.56 | 10.99 | 11.05 | 11.17 |
| H 549 | Mycket styv glacial lera | 5 gr, finpulveriserad jord | 5.09 | 14.92 | 15.60 | 16.50 | 16.38 | 16.58 |
| » | » | 10 gr, » | 4.56 | 14.44 | 15.51 | 16.48 | 16.41 | 16.57 |
| » | » | 10 gr, grovpulveriserad jord | 4.86 | 14.46 | 15.65 | 16.53 | 16.48 | 16.67 |
| H 37 | Kärtrorvmulljord | 5 gr, grovpulveriserad jord | 15.16 | 29.69 | 31.35 | 32.63 | 32.82 | 33.30 |
| E 257 | Gyttja | 6 gr, » | 14.28 | 38.76 | 42.40 | 45.25 | 45.26 | 45.98 |

en decimal (enligt den noggrannhet, som metoden ger), torde den av mig använda tiden för jordprovrens befuktning vara alldeles tillräcklig för att erhålla fullt jämförbara relativvärden för hygroskopiciteten. Härvid måste emellertid tillses, att exsickatorerna under hela tiden hålla sig lufttäta, vilket konstateras med tillhjälp av en mindre kvicksilvermanometer, som placeras inne i befuktningsexsickatorn. — I de fall då hygroskopicitetsbestämningarna utförts under fullkomligt likartade yttre förhållanden, samtidigt i en och samma exsickator etc., kan hygroskopiciteten angivas med två decimaler, vilket jag även gjort i ifrågavarande fall.

Vid de försök, som anförts i ovanstående tabell, förekommer en mycket styv lera dels i grovpulveriserad, dels i finpulveriserad form. Dessutom har medtagits olika mängder jord, varigenom tjockleken hos jordskiktet i vågflaskorna blir olika. Av försöken framgår, att en grovpulveriserad lera ger samma hygroskopicitet som samma lera i finpulveriserad form. Dessutom blir hygroskopiciteten densamma, oavsett om jordprovets tjocklek är 2.5 eller 5 mm.

Såsom en *sammanfattning och komplettering* av vad ovan anförts angående laboratorietekniken, skall här i korthet redogöras för det tillvägagångssätt, som jag använder vid hygroskopicitetsbestämningarna.

De med c:a 10 gr grovpulveriserad jord fyllda vågflaskorna insätts i befuktningsexsickatorn, i vilken finnes svavelsyrelösningen från föregående bestämning. Exsickatorn evakueras därefter medelst vattenluftpump till 15 à 20 mm lufttryck. Ifall rummet, där evakueringen försiggår, har en högre temperatur än det rum, i vilket exsickatorn förvaras, ställes exsickatorn med nedre delen i kallt vatten. Efter evakueringen inställes exsickatorn omedelbart i ett mörkt skåp i förvaringsrummet, där konstant temperatur måste råda. Efter 2 dygn uttages exsickatorn, varefter verk-

ställes ombyte av svavelsyra. Den nya svavelsyrelösningen bör före ombytet vara avkyld till några grader under förvaringsrummets temperatur. Exsickatorn får därefter stå evakuerad under ytterligare 5 dagar. Har exsickatorn under denna tid hållit sig fullt lufttät, uttagas vågflaskorna och vägas på analysvåg. För borttagandet av större delen av det hygroskopiska vattnet torkas därefter jorden under några timmar i ett torkskåp vid 70 à 90° temperatur. Denna förtorkning utföres för att spara på fosforpentoxiden men även för att göra torkningen i metallexsickatorn mera effektiv. Vågflaskorna inställas därefter tillsammans med en skål med fosforpentoxid i metallexsickatorn, varefter dennas lock tillskrivas och exsickatorn evakueras. Metallexsickatorn får därefter stå över kokande vatten i en i det närmaste slutna gryta under 4 timmar. Efter denna tid uttages exsickatorn ur grytan, varefter kontrolleras, huruvida den varit lufttät eller ej. Därefter insläppes i exsickatorn torr luft, som fått passera genom tvättflaskor med koncentrerad svavelsyra. Sedan vågflaskorna svalnat, vägas de, varefter hygroskopiciteten beräknas i procent per torrsubstans.

Hygroskopicitetsmetodens användbarhet. Enligt Rodewald och Mitscherlich (jfr Mitscherlich 1923) utgör hygroskopiciteten ett mått på jordens finhetsgrad eller den totala ytarealen hos jordpartiklarna. Ju finare de enskilda jordbeståndsdelarna äro, ju större är jordens finhetsgrad och därmed även hygroskopiciteten. Denna blir därför störst hos gyttjorna, mulljordarna och de mycket styva lerorna på grund av dessa jordarters höga halt av humus- eller mineralkolloider. Teoretiskt sett antager man numera efter Ehrenberg (Mitscherlich 1923, sid. 72), att det hygroskopiska vattnet skulle täcka jordpartiklarnas yta med tio molekylarskikt vatten, och i enlighet härmed har man beräknat, att ytarealen på ett gr jord, uttryckt i m², skulle vara fyra gånger större än hygroskopicitetsstalet. Detta gäller emellertid enligt Mitscherlich ej för de sandartade jordarna, enär hygroskopicitetsbestämningarna i detta fall lämna för höga värden sannolikt på grund av kondensationsfenomen (Mitscherlich 1923). — Även om hygroskopiciteten ej skulle vara ett verkligt mått på olika jordarters specifika yta, så torde den dock såsom klassifikationsmetod vara fullt användbar för bestämning av t. ex. de olika lerjordarnas finhetsgrad och speciellt deras halt av kolloidalt ler.

Mot antagandet att hygroskopiciteten skulle vara ett mått på jordens finhetsgrad hava invändningar gjorts av bl. a. Odén (1921) och Zunker (1923). Dessa forskare grunda sina påståenden på de resultat, till vilka de kommit genom beräkningar av specifika ytan efter användande av finare, av dem utarbetade slammingsmetoder. Enligt Mitscherlich (1923) kan emellertid en jämförelse mellan hygroskopicitet och de värden, som erhållas med dessa senare metoder, ej göras på grund av svårigheten att särskilja de kolloidala och icke kolloidala partiklarna från varandra. För att en slammingsmetod skall lämna ett fullt riktigt resultat, måste nämligen samtliga flockar och aggregat i en jord uppdelas i primärpartiklar.

Blott och bart för lerets avskiljande ur en jordart måste jag i regel utföra

sex särskilda borstningar med ammoniakhaltigt vatten, innan återstoden blir praktiskt taget fritt från ler. Svårigheten i att överföra vissa jordaggregat i primärpartiklar har i övrigt påpekats i beskrivningen av slanningsmetoden. Det torde därför få anses sannolikt, att den förbehandling av jordproven, som användes av Odén, Zunker m. fl., ej är tillräcklig att överföra de allra finaste flockarna och jordaggregaten i primärpartiklar. Vid användandet av de ovan anförda slanningsmetoderna kan dessutom ytan av de kolloidala lerpartiklarna ej exakt beräknas (jfr även Liatsikas 1924).

Nannes (1905) är den förste, som i vårt land utfört hygroskopicitetsundersökningar enligt Rodewald-Mitscherlichs metod. Dessa undersökningar gjordes på en del olika matjordstyper från Skaraborgs län. Nannes betonar betydelsen av, att vid lokala fältförsök, jordvärderingar etc. ha en enkel metod för bestämning av jordens finhetsgrad. Hygroskopicitetsmetoden synes honom vara en därtill lämplig metod.

Christensen (1921, sid. 169) anser, att man i hygroskopiciteten har ett medel för nöjaktig bestämning av en jords finhetsgrad.

Freckmann och Janert (1925, sid. 7) ha kommit till den övertygelsen, att hygroskopiciteten ger ett riktigt värde på jordens specifika yta. Jämförande undersökningar utfördes härvid med Zunkers, Krauss' och Kopeckys slanningsmetoder.

Arrhenius (1926 a och b) har påvisat sambandet mellan olika jordars buffertverkan och deras hygroskopicitet. Ju större hygroskopiciteten är hos en jordart, ju större är även dess buffertverkan.

Såsom förut nämnts, använder jag hygroskopiciteten såsom ett mått på jordens finhetsgrad och begagnar mig av densamma särskilt vid klassificering av lerjordar. Särskiljandet av de olika slagen av leror har i huvudsak gjorts efter Atterbergs och Johanssons indelningar men även med ledning av den erfarenhet, som jag erhållit vid studiet av de olika lertyperna i fält. Därefter har hygroskopiciteten bestämts i laboratoriet, varefter nedan angivna hygroskopicitetsgränser fixerats för de olika slagen av mineraljordar.

Klassifikation av mineraljordarna efter hygroskopicitet.

| | W_h |
|---------------------------------|-------|
| Lerfria mineraljordar | < 2 |
| Lättlera | 2—4 |
| Lättare mellanlera | 4—5.5 |
| Styvare mellanlera | 5.5—7 |
| Styv lera | 7—10 |
| Mycket styv lera | > 10 |

Vid jämförande undersökningar över plasticitet (utrullbarhet, jfr sid. 122) och hygroskopicitet har jag funnit, att gränsen mellan plastiska och icke plastiska, humusfria mineraljordar ligger vid hygroskopiciteten 4. Lätt-

leror, som ligga på gränsen till mellanlerorna, hava sålunda en hygroskopicitet, som är något mindre än 4, under det att de lättaste mellanlerorna ha en hygroskopicitet något över 4. Denna överensstämmelse är mycket god och har visat sig vara gällande för det stora antal jordar, som härvid undersökts. Enär utrullbarhetsprovet är en i viss mån subjektiv metod, har först konstaterats, huruvida jordarten i fråga var plastisk eller ej, och där-efter har hygroskopicitetsbestämningen utförts. Detta för att ej vid utrullbarhetsprovet påverkas av resultatet från hygroskopicitetsbestämningarna.

Gränsen mellan de lerfria mineraljordarna och lättlerorna har satts vid hygroskopiciteten 2. För sorterade sandjordar, grovmo och lerfria moränjordar ligger sålunda hygroskopiciteten i allmänhet mellan 0.3 och 0.8, för finmojordar mellan 0.8 och 1.0 och för mjälorna mellan 1 och 2. För jämförelse må även här omnämnas de hygroskopicitetsvärden, som erhållits för renslammade kornfraktioner: mellansand 0.15, grovmo 0.11, 0.12, finmo 0.15, 0.25, grovmjåla 0.21, 0.38 och finmjåla 0.39 och 0.84. Differenserna inom de olika kornfraktionerna torde bero på olikhet i medelpartikeldiameter.

En mineraljord med en hygroskopicitet mellan 2 och 4 visar alltid ett märkbart inslag av ler, vilket ger jordarten en något gråaktig färg, jorden bildar ganska hårda klumpar eller kokor och har i övrigt egenskaper, som närma sig de plastiska lerorna. Gränsen mellan de lerfria mineraljordarna och lättlerorna är emellertid likaväl som alla andra jordartsgränser ej skarpt markerad, enär talrika övergångstyper förefinnas. Därför har även i vissa fall uppställts jordartsgruppen svagt leriga mineraljordar, för vilka hygroskopiciteten ligger omkring 2 (c:a 1.5—2.5). Under vanliga förhållanden torde emellertid denna grupp ej behöva särskiljas (jfr sid. 51).

Gränserna mellan mellanlera, styv lera och mycket styv lera ha lagts med hänsyn till de i jordartsbeskrivningen anförda jordartskaraktärerna. Har leran sålunda t. ex. en utpräglat seg och »beckig» konsistens, ligger hygroskopiciteten över 10. De högsta värden, som jag erhållit på hygroskopiciteten för humusfria, svenska kvartära leror, uppgå till mellan 16 och 17. Dessa jordarter hava varit mycket styva, glaciala leror från Västergötland, Östergötland etc. (t. ex. »Vadsbolera»). På ett par tertiära leror från Danmark, som erhållits från Danmarks geologiska undersökning, har hygroskopiciteten bestämts till 23.8 (»rött, plastiskt ler», H 414) och 20.3 (grå, kalkhaltig tertiär lera från Lille-Belt, H 415). För en lerjord från Java har Mitscherlich (1923, sid. 73) funnit hygroskopiciteten 23.8.

För att kunna utnyttja hygroskopicitetsmetoden vid klassificering av övergångstyperna eller blandningsjordarna mellan mineraljordar och humusjordar, speciellt vad beträffar de mullblandade lerorna, har jag, då humushalten samt dennas och jordartens hygroskopicitet äro kända, beräknat mineralsubstansens hygroskopicitet ($W_{h \text{ min.}}$). Detta låter sig göra, ifall man kan påvisa, att en blandnings hygroskopicitet är lika med summan av blandningsdelarnas hygroskopicitet eller med andra ord att hygroskopiciteten är en additiv egenskap. På grund härav ha en del olika försök igångsatts.

I en mycket styv glacial lera (H 27) ha inblandats olika mängder av olika korngrupper. (Jfr även fig. 13, sid. 102.) Dessa blandningar hava sedan efter tillsats av vatten omsorgsfullt knådat, till dess en homogen lerdeg erhållits, varefter gjorts en del bestämningar med Geotekniska kommissionens intrycksapparat etc. Därefter har lerdegen fått torka, varefter lerklumpen grovpulveriserats och hygroskopicitetsbestämningar samtidigt utförts på såväl blandningsjorden som på blandningsdelarna. Samma förfaringssätt har även använts vid övriga i det följande anförda blandningsjordar. Vid det nu först beskrivna försöket hade leran (H 27) en hygroskopicitet av 15.73 och hygroskopiciteten för grovmon, finmon, grovmjålan och finmjålan var respektive 0.11, 0.25, 0.38 och 0.84. De för blandningsjordarna funna hygroskopicitetsvärdena och de ur blandningsdelarnas hygroskopicitet beräknade värdena voro följande:

| | Funnet W _h | Beräknat W _h | Differens | |
|---|--------------------------|----------------------------|-----------|--------|
| Inblandning i mycket styv lera (H 27) av | 30 % grovmo | 10.75 | 11.04 | - 0.29 |
| | 50 » » | 7.88 | 7.91 | - 0.03 |
| | 30 » finmo | 10.91 | 11.09 | - 0.18 |
| | 50 » » | 7.89 | 7.98 | - 0.09 |
| | 30 » grovmjåla | 11.02 | 11.12 | - 0.10 |
| | 50 » » | 7.95 | 8.04 | - 0.09 |
| | 30 » finmjåla | 11.23 | 11.26 | - 0.03 |
| | 50 » » | 8.27 | 8.27 | 0 |

Av ovanstående tabell framgår, att den funna hygroskopiciteten nästan genomgående är något lägre än den beräknade. Skillnaden blir dessutom desto större ju grövre kornfraktioner, som inblandats i leran. Detta måste bero därpå, att de jämförelsevis grova finsandspartiklarna, då de ej förekomma i blandning, ge en något för hög hygroskopicitet, vilket förut påpekats (jfr sid. 94). Den teoretiskt beräknade specifika ytan för grovmo, finmo, grovmjåla och finmjåla, om radien antages vara medelpartikelradien för korngruppen i fråga, blir förhållandevis 3:10:30:100, under det att förhållandet mellan hygroskopicitetsvärdena är 13:30:45:100.

En undersökning av hygroskopiciteten hos blandningar av korngrupper och en mycket styv lera dels på oknådat (endast i torrt tillstånd omrört), dels på förut med vatten knådat och därefter pulveriserat prov, gav följande resultat:

| | Oknådat | Knådat | Differens | |
|---|---------------------|--------|-----------|--------|
| Inblandning i mycket styv lera av 30 % | grovmo | 11.50 | 11.41 | 0.09 |
| | finmo | 11.57 | 11.50 | 0.07 |
| | grovmjåla | 11.60 | 11.57 | 0.03 |
| | finmjåla | 11.70 | 11.78 | - 0.08 |

I de ej knådade blandningsjordarna erhöles sålunda i allmänhet en något högre hygroskopicitet än vid de knådade proven, enär de grövre partiklarnas hygroskopicitet här ännu gjorde sig gällande på grund av att de grövre kornens yta ej fullt täcktes av lerpartiklar.

Ett försök med inblandning av gyttja (E 257; $W_h = 45.54$) i en styv, glacial lera (E 263; $W_h = 8.28$) framgår av nedanstående tabell:

| | Procent gyttja | Funnet W_h | Beräknat W_h | Differens |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Inblandning i styv lera av gyttja i % av blandningsjorden | 1.80 | 8.99 | 8.95 | 0.04 |
| | 3.60 | 9.68 | 9.62 | 0.06 |
| | 7.14 | 11.15 | 10.94 | 0.21 |
| | 10.64 | 12.06 | 12.25 | - 0.19 |

Följande inblandningar hava gjorts av en kärrtorvmulljord (St 80; $W_h = 32.96$) dels i styv glacial lera (E 263; $W_h = 8.28$), dels i moränmellanlera (H 20; $W_h = 6.33$):

| | Procent mulljord | Funnet W_h | Beräknat W_h | Differens |
|--|---------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Inblandning i styv lera av mulljord i % av blandningsjorden | 3.4 | 9.00 | 9.10 | - 0.10 |
| | 6.0 | 9.64 | 9.93 | - 0.29 |
| | 9.0 | 10.44 | 10.74 | - 0.30 |
| | 12.0 | 11.10 | 11.55 | - 0.45 |
| | 16.8 | 11.80 | 12.38 | - 0.58 |
| Inblandning i moränmellanlera av mull- jord i % av blandningsjorden | 3.3 | 7.35 | 7.22 | 0.13 |
| | 6.0 | 8.25 | 8.10 | 0.15 |
| | 9.0 | 9.22 | 8.97 | 0.25 |
| | 12.0 | 10.11 | 9.85 | 0.26 |
| | 15.0 | 10.95 | 10.72 | 0.23 |

Blandningarna av mulljord och lera visa med avseende på hygroskopiciteten ej samma jämförelsevis goda överensstämmelse, som vid de andra blandningsjordarna. Orsaken härtill torde möjligen ligga däruti, att utgångsmaterialet ej varit homogent. I mulljorden ingick nämligen en del tämligen oförmultnade torvrest. Man synes dock kunna utgå från, att hygroskopiciteten i stort sett är en additiv egenskap eller att hygroskopiciteten för en blandningsjord är lika med summan av blandningsdelarnas hygroskopicitet. Skillnaden mellan funnen och beräknad hygroskopicitet uppgår dock i allmänhet ej till mer än 0.1 à 0.3. Den är sålunda ej större än att man med hygroskopicitetens tillhjälp i vanliga fall kan med tillräcklig noggrannhet bestämma mineralsubstansens sammansättning.

Hygroskopiciteten för de i naturen förekommande, mer eller mindre rena mulljordarna, varierar enligt de bestämningar som jag utfört, mellan 25 och 40. För den rena mullen har jag därför antagit hygroskopiciteten vara omkring 50. Av liknande skäl har jag antagit, att gytthumusens hygroskopicitet ligger mellan 50 och 60. En alggyttja med en glödningsförlust av 81.8 hade t. ex. hygroskopiciteten 45.5. I enlighet härmed har jag vid klassificering av matjordarna och gytjelerorna, sedan jordens hygroskopicitet och humushalt bestämts, beräknat hygroskopiciteten för mineralsubstansen. En matjord hade t. ex. hygroskopiciteten 9.5 och en mullhalt av 5.5 %. Hygroskopiciteten för mineralsubstansen blir då $\frac{9.5 - (5.5 \times 0.5)}{94.5} \times 100 = 7.1$. Matjorden är sålunda en mullhaltig styv lera. För en gytjelera med hygroskopiciteten 10.4 och en humushalt av 2 % beräknas sålunda mineralsub-

stansens hygroskopicitet till c:a 9.5, och jordarten blir i detta fall en gyttjig, styv lera.

Vid matjordarnas klassifikation har jag funnit nyss nämnda beräkningsmetod vara fullt användbar. Detta framgår bland annat av de värden på hygroskopiciteten, som beräknats för mineralsubstansen i de lerfria, sandartade jordarna. Den beräknade hygroskopiciteten blir här ungefär densamma, som hygroskopiciteten för motsvarande humusfria, sandartade jordar (jfr tab. 2).

Liksom alla andra metoder har även hygroskopicitetsmetoden sin givna begränsning. Såsom Mitscherlich (1923, sid. 72) framhåller, kunna jordarter med samma hygroskopicitet hava helt olika fysikaliska egenskaper (jfr även Atterberg 1908 b, sid. 374). Hygroskopiciteten sammanhänger, såsom förut nämnts, med en jordarts yta och stiger såväl med tilltagande humushalt som lerhalt. En sandig mulljord kan sålunda ha samma hygroskopicitet som en mycket styv lera. Jordarterna kunna därför i allmänhet ej klassificeras med enbart hygroskopicitetsmetodens tillhjälp. Till och med för en del rena mineraljordar kan metoden ej utan inskränkning användas, utan måste kompletteras genom en mekanisk jordanalys eller blott och bart genom en närmare okulär besiktning av jordarten i fråga. De lerfria jordarna kunna sålunda ej klassificeras efter hygroskopicitet. Likaså har en svagt lerig sand samma hygroskopicitet som en mjäla, ehuru dessa jordarter till sina fysikaliska egenskaper äro ganska vitt skilda.

Det rostfärgade anrikningsskiktet i en sandartad jord ger genomgående en hög hygroskopicitet. Detta beror därpå, att sandkornen äro överdragna med en hinna av limonit, men även därpå, att denna jordmanshorisont är anrikad av humus. En närmare undersökt, rostig och humusanrikad moränmo (Äl 115) hade sålunda en hygroskopicitet av 5.4, och humushalten uppgick till omkring 6 %. Hygroskopiciteten för mineralsubstansen beräknades i detta fall till 2.6 (jfr även jordprov V 1033 och H 213). — En starkt limonithaltig kärtrorvjord hade hygroskopiciteten 38.6 och en glödgningsförlust av 27.3 %.

De ovan anförda exemplen visa, att limoniten har en mycket hög vattenadsorberande förmåga. Den större eller mindre limonithalten i en sandartad jord ger emellertid ej åt jordarten karaktär av lerjord. Jordarten blir ej plastisk, och dessutom torde dess vattenkapacitet ej bli avsevärt större genom limonitinblandningen etc. Hygroskopiciteten blir därför i de limonithaltiga jordarna ej ett uttryck för lerjordskaraktären.

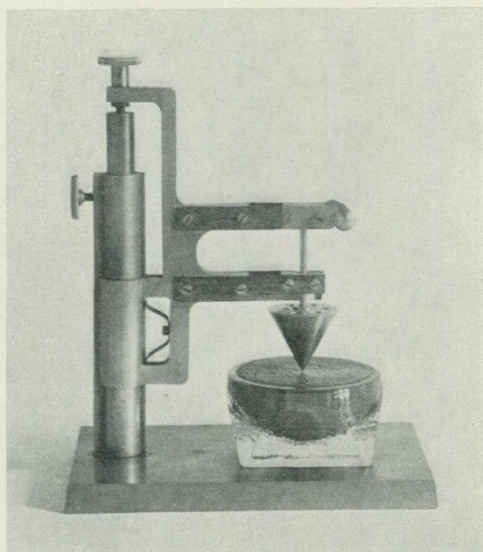
De rostiga sandartade jordarna ha, såsom visats, en ur klassifikationshänseende alltför hög hygroskopicitet. Man skulle då även kunna förmoda, att limonitanrikning i en lera även skulle ge åt leran en för hög hygroskopicitet. Några avvikelser i den riktningen har jag emellertid ännu ej kunnat konstatera, sannolikt beroende därpå, att rostanrikningen i lerorna ej är så stor som i de sandartade jordarna samt även därpå, att leran i och för sig har en jämförelsevis hög hygroskopicitet.

En ur klassifikationshänseende alltför hög hygroskopicitet erhålles även

t. ex. vid undersökning av koksalthaltiga jordar. För en del marskjordar med tämligen hög koksalthalt (upp till c:a 10 %), t. ex. saltvattenslergyttor, har jag erhållit hygroskopicitetsvärden mellan 50 och 80.

Finlekstal.

Vid de betydelsefulla, geotekniska utredningar angående järnvägsbankars bärrighet etc., som blivit utförda av Statens järnvägars geotekniska kommission och framlagda i dess slutbetänkande (1922), har även utarbetats en metod för bestämning av jordarters hållfasthet. Den härvid konstruerade apparaten, intrycksapparaten (fig. 12), utgöres av en i ett stativ lodrätt



A. Hj. Olsson, fot. 1926.

Fig. 12. Geotekniska kommissionens intrycksapparat.

upphängd metallkon av en viss vikt och med en viss spetsvinkel. Genom såväl en grövre som en finare inställningsanordning bringas metallkonens spets att nått och jämnt beröra den horisontella ytan av jordprovet. Genom att hastigt lösgöra konen ur arrete-ringsanordningen, får konen där-efter falla fritt ned i jordprovet, och intryckningsdjupet avläses på det i mm graderade och ovan-på konen fästade skaftet. Med tillhjälp av kommissionens tabell för beräkning av det relativa hållfasthetstalet (tab. 4) erhåller man den hållfasthet, som svarar mot ett visst intryck av de tre metallkonerna 100 gr och 30°, 60 gr och 60° samt 10 gr och 60°

konen. Vid uppgörandet av hållfasthetstalen har den hållfasthet, som motsvarar ett intryck av 10 mm med 60 gr 60° konen, satts = 10.

Enligt Johanssons (1926) undersökningar förefinnes ett direkt samband mellan kommissionens relativa hållfasthetstal och elasticitetsmodulen hos lerorna. Caldenius (1925) har genom sammanställning av hållfasthetsbestämningar undersökt relationen mellan markbeskaffenhet och markbärrighet. Hållfasthetskurvan i en lerjordsprofil har angivits av Ekström och Flodkvist (1926).

Enär det sålunda visat sig, att bestämningen av den relativa hållfastheten enligt kommissionens metod är ur praktisk synpunkt synnerligen användbar vid beräkning av stabiliteten hos leror för olika såväl tekniska som rent vetenskapliga ändamål, har såsom tabell 4 medtagits kommissionens tabell för beräkning av det relativa hållfasthetstalet. Denna har emellertid på senare tiden något korrigerats av chefen för Geotekniska avdelningen vid Statens järnvägar, förste byråingenjör John Olsson, och har jag genom

hans tillmötesgående blivit i tillfälle att publicera densamma. Angående de korrigeringar, som blivit gjorda, hänvisas till följande av byråingenjör Olsson lämnade skriftliga meddelande.

Uti Statens järnvägars geotekniska kommissions slutbetänkande, 1922, återgives på sidan 51 en »tabell för beräkning av det relativa hållfasthetstalet».

Vid fortsatta jämförande konsistensprovningar har framgått, att siffrorna i vissa delar av denna tabell borde underkastas någon jämkning. Sagda förhållande har jag berört i en uppsats om »Kolvborr, ny borrhyp för upptagning av lerprov» införd i februarihäftet av Teknisk tidskrifts avdelning för väg- och vattenbyggnadskonst år 1925. Jag anför där följande:

»Tillgången under senare tid av ett större antal lerprov med bibehållen naturlig konsistens har föranlett en granskning av de tidigare huvudsakligast på grund av omrörda prov uppställda tabellerna för bestämning av de relativa hållfasthetstalen. I meranämnda geotekniska kommissions slutbetänkande är redogjort för, huru dessa relativa hållfasthetstal bestämmas medelst uppmätning av en metallkons nedsjunkning i lerprovet. Koner av olika form och vikt komma härvid till användning. Redan vid undersökningen av de tidigare upptagna proven med bibehållen naturlig konsistens verkställdes en kontroll av dessa tabeller, varvid dock tydligen materialet varit för litet, för att de förefintliga avvikelserna skulle tydligt framträda. Det har nämligen nu vid granskning framgått, att för prov med bibehållen naturlig konsistens vissa jämkningar i tabellerna böra vidtagas. Möjligen kan det därvid komma att visa sig, att det för ernåendet av önskvärd skärpa blir nödvändigt att uppställa skilda tabeller för omrörda och oomrörda prov, och kanske dessutom även för olika lertyper. De observerade avvikelserna äro emellertid icke större, än att de hittills använda tabellerna för praktiska syften utan olägenhet kunna tillämpas, intill dess exaktare beräkningsgrunder hunnit utarbetas.»

Försöken att för de enskilda proven ernå mindre avvikelse från medelvärdet genom uppdelning av proven i grupper enligt olika uppdelningsgrunder hava åtminstone hittills icke lett till påtagliga resultat. Tills vidare synes det mig därför av praktiska skäl lämpligt att bibehålla gemensam tabell för såväl omrörda som oomrörda prov samt för leror av olika typer, och jag meddelar här nedan en tabell för detta ändamål, vilken i huvudsak överensstämmer med motsvarande tabell i geotekniska kommissionens slutbetänkande, men som i avseende på de två kolumner, som omfatta 100 gr 30° konen, något omarbetats med stöd av det nu föreliggande undersökningsmaterialet.

Genom att bestämma vattenhalten och den relativa hållfastheten vid en viss konsistens hos en lera har Geotekniska kommissionen (1922, sid. 52) erhållit en metod för bedömning av lerans finhetsgrad, finlekstalsmetoden. *Finlekstalet* (F) är nämligen enligt kommissionen det tal, som anger huru mycket vatten — uttryckt i viktsprocent per torrs substans — som en viss lera binder, då blandningen (lera + vatten) vid fullständig omröring har en konsistens, som motsvarar hållfasthetstalet 10. Kommissionen har visserligen visat, att finlekstalet ej giver ett verkligt mått på finhetsgraden, men anser dock, att detta tal har en mycket stor betydelse för en ungefärlig bedömning av densamma. Liksom en del av Atterbergs konsistensgränser (flytgräns etc.) anger finlekstalet, såsom nämnts, en jords vattenhalt vid en viss konsistens eller hållfasthet hos lerdegen. Fördelen med kommissionens metod framför Atterbergs konsistensgränsmetoder är, att den utesluter de subjektiva fel, som vidlåda dessa senare.

Geotekniska kommissionens metod skulle närmast åsyfta bestämning av finhetsgraden hos lerorna, men synes enligt kommissionen även vara användbar för mo, mjåla och gyttja, »om man blott fasthåller vid, att det egentligen endast är materialets vattenbindningsförmåga (kapillaritet), som med finlekstalet uttryckes» (anf. arbete, sid. 53).

Det vatten, som förekommer i en jord eller komplexen jord + vatten, uppdelas i dels bundet, dels obundet eller fritt vatten. Det

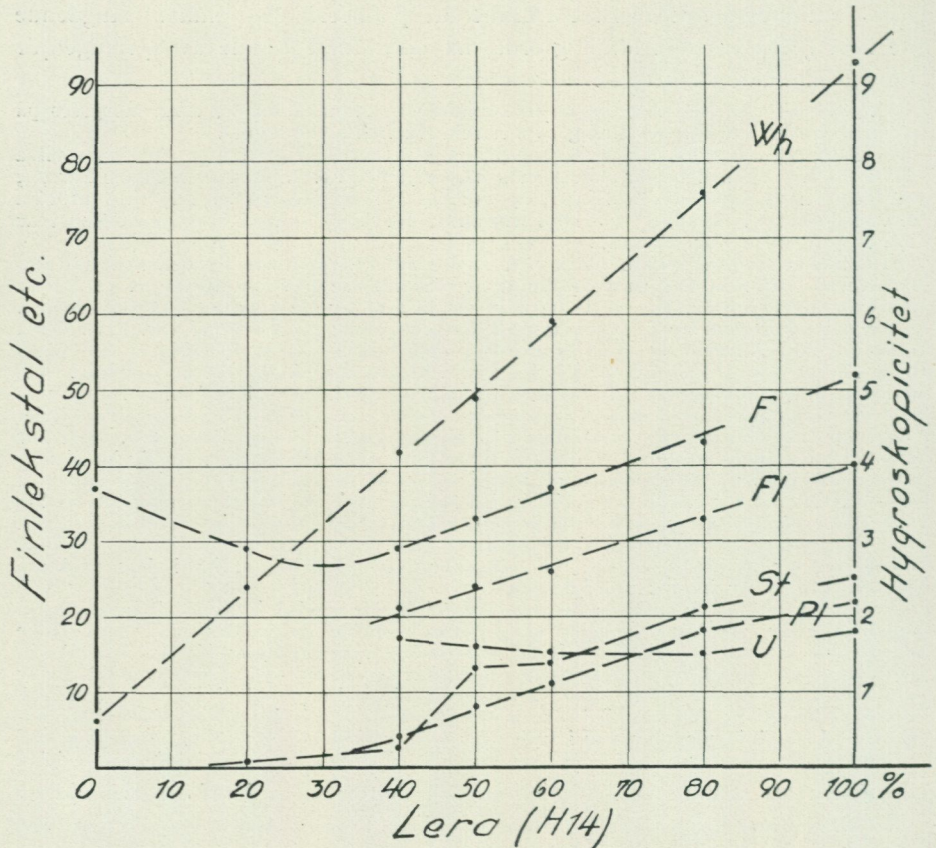


Fig. 13. Sambandet mellan hygroskopicitet (W_h), finlekstal (F), flytgräns (Fl), styvleksgrad (St), plasticitetstal (Pl), utrullgräns (U), samt procenthalt lera.

bundna vattnet är dels kemiskt, dels fysikaliskt bundet vatten, och detta senare kan indelas i adsorptionsvatten (hygroskopiskt vatten etc.) och kapillärt vatten. Det obundna vattnet utfyller endast mellanrummen mellan jordpartiklarna och står under tyngdkraftens inflytande. Det bör emellertid framhållas, att gränserna för vattnets olika uppträdande i en jord icke äro fixerade utan gripa över i varandra.

Vid inknådning av vatten i en lera blir detta vatten på grund av lerans höga finhetsgrad och de små mellanrummen mellan partiklarna fysikaliskt bundet vatten, vilket kan anses gälla för de plastiska och svärflytande konsistensformerna. Sättes däremot vatten till en sand, mo eller mjåla utfyllas visserligen porerna med vatten, men endast en ringa del därav blir bundet, under det att större delen förblir obundet i de jämförelsevis stora porerna. Vid studiet av jordarternas förhållande till vatten är man nödsakad att taga hänsyn till, huru vattnet förekommer i jordarten. Klassificeras olika jordarter efter deras vattenbindningsförmåga, får naturligtvis vid bestämningen obundet vatten ej ingå i jordarten. Lerfria eller svagt leriga jordar samt

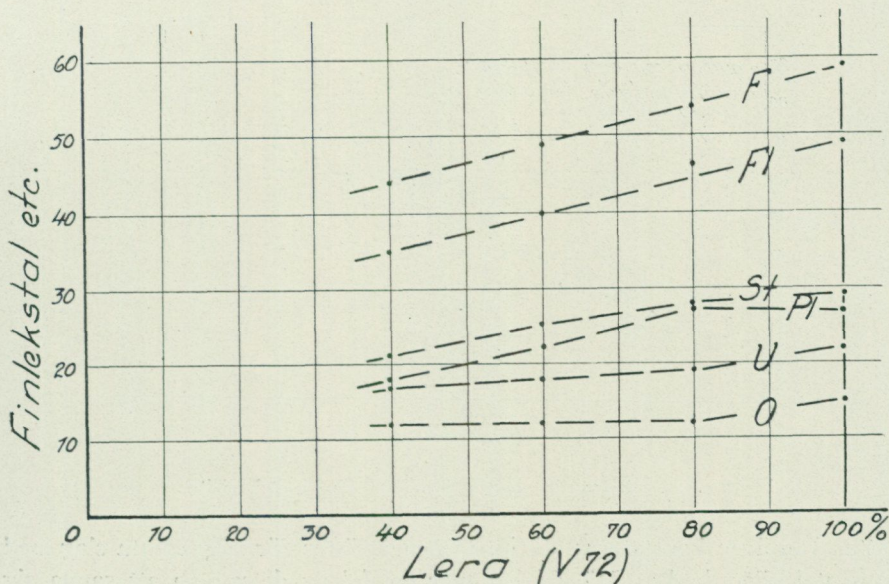


Fig. 14. Sambandet mellan finlekstal (F), flytgräns (Fl), styvleksgrad (St), plasticitetstal (Pl), utrullgräns (U), omslagspunkt (O) samt procenthalt lera.

stundom även lättlerorna kunna på grund av de jämförelsevis stora hålrummen och den obetydliga lerhalten ej binda det mellan jordpartiklarna förefintliga vattnet, och finlekstalet blir i detta fallet i hög grad missvisande och ger ett alltför högt värde. Kommissionen har bestämt finlekstalet för några kornstorleksgrupper nämligen för ler ($0-2 \mu$) till 64.9, mjåla ($2-20 \mu$) till 37.8 samt för en blandning av mo och mellansand ($20-500 \mu$) till 28.8. På samma, från Geotekniska kommissionen erhållna material, har jag gjort hygroskopicitetsundersökningar och därvid erhållit värdena respektive 13.01, 2.07 och 0.42. Vid bestämning av finlekstalet för några olika jordarter har jag t. ex. erhållit följande siffror: såsom för grovmo 26, finmo 31, mjåla 30, lättlera 30 och lättare mellanlera 30. Man erhåller i stort sett samma finlekstal för samtliga dessa jordarter från mo till lättare mellanlera.

För bestämmandet av en jordarts finhetsgrad kan sålunda finlekstalsmetoden ej användas för de lerfria mineraljordarna. Detsamma gäller de svagt leriga jordarna och ofta även lättlerorna, vilket visat sig vid de massanalyser av olika jordarter, som jag tidigare utfört. Tills vidare kunna vi alltså fastställa, att finlekstalet endast har betydelse vid klassificering av plastiska lerjordar samt möjligen en del med dem i ifrågavarande hänseende närbesläktade jordar, såsom lergyttjor och gyttjor.

Vid bestämning av finlekstalet för de jordarter, för vilka metoden ej äger tillämplighet, erhålles i regel alltid eftersjunkning med konen omedelbart efter nedslaget. Avläsningarna bli därigenom svåra att utföra. Eftersjunkningen förorsakas därav, att sammanhanget eller kohesionen i jorden är jämförelsevis ringa beroende på det obundna vattnet. Dylikt obundet

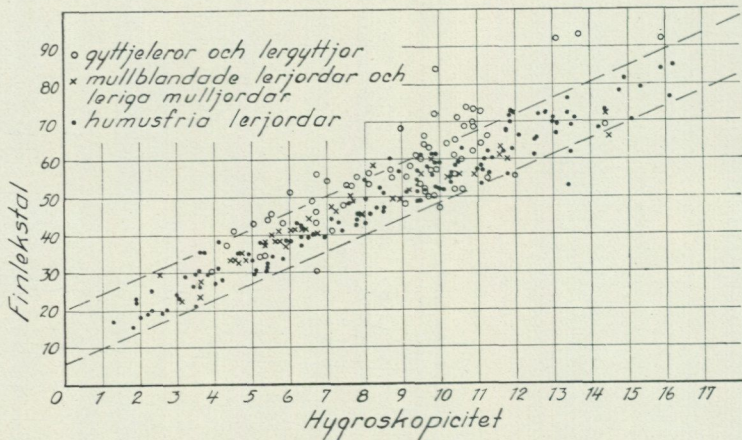


Fig. 15. Sambandet mellan finlekstal och hygroskopicitet.

vatten kan även konstateras, då jorddegen utsättes för några lätta slag med en spatel eller dylikt. Härvid kommer en del av detsamma att samla sig såsom en tunn, glänsande vätskehinna ovanpå jorddegen.

Kan finlekstalsmetoden användas vid klassificering av de jordarter, i vilka obundet vatten saknas vid bestämmningens utförande? För att besvara denna fråga har igångsatts en del undersökningar, för vilka närmare skola redogöras.

Genom att till en pulveriserad lera (styv glacial lera, H 14) sätta olika mängder av en viss kornfraktion, i detta fallet finmo, har jag erhållit blandningsjordar, på vilka studerats sambandet mellan finlekstal och lerhalt. Efter tillsats av vatten till blandningarna ha dessa knådats, till dess att blandningsjorden fått homogen karaktär, varefter finlekstalet bestämts. Dessutom har för jämförelses skull även undersökningar gjorts på blandningarnas hygroskopicitet, flytgräns, utrullgräns, plasticitetstal och styvleksgrad. Analysresultaten åskådliggöras grafiskt på fig. 13. På abskissan ha avsatts procenthalterna lera, och bestämmningarna äro gjorda vid 0 (d. v. s. finmo utan lera), 20, 40, 50, 60, 80 och 100 % lera. Av figuren framgår, att ett visst samband råder mellan å ena sidan finlekstalet och även flytgränsen samt hygroskopiciteten och å andra sidan lerhalten för de blandningar, som till sin sammansättning motsvara de plastiska lerjordarna. Den blandningsjord, som endast innehåller 20 % lera och kan sägas stå på gränsen mellan svagt lerig finmo och lättlera, visar liksom den rena finmon ett för högt finlekstal. Genom inblandning av olika mängder finmo i tre andra leror (mycket styva leror) visade det sig ävenledes, att de olika finlekstalen för en och samma leras blandningar ligga i det allra närmaste på en rät linje, liksom fallet är på fig. 13. Fig. 14 visar sålunda blandningsjordarnas finlekstal, flytgräns o. s. v. för 40, 60, 80 och 100 % av en mycket styv lera (V 72). Då man alltså späder ut en viss lera med en viss kornfraktion i olika proportioner, ger finlekstalet ett relativt exakt mått på lerhalten.

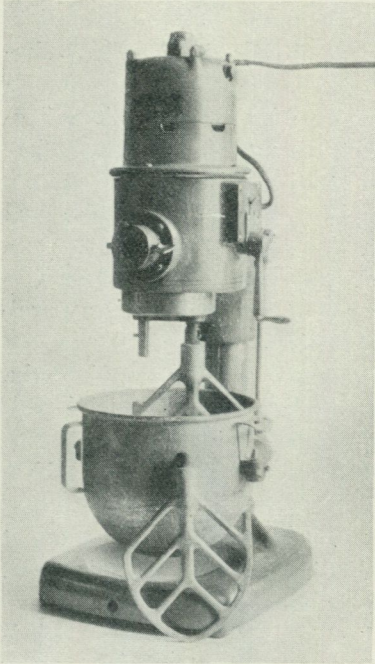
Genom jämförande undersökningar av finlekstal och hygroskopicitet för olika slag av lerhaltiga jordar har jag emellertid funnit, att något exakt samband ej råder mellan de värden, som erhållas med dessa båda metoder, jfr fig. 15. Härvid ha undersökts dels humusfria lerjordar från olika djup under markytan, dels olika slag av humusförande jordar, varvid de olika grupperna erhållit olika beteckning. Av figuren framgår, att jordarter med en och samma hygroskopicitet kunna hava olika finlekstal, vilket emellertid ej varierar obegränsat, utan i allmänhet faller inom vissa gränser, som för de humusfria mineraljordarna och de mullblandade mineraljordarna angivas genom de streckade linjerna. Sambandet mellan hygroskopicitet och finlekstal för de gytjtiga jordarna visar däremot ännu större variationer, punkterna ligga såväl under som ovanför nyssnämnda gränslinjer, men i huvudsak ovanför desamma, vilket visar gytjtjesubstansens förmåga att vid tämligen lös konsistens hålla en relativt större mängd vatten, än vad man, med utgångspunkt från hygroskopiciteten och i jämförelse med de humusfria lerorna, skulle kunna förmoda.

Sambandet mellan hygroskopicitet och finlekstal visar emellertid en viss lagbundenhet, enär variationerna i allmänhet endast ske mellan vissa parallella linjer eller de på figuren uppdragna gränslinjerna. Detta tyder på, att en eller flera faktorer spela in, vilka endast till en viss grad kunna förorsaka en ändring av finlekstalet. Vid de förut omnämnda försöken med inblandning av finmo i en lera ha dessa faktorer tydligen hållits konstanta, och finlekstals- och hygroskopicitetsmetoderna ge därför i detta fallet fullt jämförbara värden. Av fig. 13 framgår sålunda, att, om jag minskar hygroskopiciteten med ett visst tal, i detta fallet 0.6, och finlekstalet med ett annat tal, nämligen 13, blir förhållandet mellan hygroskopiciteten och finlekstalet konstant (med undantag av då procenten lera är mindre än 35 %).

Med avseende på en jordarts struktur skiljer man av gammalt på enkelkornsstruktur och flockstruktur. I förra fallet ligga de enskilda partiklarna mer eller mindre fria från varandra och endast tangerande varandra utmed vissa beröringspunkter eller kunna vara helt skilda från varandra genom ett mer eller mindre mäktigt skikt av bundet vatten. I senare fallet hava däremot två eller flera partiklar lagrat sig intill varandra och bilda större eller mindre flockar eller s. k. sekundärpartiklar. Primärpartiklarna kunna i dessa sekundära partiklar vara mer eller mindre fast förbundna med varandra, varigenom sekundärpartiklarna få en större eller mindre stabilitet. I vissa fall kunna sålunda primärpartiklarna vara tämligen löst lagrade intill varandra, under det att de i andra fall äro mer eller mindre starkt sammankittade genom utfälld limonit, kiselsyra, humussyror o. s. v. Med benämningen aggregat åsyftar jag i huvudsak dessa senare, mera stabila sekundärpartiklar.

Om man tänker sig en och samma lera i ena fallet i enkelkornsstruktur och i det andra fallet mer eller mindre utflockad och med en viss halt av leraggregat, så måste finlekstalet i förra fallet bliva större än i det senare. Vid normal knådning av en lera med vatten komma nämligen leraggregaten, så-

som senare skall visas, i allmänhet endast till en viss grad att sönderdelas i primärpartiklar, varigenom leran i förra fallet kommer att binda en större mängd vatten än i det senare fallet. I en plastisk lera ligga nämligen partiklarna skilda från varandra genom ett mer eller mindre mäktigt vattenskikt (jfr krympningsgränsen, sid. 120). Genom inknådning av mera vatten i en dylik lera komma partiklarna att mer eller mindre avlägsnas från varandra, vilket tydligen är den nödvändiga betingelsen för att jordarten skall



A. Hj. Olsson, fot. 1926.

Fig. 16. Knådningsapparaten.

homogen lerdeg erhållits. För känsln förnimbara smärre klumpar eller korn få då ej finnas i lerdegen. Knådningen utfördes till en början uteslutande för hand på ovan angivet sätt, vilket emellertid visade sig både besvärligt och tidsödande. Jag övergick därför inom kort till knådning med maskin och använde mig då av en i handeln förekommande, patenterad, elektrisk knådningsapparat (fig. 16), vilken benämnes »Kitchen Aid» och inköpts hos firman Aktiebolaget van Berkel's patent. Det har visat sig, att knådningen med denna apparat givit samma resultat som knådning av lerdegen för hand, varför apparaten är att rekommendera vid de undersökningar, där dylik mekanisk bearbetning av en lera utföres.

På ett antal lerprov, tagna från två olika profiler och inom dessa från olika djup under markytan, har gjorts undersökningar för att påvisa knådningens inverkan på finlekstalet. De grovpulveriserade jordproven hava först knådats med vatten under 15 å 20 min., varefter finlekstalet bestämts.

kunna upptaga vattnet. Inom leraggregaten kan däremot någon ytterligare mängd vatten ej upptagas, enär partiklarna här äro sammankittade med varandra. Finlekstalet är alltså förutom av lerans finhetsgrad även beroende av lerans struktur.

Vid sina undersökningar av lerornas konsistensegenskaper har Frosterus (1920) även visat, att en och samma lera har olika vattenhalt vid en och samma konsistens beroende på olikhet i lerans dispersitetsgrad. Denna senare skulle enligt Frosterus i allmänhet vara betingad av den nivå under markytan, på vilken leran förekommer.

Av vad som ovan nämnts angående lerans struktur framgår, att den mekaniska bearbetningen eller knådningen av en lera i laboratoriet bör ha stort inflytande på finlekstalet. Vid undersökningar av lerorna utgår jag i regel från lufttorkat och grovpulveriserat prov. Efter tillsats av vatten knådas lerprovet i en porslinskopp medelst en spatel, till dess en till synes fullt

Därefter ha lerproven ytterligare underkastats upprepad och intensiv knådning för hand med 0.1 normal ammoniaklösning (jfr sid. 82) under perioder av omkring 30 min. med mellanliggande finlekstalsbestämningar. Svagt ammoniakhaltigt vatten användes för att underlätta flockarnas och aggregatens sönderdelning. Ammoniaken torde emellertid härvid, såsom jag senare funnit, ej hava spelat någon större roll, enär den intensiva bearbetningen måste varit det väsentliga. Vid dessa undersökningar visade det sig,

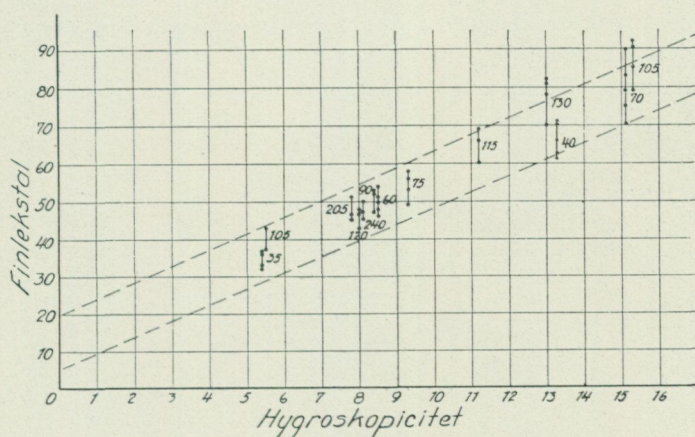


Fig. 17. Knådningens inverkan på finlekstalet.

att finlekstalet steg med varje upprepad knådning tills detta slutligen synes bliva konstant, varefter undersökningen avbröts. På fig. 17, som visar sambandet mellan finlekstal och hygroskopicitet för ifrågakvarande lerprov, har medelst vertikala linjer angivits finlekstalets tillväxt vid den upprejade knådningen från det i början erhållna finlekstalet tills dess ett i det närmaste konstant finlekstal erhållits. Punkterna ange de olika finlekstalsbestämningarna. Siffrorna ange det djup under markytan i cm, från vilket lerprovet insamlats. På figuren har dessutom även uppritats de gränslinjer, som finnas angivna på fig. 15 och som visa finlekstalets variationer i allmänhet i förhållande till hygroskopiciteten. — Finlekstalet har här bestämts enligt Geotekniska kommissionens beräkningssätt.

Av fig. 17 framgår, att man medelst intensiv knådning kan avsevärt höja finlekstalet för leror från såväl alvens övre del som djupare ned under markytan. Dock synes emellertid finlekstalet i regel vara jämförelsevis lågt för de lerprov, som insamlats från de övre, uttorkade och aggregatrika jordlagren (jfr Frosterus 1920). — Här bör även omnämnas, att praktiskt taget samma värden erhöles för hygroskopiciteten såväl före som efter jordprovns knådning med ammoniakhaltigt vatten. Bearbetningen inverkar sålunda på finlekstalet men ej på hygroskopiciteten.

På en styv glacial lera från 0.6 m djup under markytan erhöles finlekstalet 58 efter 5 min. knådning. Efter ytterligare 15, 40 och 60 min. knådning

med rent vatten (utan ammoniak) erhöles finlekstalen respektive 60, 63 och 63. Därefter knådades provet ytterligare under 30 min. men denna gång med svagt ammoniakhaltigt vatten, varvid erhöles finlekstalet 64. Detta visar, att knådningen i och för sig (utan ammoniak tillsats) spelar en stor roll för finlekstalet.

För att finlekstalsmetoden skall vara en för alla leror användbar metod, måste man vid bestämningarna kunna utgå från lufttorkade prov. En del leror ha ju i naturen inom de övre markytelagren en fast konsistens, under det att andra äro starkt vattenhaltiga och av en såpig konsistens, såplera. För att klargöra den roll, som uttorkningen till lufttorrhet spelar för finlekstalet, ha undersökningar av såplereprov utförts, dels på det naturfuktiga provet, dels på samma prov efter torkning och pulverisering.

Finlekstal på såplereprov före och efter torkning:

| | Jordprovets djup under torrskorpan i m | Finlekstal | | Hygrosko- picitet |
|-----------------------------|---|----------------------|---------------------|----------------------|
| | | naturfuktigt prov | efter tork- ning | |
| Lättlera (E 375) | 1.8 | 26 | 26 | 4.0 |
| Styv lera (E 566) | 1.0 | 52 | 45 | 7.8 |
| » » (H 489) | 0.6 | 62 | 60 | 8.7 |
| » » (H 490) | 1.3 | 75 | 58 | 9.7 |
| » » (H 381) | 0.7 | 61 | 57 | 10.0 |

Av tabellen framgår, att trots omsorgsfull knådning ett lägre finlekstal erhållits efter torkningen, med undantag för lättleran. Skillnaden i finlekstal synes dessutom bli större ju djupare ned under torrskorpan, som provet tagits. Detta beror sannolikt därpå, att i såplerans övre del finnes en del klimpar eller hårdare lerpartiklar (jfr Ekström och Flodkvist 1926, sid. 8), vilka först genom pulveriseringen och den därpå följande knådningen i någon högre grad sönderdelats, varigenom skillnaden ej blir så stor.

En ännu större skillnad med avseende på finlekstalet å naturfuktigt och förut torkat prov har konstaterats hos gyttjor och lergyttjor, vilka före torkningen hade såplerekonsistens:

| | Finlekstal | | Hygrosko- picitet |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | naturfuktigt prov | efter tork- ning | |
| Lergyttja (E 259) | 174 | 87 | 14.0 |
| Findetritusgyttja (E 258) | 638 | 237 | 32.6 |
| Alggyttja (E 257) | 1 040 | 401 | 45.5 |

På naturfuktiga prov tagna från övre delen av torrskorpan blev däremot förhållandet i allmänhet rent motsatt det hos såplerna:

| | Djup under mark- ytan i cm | Finlekstal | | Hygrosko- picitet |
|--|----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | | naturfuktigt prov | efter tork- ning | |
| Gyttjig styv lera (H 499) | 65 | 53 | 55 | 9.5 |
| » » » (H 487) | 45 | 57 | 55 | 8.7 |
| Styv glacial lera (H 492) | 33 | 52 | 55 | 9.9 |
| Mycket styv glacial lera (H 498) | 65 | 54 | 57 | 10.3 |

Inom torrskorpans övre del förekomma alltid en del aggregat och hårdare partier i leran. Dessa ha tydligen ej sönderdelats genom enbart knådning av lerprovet, utan först genom lerans pulverisering ha de bringats att till en större del sönderfalla.

Av ovan anförda undersökningar framgår, att finlekstalet hos en såplera blir avsevärt lägre efter lerans uttorkning än på det naturfuktiga provet. Vid uttorkningen uppstå sålunda en del irreversibla förändringar hos ler-materialet, varigenom jordens förmåga att kapillärt binda vatten nedsättes. Dessa förändringar torde bero på en strukturändring hos jordarten, varvid stabila flockar och aggregat bildas. Huruvida även en del kemiska omvandlingsprocesser äga rum vid såplernas uttorkning eller ej, har jag ej kunnat avgöra.

Utflockningen och aggregatbildningen bör, såsom förut nämnts, vara störst i alvens övre del, och de proportionsvis lägsta finlekstalen böra erhållas från denna horisont. Frosterus (1920) har också visat, att flytgrän-sen, likaväl som en del andra konsistensgränser, här ger ett jämförelsevis lågt värde. För att belysa detta anföras i nedanstående tabell några fin-lekstalsbestämningar från fem olika markprofiler:

| | Djup un- der mark- ytan i cm | Finlekstal (V ₁₀) | Hygrosko- picitet (W _h) | Humus- halt | $\frac{V_{10}-12}{W_h}$ |
|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|----------------|-------------------------|
| Gyttjig, styv lera | 30—40 | 50 | 9.7 | 1.2 | 3.9 |
| | 55—75 | 66 | 9.6 | 1.8 | 5.6 |
| Gyttjig, styv lera | 30—40 | 50 | 9.8 | 1.5 | 3.9 |
| | 60—70 | 64 | 10.2 | 1.4 | 5.1 |
| Mycket styv, glacial lera | 40—50 | 58 | 11.1 | — | 4.1 |
| | 80—90 | 52 | 10.1 | — | 4.0 |
| Mycket styv, glacial lera | 26—33 | 67 | 13.1 | — | 4.2 |
| | 36—41 | 71 | 13.6 | — | 4.3 |
| | 44—48 | 78 | 14.8 | — | 4.5 |
| | 50—55 | 62 | 11.3 | — | 4.4 |
| Gyttjig, styv lera | 24—29 | 48 | 9.1 | — | 4.0 |
| | 38—43 | 53 | 9.4 | — | 4.4 |
| | 58—63 | 59 | 9.9 | — | 4.8 |

Av finlekstalsbestämningarna från ovan anförda markprofiler framgår, att leran i alvens övre del i allmänhet har ett lägre finlekstal än något längre ned under markytan, trots det att leran inom en och samma av de här an-

förda markprofilerna har i stort sett samma finhetsgrad. Detta framgår tydligast av det beräknade förhållandet mellan reducerat finlekstal och hygroskopicitet (se sid. 123).

Lerans mekaniska sammansättning eller det inbördes förhållandet mellan de olika kornstorleksfraktionerna, sorteringsgraden etc. torde emellertid även hava inflytande på finlekstalet. Man kan t. ex. tänka sig, att ur en lera borttages en viss procent finmo och att denna ersättes med en blandning av grovmo och mjåla. Jordens finhetsgrad blir oförändrad, men finlekstalet torde möjligen bliva ett annat. Detta överensstämmer också med vad jag funnit angående sambandet mellan vattenhalt och hållfasthet för olika leror, varvid konstaterats, att två leror med samma hygroskopicitet och sålunda i stort sett även samma finhetsgrad kunna ge olika s. k. lerkurvor. Varje lera har sålunda sin speciella lerkurva, varvid finlekstalet även kommer att variera i enlighet härmed. Detta kommer sedermera att i det följande närmare belysas.

Av förhållandet mellan finlekstal och hygroskopicitet har jag tidigare sökt beräkna den högre eller mindre graden av utflockning och aggregatbildning i en lera. Detta låter sig emellertid ej göra på grund av vad som ovan anförts, enär på finlekstalet inverka förutom lerans struktur även den mekaniska bearbetningens intensitet samt lerans mekaniska sammansättning.

Bestämning av finlekstalet. Geotekniska kommissionen har utfört finlekstalsbestämningarna på naturligtiga prov efter fullständig omröring. Mina undersökningar hava, såsom förut nämnts, i vanliga fall utförts på lufttorkad och grovpulveriserad lera, vilken knådats med vatten, till dess lerdegen blivit till synes fullt homogen. Det förefinnes sålunda här först och främst en principiell olikhet i fråga om jordprovets mekaniska bearbetning. En omröring kan anses vara tillräcklig, då det gäller såplereprov. Då det emellertid är fråga om lerprov, som insamlats från de ytligare och mer eller mindre uttorkade jordlagren, måste man använda en mera effektiv bearbetningsmetod för att få vattenhalten lika fördelad inom lerprovet. Då man dessutom arbetar med lufttorkade prov, har man den möjligheten, att få den ungefärliga konsistens på provet, som man önskar, vilket däremot är ganska svårt, då man arbetar med naturfuktiga prov.

På den genom omröring eller knådning erhållna lerdegen göres bestämning av lerans hållfasthet medelst intrycksapparaten, varefter omedelbart uttages ett prov för vattenhaltsbestämning. Vattenhalten bestämmas av kommissionen genom torkning av 3 à 5 cm³ av provet i torkskåp vid c:a 100° under så lång tid, att konstant vikt erhållits (i regel ej under 10 timmar; anf. arbete, sid. 46). Vattenhaltsbestämningarna utföras av mig genom torkning på vattenbad, såväl vad beträffar finlekstalet som vid flertalet andra vattenhaltsbestämningar. Härvid erhålles ett något lägre värde på vattenhalten än vid torkning i torkskåp. Skillnaden är emellertid så obetydlig, att den ej förorsakar en ändring av finlekstalet på en enhet när. För sandartade jordar och lättleror till styva leror erhålles vid torkning på

vattenbad konstant vikt redan efter c:a 4 timmar (vägningarna utföras på cgr när). Mycket styva leror fordra dock något längre tid, och de mera gyttjiga jordarna, framför allt gyttjorna, fordra i allmänhet ett par dagars torkning, innan vikten blir konstant. En laboratorieteknisk detalj, som i detta sammanhang är värd att påpekas, är, att gaslågorna böra fördelas ungefär lika under hela vattenbadet. Vid massanalyser användas nämligen alltid större vattenbad, och det är då av vikt, att kokning sker inom hela vattenbadet, enär i annat fall ganska betydligt avvikande värden erhållas. — Vid vattenhaltsbestämningarna använder jag runda och flata nickeldosor med lock (jfr Atterberg 1908 b, sid. 388).

För erhållandet av finlekstalet har Geotekniska kommissionen bestämt en leras vattenhalt (V) och hållfasthet vid en viss godtycklig konsistens. Med tillhjälp av »Kurvor för beräkning av det jämförelsetal, med vilket finlekstalet beräknas ur %-siffran vatn/trs» (anf. arbete fig. 32, sid. 54), erhålles det mot hållfasthetstalet svarande s. k. jämförelsetalet (J). Finlekstalet erhålles därefter enligt formeln $F = \frac{V}{J}$. Denna bestämningsmetod skall i det följande närmare diskuteras.

Genom att bestämma vattenhalterna hos en och samma lera vid olika hållfasthet, kan man upprita en kurva, vilken anger relationen mellan hållfasthet och vattenhalt hos ifrågavarande lera. Några exempel på dylika kurvor, vilka i det följande i korthet benämnas *lerkurvor*, anföras på fig. 18 och 19.

De på fig. 18 uppritade lerkurvorna äro gjorda efter bestämningar av hållfasthet och vattenhalt för olika humusfria såplereprov. Bestämningarna hava gjorts på det naturfuktiga jordprovet vid dettas successiva uttorkning. Den första bestämningen utfördes sålunda efter omsorgsfull knådning eller omröring av provet med dess ursprungliga vattenhalt. Därefter fick provet stå någon dag att torka, varvid för stark uttorkning med åtföljande skorpbildning i ytan undveks genom då och då utförd omröring. Efter denna tid gjordes efter fullständig omknådning en ny bestämning av hållfasthet och vattenhalt. På dylikt sätt fortsattes, till dess erforderligt antal punkter på kurvan erhållits. Såplereprov utvaldes av den orsaken, att leran borde så vitt möjligt vara i enkelkornstruktur samt för att erhålla jämförelse med de på fig. 19 uppritade lerkurvorna. Man borde nämligen vid användandet av såplereprov vara ganska säker på att vid bestämnin-garna ha en fullt homogen lerdeg.

Lerkurvorna på fig. 19 äro gjorda på förut torkade och grovpulveriserade, humusfria leror från olika delar av torrskorpan. Den första bestämningen utfördes härvid vid en jämförelsevis hög hållfasthet, mellan hållfastheten 100 och 180, och efter successiv tillsats av vatten gjordes sedan de övriga bestämningarna.

Enligt Geotekniska kommissionen skall förhållandet mellan vattenhalterna hos olika leror vid en viss hållfasthet vara i det närmaste detsamma som förhållandet mellan vattenhalterna hos samma leror vid en annan, godtyck-

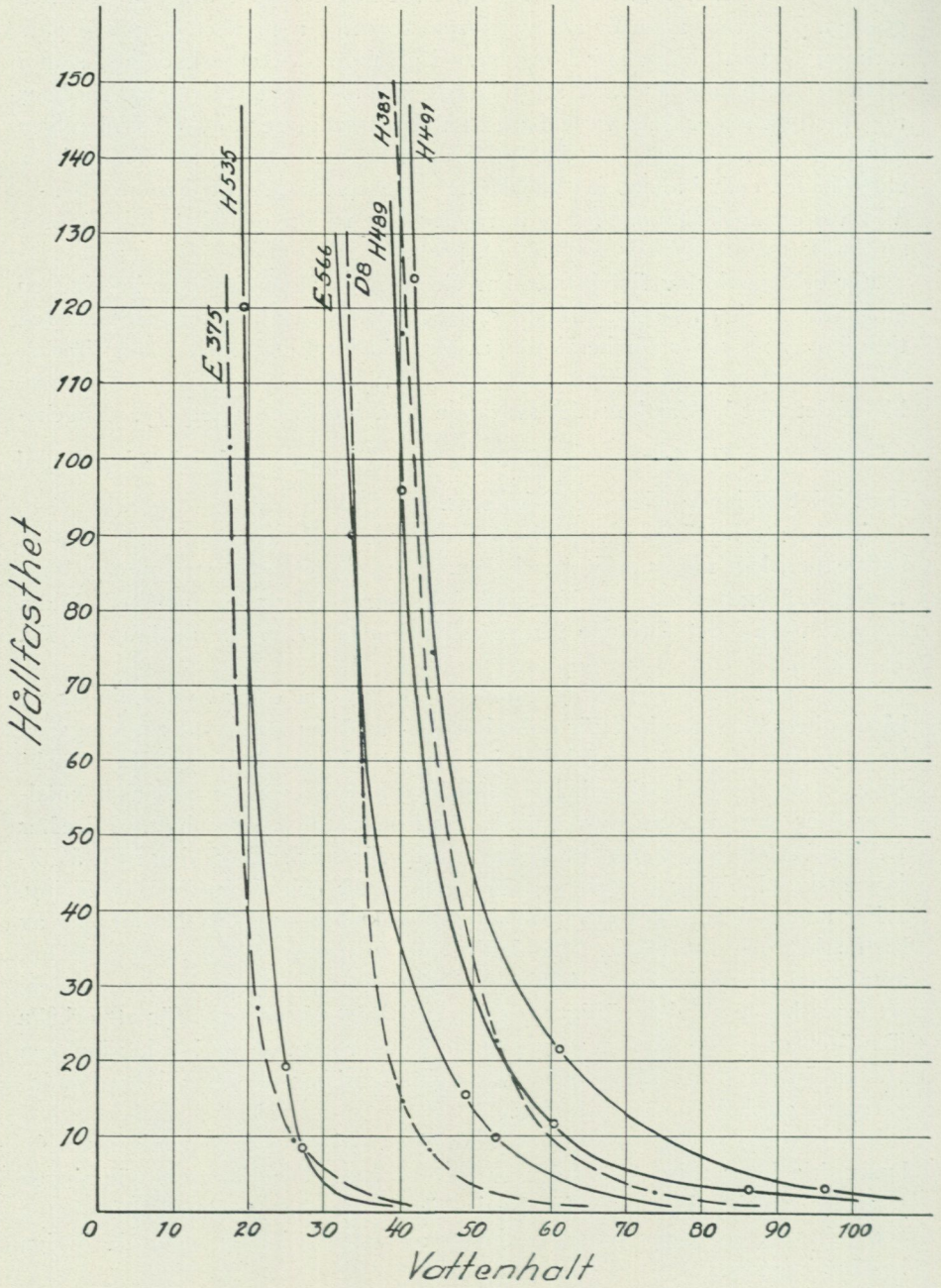


Fig. 18. Lerkurvor för naturfuktiga, humusfria såpleror.

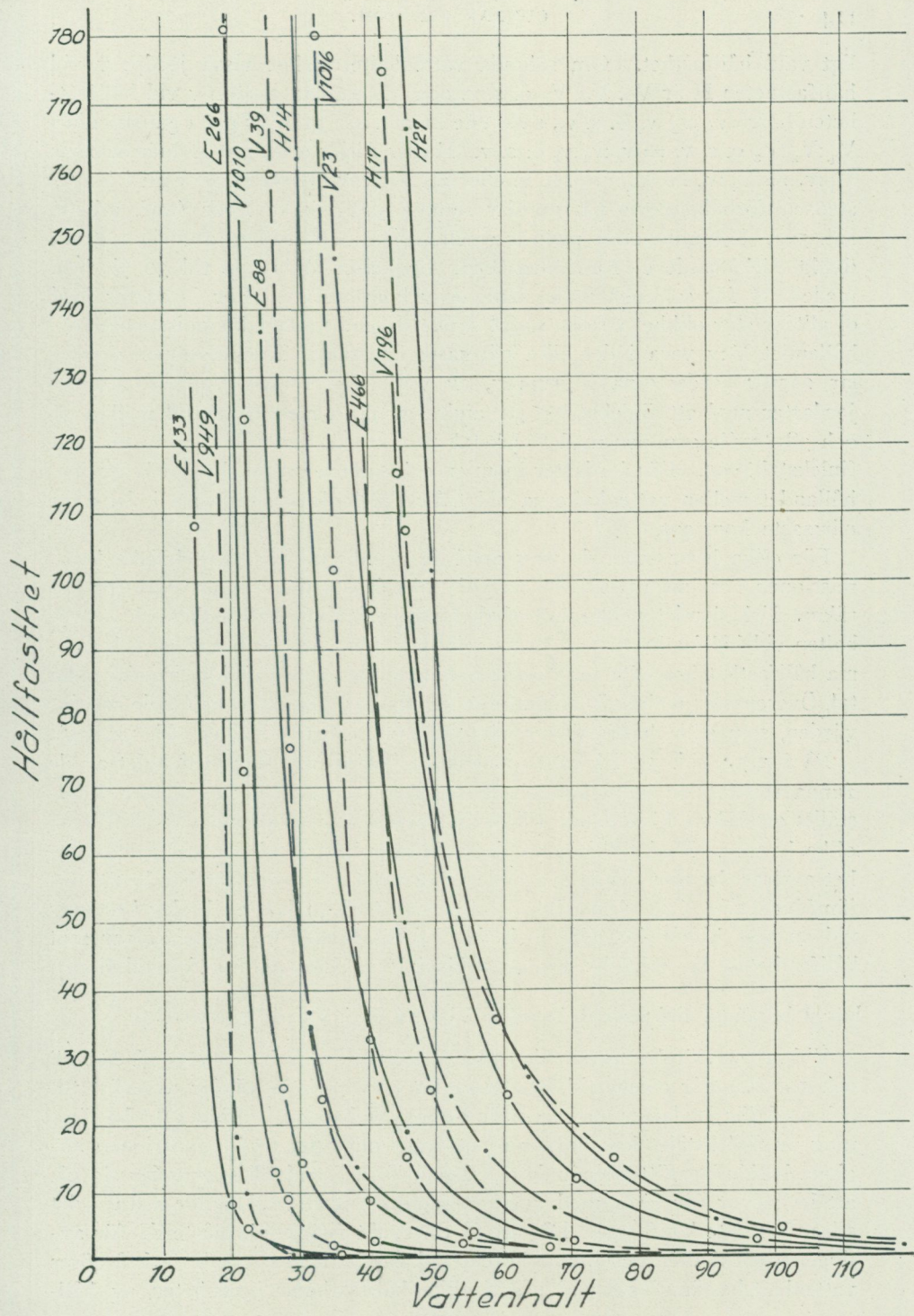


Fig. 19. Lerkurvor för lufttorkade, humusfria leror.

ligt vald hållfasthet. Om sålunda vattenhalterna hos vissa jordprov vid hållfastheten H är V_1, V_2, V_3 o. s. v. och hos samma jordprov vid hållfastheten h äro v_1, v_2, v_3 o. s. v., så skulle inom vissa gränser gälla ganska nära $V_1:V_2:V_3$ o. s. v. = $v_1:v_2:v_3$ o. s. v. Härav följer också, att tillnärmelsevis $V_1:v_1 = V_2:v_2 = V_3:v_3$ o. s. v. eller att vattenhalterna variera med konsistensen förhållandevis på ungefär samma sätt i olika leror (anf. arbete, sid. 52). Kommissionen påvisar emellertid å andra sidan, att något exakt dylikt förhållande ej förefinnes, enär avvikelser ända upp till 30 % från medeltalet för samtliga undersökta prov konstaterats. För jordarter med ej alltför stor olikhet i finhetsgrad skulle däremot enligt kommissionen förhållandet $V:v$ vara i det allra närmaste konstant. Kommissionen uppdelar därför jordarterna i grupper, av vilka den första gruppen omfattar jordarter med ett finlekstal < 30 , andra gruppen med finlekstal mellan 30 och 38, tredje gruppen med finlekstal 38—90 och den fjärde gruppen med finlekstal > 90 . För jordarter inom en och samma grupp skulle därför förhållandet mellan vattenhalterna vid två olika hållfastheter vara i det allra närmaste konstant.

För olika leror inom de nyss anförda grupperna har Geotekniska kommissionen bestämt vattenhalterna vid olika hållfastheter samt därefter beräknat förhållandet mellan vattenhalten vid varje dylik hållfasthet och vattenhalten vid hållfastheten 10. Dessa relativtal för olika leror vid en och samma hållfasthet äro ofta nära överensstämmande, men stundom ganska olika tal. Överensstämmelsen är störst inom de olika grupperna samt för de relativvärden, som gälla hållfastheter nära 10 (anf. arbete, tabellen sid. 52—53).

På fig. 32, sid. 54, i kommissionens slutbetänkande har medeltalet av de funna relativtalen inom kommissionens fyra, ovan anförda grupper framställt grafiskt i förhållande till hållfastheten, varvid sålunda erhållits fyra olika kurvor. Med tillhjälp av dessa kurvor kan alltså för varje hållfasthet avläsas det mot denna svarande relativtalet eller som det här benämnes jämförelsetalet (J). Om därför vattenhalten (V_H) hos en lerdeg bestämts vid en viss hållfasthet (H) och det jämförelsetal (J_H), som svarar mot hållfastheten H , erhållits genom avläsning på kurvan, har kommissionen

härav beräknat finlekstalet (F eller V_{10}), ty $V_H:V_{10} = J_H$ eller $F = \frac{V_H}{J_H}$.

Vid en jämförelse mellan de olika lerkurvor, som framställt på fig. 18 och 19, framgår emellertid, att dessa kurvors förlöpp växlar avsevärt till och med för jordarter med ungefär samma finhetsgrad. En exakt bestämning av finlekstalet kan därför ej utföras enligt det av kommissionen angivna beräkningssättet, enär detta, såsom förut framhållits, grundar sig på, att lerkurvor för leror med ungefär samma finhetsgrad skulle vara i det allra närmaste konforma. För att få ett exakt finlekstal, måste därför antingen vattenhalten bestämmas direkt vid hållfastheten 10 eller också göres vattenhaltsbestämningar vid några olika hållfastheter i närheten av håll-

fastheten 10 och lerkurvan uppritas på millimeterrutat papper, varefter finlekstalet kan direkt avläsas (jfr fig. 18 och 19).

En uträkning av finlekstalet efter formeln kan ge ett betydligt avvikande värde. Sålunda har jag i ett extremt fall och för en mycket styv lera vid beräkning erhållit finlekstalet 75, under det att lerkurvan gav värdet 84. De av mig anförda värdena på finlekstalet hava — för så vitt ej annorlunda anges — erhållits ur lerkurvan, varvid finlekstalet då i allmänhet betecknas med V_{10} .

Geotekniska kommissionens kurvor för beräkning av finlekstalet kunna, såsom nämnts, ej användas vid en exakt bestämning av detsamma. Det har emellertid även visat sig, att en del av dessa kurvor ej heller äro lämpligt utvalda medelvärdeskurvor för respektive grupp. Tre av dessa kurvor hava erhållits såsom medeltal genom bestämningar på endast 2 å 3 jordprov vardera, under det att för kurvan $F = 38-90$ 13 olika jordprov legat till grund för kurvans framställning (anf. arbete, tab. sid. 52—53). Man synes sålunda i allmänhet hava utgått från ett alltför obetydligt material för att kunna få mera tillförlitliga genomsnittsvärden. Kommissionen påpekar dessutom, att de olika proven icke omfattat endast lera utan även mo, mjäla och gyttja. Någon närmare undersökning och klassificering av de olika jordproven kan dock ej sägas hava utförts.

Kommissionens fyra kurvor skulle i huvudsak (anf. arbete, sid. 55) gälla för respektive mo ($F < 30$), mjäla (30—38), lera (38—90) och gyttja (> 90). För mo och mjäla (enligt den terminologi, som jag använder) kunna emellertid ej kurvor framkonstrueras, enär dessa jordarter endast äga sammanhang inom ett mycket begränsat hållfasthetsområde (jfr vattenhaltsdifferensen). Snarare skulle de tre förstnämnda kurvorna gälla för jordarterna lättlera (< 30), mellanlera (30—38) samt styv och mycket styv lera (38—90).

Kommissionens kurvor angiva, såsom förut nämnts, förhållandet mellan vattenhalten vid olika hållfasthet och vattenhalten vid hållfastheten 10. För närmare granskning av dessa relativkurvor har jag undersökt sambandet mellan vattenhalten vid en viss hållfasthet, nämligen hållfastheten 100 (V_{100}) och vattenhalten vid hållfastheten 10 (V_{10}). En sammanställning härav har gjorts på fig. 20, och till grund för densamma ligger ett stort antal undersökningar på olika jordarter. Figuren visar sålunda sambandet mellan V_{10} och V_{100} dels för humusfria leror, dels för mullblandade leror och leriga mulljordar samt dels även för gyttjeleror och lergyttjor. De humusfria lerorna gruppera sig härvid, såsom framgår av figuren, inom ett visst, tämligen väl avgränsat område likaväl som de övriga, mer eller mindre humusförande jordarterna bilda en särskild grupp för sig.

Någon skarp gräns går naturligtvis ej att uppdraga mellan dessa båda huvudgrupper, enär de i naturen övergå utan gräns i varandra. En postglacial lera kan t. ex. ha ett obetydligt inslag av gyttjesubstans, utan att den dock kan hänföras till gyttjelerorna, likaväl som en ursprungligen humusfri glacial lera kan genom sekundär anrikning av dy eller mull få en obetydlig

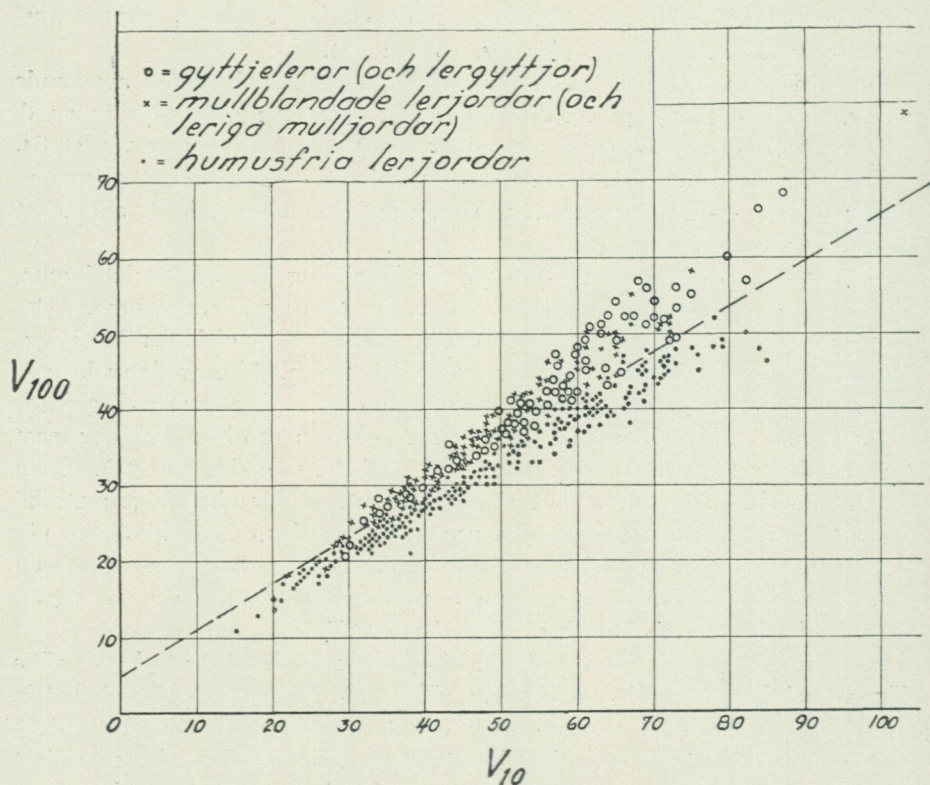


Fig. 20. Sambandet mellan vattenhalterna vid hållfastheten 10 och 100.

humushalt. För de mera karakteristiska jordartstyperna är emellertid förhållandet mellan V_{10} och V_{100} avsevärt olika beroende på, om jordarten är humusfri eller ej. Olikheten är emellertid i varje fall så stor, att densamma i allmänhet kan användas för karakterisering av de olika grupperna, vilket tydligt framgår av fig. 20.

På fig. 21 har medelst punkterade linjer uppdragits de ungefärliga gränsområdena för sambandet mellan V_{10} och V_{100} för de båda ovan nämnda grupperna (se fig. 20). Det övre området gäller sålunda för de humusblandade lerjordarna och de lerblandade humusjordarna och det undre området för de humusfria lerorna. De heldragna linjerna angiva medelvärdena för förhållandet V_{10} till V_{100} för jordarter inom vissa finlekstalsgränser. Dessa bli för de olika grupperna följande:

Humusblandade lerjordar etc.

| V_{10} | $V_{10} : V_{100}$ |
|-----------------|--------------------|
| < 30 | 1.27 |
| 30—40 | 1.30 |
| > 40 | 1.33 |

Humusfria lerjordar.

| V_{10} | $V_{10} : V_{100}$ |
|-----------------|--------------------|
| < 30 | 1.37 |
| 30—40 | 1.45 |
| 40—65 | 1.54 |
| 65—85 | 1.61 |

Härav framgår, att det tal, som anger förhållandet $V_{10}:V_{100}$, är genomgående lägre för de humusförande jordarna än för de humusfria lerorna. Detta har för övrigt nyss framhållits såsom en karakteristisk olikhet för dessa båda grupper.

Med tilltagande finhetsgrad hos mineralsubstansen ökas förhållandet $V_{10}:V_{100}$ successivt. Denna ökning blir störst hos de humusfria lerorna, under det att variationerna ej bli så stora inom de humusblandade lerjordarna. Detta beror därpå, att humussubstansen och de grövre mineralbeståndsdelarna i jorden praktiskt taget ej förmå binda större mängd vatten vid hållfastheten 10 än vid hållfastheten 100. Det karakteristiska för den kolloidala lersubstansen är däremot, att man, för att överföra jordarten från en mera fast till en lösare konsistens, måste tillföra ganska betydande mängder vatten. Skillnaden i vattenhalt vid två olika hållfastheter hos en och samma lera blir därför ett uttryck för den kolloidala lerhalten. De undersökningar, som utförts härom, komma att senare omnämnas (vattenhaltsdifferensen).

Av Geotekniska kommissionens kurvor för bestämning av finlekstalet kan förhållandet mellan V_{10} och V_{100} för de fyra olika kurvorna direkt avläsas eller beräknas och är följande:

| V_{10} | $V_{10}:V_{100}$ |
|-----------------|------------------|
| < 30 | 1.37 |
| 30—38 | 1.33 |
| 38—90 | 1.54 |
| > 90 | 1.75 |

Genom en jämförelse mellan dessa och mina nyss anförda relativtal framgå vissa olikheter. På fig. 21 har medelst streckade linjer angivits kommissionens relativtal och finlekstalsgränser i de fall, då dessa ej sammanfalla med mina, medelst heldragna linjer framställda medeltalsvärden. De avvikande resultat, till vilka kommissionen kommit, torde bero på att bestämningarna utförts endast på ett fåtal jordarter samt att några närmare undersökningar, förutom slanning, ej blivit utförda på de olika jordproven.

Kommissionens kurva för finlekstal mindre än 30 eller $V_{10}:V_{100} = 1.37$ har jag funnit vara en mycket lämplig medelvärdeskurva för humusfria leror med finlekstal under 30 eller i huvudsak lättlerorna.

Kommissionens kurva för finlekstal mellan 30 och 38 ($V_{10}:V_{100} = 1.33$) kan ej användas, då det gäller humusfria leror. De tre jordarter, som legat till grund för bestämningen av kurvan, torde i huvudsak hava varit gytjtiga leror, enär förhållandet $V_{10}:V_{100}$ ligger inom de humusblandade lernas område. Kurvan är även, enligt vad jag funnit, en lämplig medelvärdeskurva för beräkning av dylika jordarters finlekstal och gäller särskilt, då finlekstalet är större än 40, således t. ex. för lergyttjor och gyttjor etc. —

För humusfria leror med finlekstal mellan 30 och 40 bör konstrueras en kurva med $V_{10}:V_{100} = 1.45$ och för motsvarande humusförande jordarter en kurva med $V_{10}:V_{100} = 1.30$.

Kommissionens kurva för finlekstal mellan 38 och 90 ($V_{10}:V_{100} = 1.54$) omfattar alltför olika leror, från vissa mellanleror till mycket styva leror, för att kurvan skall vara användbar för samtliga dessa jordarter. Den bör begränsas till leror med finlekstal mellan 40 och 65. För leror med finlekstal, som är större än 65, har jag funnit den kurva, som representeras av $V_{10}:V_{100} = 1.61$, vara en bättre medelvärdeskurva. Inom detta senare finlekstalsområde uppvisa emellertid lerorna så pass olika relativtal, att en bestämning av finlekstalet enligt kommissionens beräkningssätt blir ännu vanskligare att utföra.

Kommissionens kurva med relativtalet $V_{10}:V_{100} = 1.75$ skulle tillämpas för jordarter med finlekstal, som äro större än 90 eller starkt gyttjehaltiga jordar. Dessa jordarter, likaväl som övriga mer eller mindre humusförande jordarter, ha emellertid genomgående ett betydligt lägre relativtal. För gyttjelerorna och lergyttjor med lägre humushalt ligger sålunda förhållandet mellan V_{10} och V_{100} för de av mig undersökta jordarna mellan 1.20 och 1.50. För de gyttjor och lergyttjor med högre humushalt, för vilka V_{10} och V_{100} har kunnat mer eller mindre exakt bestämmas, har jag (på förut lufttorkade prov) i regel alltid erhållit ännu lägre relativtal eller varierende mellan c:a 1.10 och 1.36.

För en ren gyttja har jag dock i ett fall (alggyttja, E 257; glödningsförlust = 81.8) erhållit ett mycket högt värde på $V_{10}:V_{100}$, nämligen 1.72. I detta fall erhöles emellertid alltid eftersjunkning med konen vid samtliga bestämningar, varför avläsningarna voro svåra att utföra. Det höga relativtalet visar emellertid, att denna gyttja kunde, trots att den var lerfri, upptaga en avsevärd mängd vatten, då dess konsistens genom inknådning av vatten ändrades från hållfastheten 100 till hållfastheten 10. Eftersjunkningarna vid bestämningarna visa emellertid, att det inknådade vattnet ej blev bundet i jordarten på samma sätt som i en lera, utan måste anses vara obundet vatten. Företeelsen kan jämföras med en svamps vattenuppsugande förmåga. På detta sätt till en viss grad fasthållet vatten benämnes *okkluderat* eller *mekaniskt bundet* vatten (jfr Odén 1923) och förekommer i slutna hålrum eller celler i en del organogena jordarter. Alggyttjan utgöres också till större delen av osönderdelade alger.

Kurvan med relativtalet $V_{10}:V_{100} = 1.75$ gäller sålunda i allmänhet ej för gyttjorna eller för mer eller mindre humusförande jordarter i övrigt. Såsom en gränsvärdeskurva kan den däremot tillämpas för vissa mycket styva leror (jfr fig. 21). För en mycket styv lera (H 17) har jag sålunda till och med erhållit relativtalet 1.83, vilket är det högsta, som jag funnit för svenska jordarter. Denna lera visade dessutom det högsta finlekstal, som jag funnit för våra humusfria leror, nämligen 84. För ett par danska tertiära leror (H 414 och H 415), som jag undersökt, har emellertid finlekstalet upp-

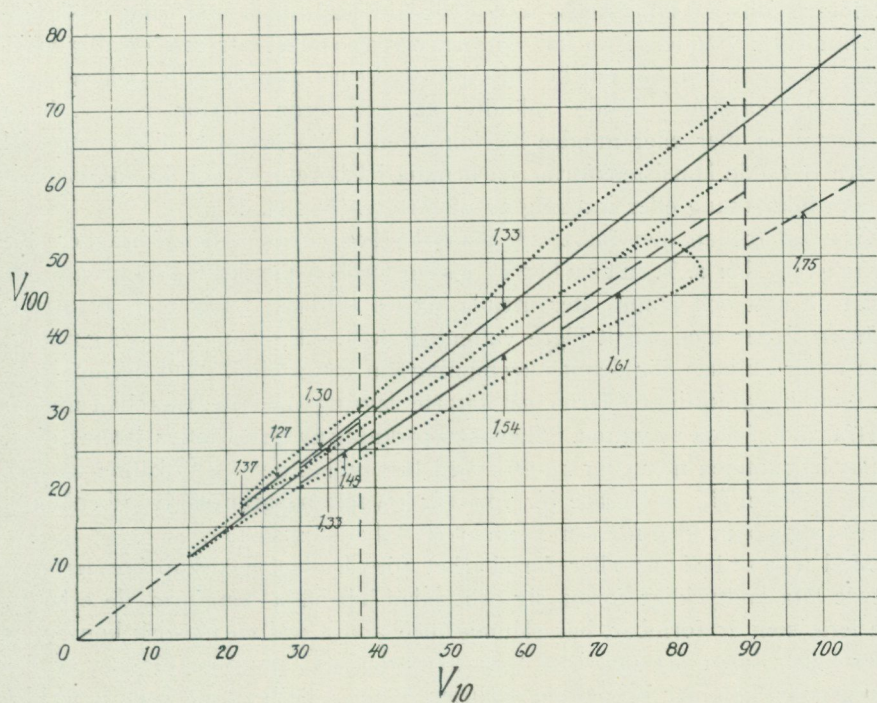


Fig. 21. Medelvärdeslinjer för $V_{10}:V_{100}$ för olika jordarter och mellan vissa finlekstalsgränser.

gått till 103 och 122, och $V_{10}:V_{100}$ har här varit respektive 2.02 och 1.96 (jfr sid. 96). Enär mina undersökningar egentligen avgränsats till att endast omfatta svenska kvartära leror, ha några ytterligare undersökningar på dylika jordar ej utförts.

Atterbergs konsistensgränser m. m.

Med en jordarts konsistens förstås det större eller mindre sammanhanget mellan jordpartiklarna (Atterberg 1913, sid. 413). Vid sina undersökningar över lerorna i fråga om komplexen lera + vatten uppställde Atterberg följande konsistensformer (jfr Atterberg 1912 a och c): den fasta, plastiska (eller degartade), svårflytande (eller grötartade), tjockflytande (eller vällingartade) samt den lättflytande konsistensformen. Gränserna mellan dessa konsistensformer benämnas utrullgränsen (= nedre plasticitetsgränsen eller fasthetsgränsen), flytgränsen (eller övre plasticitetsgränsen), tjockflytbarhetsgränsen och lättflytbarhetsgränsen.

De i naturen förekommande lerorna och de s. k. kohesionsjordarterna i övrigt hava nästan genomgående en fast eller plastisk konsistens. Även den under torrskorpan liggande såpleran har i vanliga fall och i oomrört tillstånd

en lösare plastisk konsistens, som dock vid lerprovets omröring i allmänhet blir svårflytande. I de fall, då torrskorpan endast har en obetydlig mäktighet av 0.5 å 1 m, har emellertid såplern även i oomrört tillstånd en svårflytande konsistens. Under bildning varande leror, gyttjor o. s. v. hava dessutom en mer eller mindre lös konsistens. I stort sett höra emellertid de tre flytande konsistensformerna hemma i laboratoriet och ha uppkommit genom inknådning eller inröring av vatten i en lera o. d.

Gränsen mellan den fasta och plastiska konsistensformen förlägger Atterberg vid den s. k. *utrullgränsen*, vilken karakteriseras därav, att leran då nätt och jämnt låter utrulla sig till trådar. I närheten av utrullgränsen ligger med något lägre vattenhalt lerans *krympningsgräns*, som utgör gränsen för dennas krympning vid uttorkning. Vid krympningsgränsen hava jordpartiklarna sin tätaste lagring med de fina hålrummen fortfarande fyllda av vatten. Sker en uttorkning av leran under denna gräns, fyllas hålrummen mer eller mindre med luft, vilket ger sig tillkänna därigenom, att leran får en ljusare färg, varför krympningsgränsen även benämns *omslagspunkten* (van Bemmelen, Johansson 1914).

Med *plasticitet* eller *formbarhet* förstås den egenskap hos lerorna, att de låta godtyckligt forma sig och sedan bibehålla den form, de erhållit. En lera, som är formbar, har sålunda med andra ord en plastisk konsistens eller ligger inom det plastiska konsistensområdet. Såsom framgår av det föregående, kommer krympningsgränsen enligt Atterberg att ligga inom det fasta konsistensområdet, enär krympningsgränsen har en lägre vattenhalt än utrullgränsen och denna senare av Atterberg sattes såsom gräns för det fasta konsistensområdet. Såsom Johansson (1914, sid. 61) har påpekat, är emellertid en lera mellan utrullgränsen och krympningsgränsen alltså — ehuru med användande av ett visst tryck — formbar eller plastisk. Först vid krympningsgränsen blir leran så spröd, att den faller sönder i mindre stycken, vilka icke ens under tryck kunna bringas att häfta samman. Johansson föreslår därför, att såsom undre gräns för plasticitetsområdet sätta krympningsgränsen. Då det — bland annat genom Johanssons undersökningar — visat sig, att krympningsgränsen såväl ur teoretisk som praktisk synpunkt är av större betydelse än utrullgränsen, förlägges därför gränsen mellan det fasta och plastiska området till krympningsgränsen (jfr även Atterberg 1915, Frosterus 1920, Ekström och Flodkvist 1926).

Gränsen mellan den plastiska och den svårflytande lerkonsistensen benämnes *flytgränsen*. En lera, som ligger inom det svårflytande konsistensområdet, har så hög vattenhalt i förhållande till lerans finhetsgrad, att materialet efter omformning icke bibehåller sin nya form till följd av att partiklarna under tyngdkraftens inverkan besitta en viss rörelseförmåga, varigenom leran sålunda blir svårflytande.

Fasthetstalet. Jordarternas hållfasthet vid å 100° torkat prov benämnes av Atterberg fasthetstalet, vilket i korthet bestämmes på följande sätt. Av en plastisk lerdeg formas prismor av 2 × 2 cm tvärgenomskäring, varefter

prismat torkas vid 100° . Fasthetstalet blir det antal kg, varmed en viss stålkil måste belastas för att spräcka prismat (jfr i övrigt Atterberg 1912 a).

Utrullgränsen bestämmes av Atterberg (1911, 1915) på följande sätt. Ett mindre stycke av en plastisk lerdeg utrullas med fingrarna till trådar, varefter trådarna läggas ihop och utrullas ånyo. På detta vis fortsätter man, till dess leran förlorat så mycket vatten, att trådarna ej längre hålla samman utan falla sönder i stycken. Utrullgränsen är då uppnådd, och vattenhalten bestämmes samt beräknas i procent per torrsubstans.

Utrullgränsen anger ej i likhet med krympningsgränsen (omslagspunkten) vattenhalten vid någon viss bestämd hållfasthet hos en lera. Vattenhalten kan därför här ej användas såsom ett mått på en leras finhetsgrad (jfr även fig. 13 och 14). Vid utrullgränsen synes lerornas eller åtminstone de styvare lerornas relativa hållfasthet (enligt Geotekniska kommissionens tabell) vara större än 2000.

Flytgränsen bestämmer jag i huvudsak efter Atterberg (1911, 1915) på följande sätt. Den pulveriserade leran knådas i en porslinskål med vatten, till dess en fullt homogen, lösare plastisk lerdeg erhållits. Med tillhjälp av spateln delas lerdegen genom en rak fåra med sluttande kanter helt och hållet i två delar. Lerdegens tjocklek skall vara c:a 1 cm. I det att man håller skålen med vänstra handen, stöter man därefter densamma kraftigt mot insidan av den högra handen, som hålles kupig. Då lerdegen har en plastisk konsistens, och vattenhalten sålunda är lägre än flytgränsens, komma lerdegens båda delar ej att sammanflyta. Genom successiv tillsats och inknådning av vatten i lerdegen får leran till slut en så pass lös konsistens, att de båda delarna av lerdegen komma att vid stötningen helt obetydligt sammanflyta eller tangera varandra i undre delen. Flytgränsen är då uppnådd, och vattenhalten bestämmes (i procent per torrsubstans).

I allmänhet synes Atterberg m. fl. hava gått en motsatt väg vid bestämning av flytgränsen. Man har sålunda utgått från en svärflytande lera och genom tillsats och inknådning av lerpulver i densamma bringat den till flytgränskonsistens. Jag har emellertid funnit, att detta tillvägagångssätt är mindre lämpligt, enär det är mycket svårt att genom inröring eller inknådning av lerpulver i en lera av mer eller mindre lös konsistens få en homogen lerdeg.

Om flytgränsbestämningarna utföras med noggrannhet och av en och samma person, ge de tillförlitliga och med varandra fullt jämförbara värden. Man kan nämligen här i huvudsak räkna med en viss bestämd konsistens hos lerdegen, vilket jag konstaterat genom att samtidigt bestämma den relativa hållfastheten. Vid flytgränsen har sålunda i allmänhet erhållits ett intryck med 60 gr 60° konen av 5.0 mm motsvarande hållfasthetstalet 36.5. Av 10 utförda bestämningar på olika leror gävo nämligen 5 hållfastheten 36.5, 3 st. 35.3, 1 st. 34.3 samt 1 st. 38.0.

För bestämning av *tjockflytbarhetsgränsen* och *lättflytbarhetsgränsen* hänvisas till Atterberg (1912 c). Tjockflytbarhetsgränsen synes ligga ungefär vid den relativa hållfastheten 0.65, under det att konsistensen vid lättflytbar-

hetsgränsen är så lös, att den ej kan bestämmas enligt kommissionens metod, d. v. s. den relativa hållfastheten är mindre än 0.33. För en mycket styv glacial lera (Gu 112; $W_h = 12.8$) var vattenhalten vid tjockflytbarhetsgränsen 113 och vid lättflytbarhetsgränsen 199.

De av Atterbergs konsistensgränser, vilka angiva en viss bestämd hållfasthet hos en lera (flytgräns etc.), kunna till en viss grad användas vid klassificering av jordarterna. Vattenhalten angiva här ett ungefärligt mått på

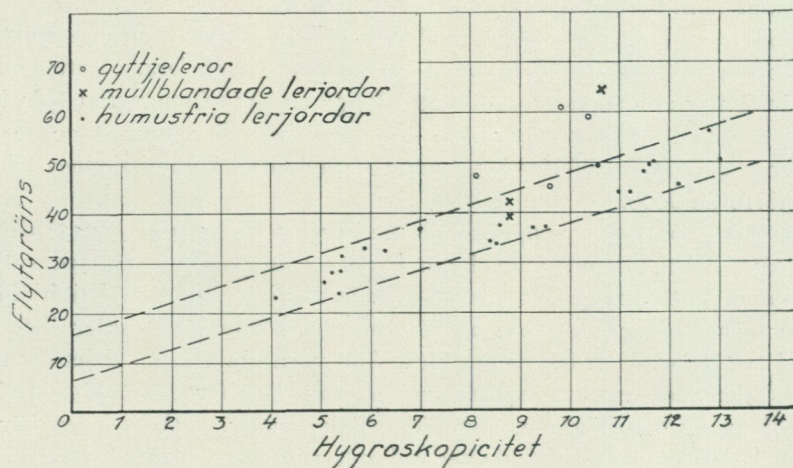


Fig. 22. Sambandet mellan flytgräns och hygroscopicitet.

finhetsgraden, och flytgränsen användes delvis av Atterberg o. a. som klassifikationsmetod. De faktorer, som inverka på finlekstalet, inverka emellertid även på flytgränsen etc. Därtill kommer även, att de Atterbergska konsistensgränsmetoderna äro i viss grad subjektiva metoder.

Sambandet mellan flytgräns och hygroscopicitet för olika jordarter framgår av fig. 22. Flytgränsen ger såsom klassifikationsmetod ungefär samma överensstämmelse med hygroscopiciteten som finlekstalet (jfr även fig. 13 och 14).

Plasticitet eller utrullbarhet. Med plasticitet eller formbarhet förstås enligt Segers definition en kropps egenskap att låta forma sig genom tryck till en massa, vilken efter tryckets upphörande bibehåller den givna formen. Detta är enligt Atterberg (1913, sid. 414) plasticitet i allmännare bemärkelse. Med plasticitet i inskränkt bemärkelse förstås enligt Atterberg en kropps egenskap att låta utrulla sig till en tråd av 2 mm tjocklek (vid vattenhalt under flytgränsen).

Plasticiteten eller utrullbarheten bestämmas därigenom, att ett mindre stycke av en homogen lerdeg utrullas med fingrarna på en plan yta (ett bord, en pappskiva eller dylikt). Utrullningen sker jämförelsevis raskt och under användandet av ett visst tryck. Erhålles då en tråd av mindre än 2 mm tjocklek, säges jordarten vara plastisk eller utrullbar. Går tråden

sönder vid en tjocklek större än 2 mm, är jordarten ej plastisk eller utrullbar.

Sambandet mellan plasticitet och hygroskopicitet har förut behandlats (sid. 95). — Tillräckligt stor humusinblandning i en plastisk lera upphäver lerans plasticitet. För de mullblandade lerjordarna gäller i stort sett, att de mullrika mellanlerorna likaväl som de mullblandade lättlerorna ej äro utrullbara. Plastiska äro däremot de mullfattiga och mullhaltiga mellanlerorna, de mullblandade styva och mycket styva lerorna samt de leriga mulljordar, vilka hava en mullhalt, som är mindre än c:a 20 à 25 %, och i vilka mineralsubstansen är en mycket styv lera.

Plasticitetstalet. Genom att minska flytgränsens vattenhalt med utrullgränsens erhöill Atterberg (1912 c, etc.) ett tal, som han benämmer *plasticitetstalet*.¹ Detta anses av Atterberg vara mycket karakteristiskt, och han indelar därefter lerorna i fyra olika plasticitetsklasser. Den 1:a plasticitetsklassen har sålunda plasticitetstal, som äro större än 14, den 2:a klassen har plasticitetstal mellan 14 och 7 och den 3:e klassen mellan 7 och 1. En del utländska leror föras av Atterberg till en extra plasticitetsklass med plasticitetstal ända upp till 40.

Plasticitetstalet är sålunda vattenhalten vid en viss bestämd hållfasthet (flytgränsen) minskad med vattenhalten vid utrullgränsen. Vid den senare är emellertid hållfastheten olika för olika leror. Då emellertid vattenhalten vid utrullgränsen ej visar avsevärt större skiljaktigheter för olika leror, betyder plasticitetstalet i stort sett endast en minskning av flytgränsen och anger då ett något riktigare absolut värde på finhetsgraden än flytgränsen. Sambandet mellan plasticitetstal och hygroskopicitet för olika jordarter framgår av fig. 23 (jfr även fig. 13 och 14).

Vattenhaltsdifferens.

I likhet med Atterberg har jag sökt klassificera lerorna genom det tal, som anger skillnaden i vattenhalt vid två olika tillstånd hos leran. Jag har emellertid i motsats mot vid plasticitetstalet valt vattenhalten vid två bestämda hållfastheter eller de relativa hållfastheterna 10 och 100. Skillnaden i vattenhalt vid dessa hållfastheter benämner jag blott och bart *vattenhaltsdifferensen* ($V_{10} - V_{100}$). Med denna har jag avsett att erhålla ett tillförlitligt mått på halten av kolloidalt ler i en jordart (jfr även Mertz 1926).

I samband med diskussionen angående finlekstalet har påvisats, huru som förhållandet mellan V_{10} och V_{100} är ganska karakteristiskt för olika jordarter. För att t. ex. få en närmare överensstämmelse mellan finlekstal och hygroskopicitet (jfr fig. 15), bör emellertid finlekstalet i medeltal

¹) Statens Raastofkomité i Norge (v. Krogh 1923, sid. 33) har även upptagit benämningen plasticitetstal för skillnaden i vattenhalt vid två olika tillstånd hos en lera eller vattenhalten vid lerans maximala vattenmättningsgräns minskad med vattenhalten vid normalkonsistensgränsen. Plasticitetstalet användes av Raastofkomitén såsom ett uttryck för plasticiteten, och efter detsamma uppdelas lerorna i sex olika grupper (se i övrigt anf. arbete).

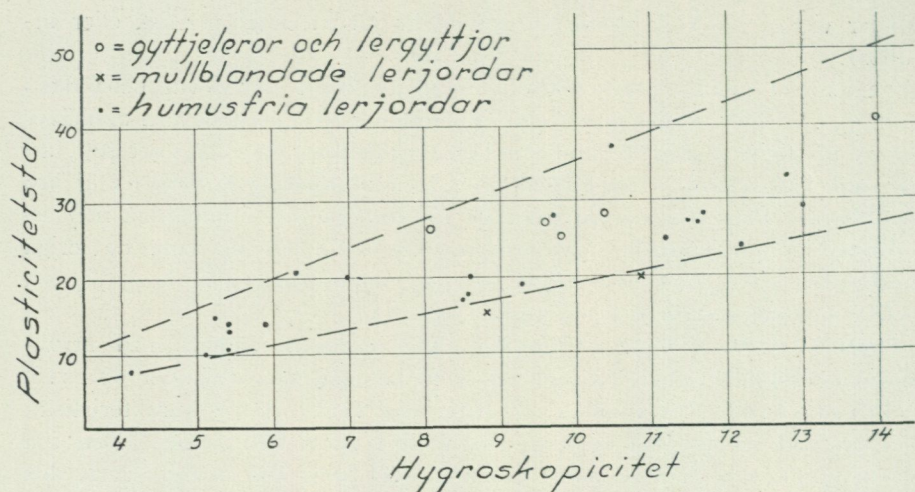


Fig. 23. Sambandet mellan plasticitetstal och hygroscopicitet.

minskas med 12 enheter. Man erhåller därför bättre proportionalitet, om man använder $V_{10}-V_{100}$ i stället för $V_{10}:V_{100}$.

I det föregående har framhållits, hurusom humushalten och de grövre mineralbeståndsdelarna i en lera praktiskt taget ej förmå binda mera vatten vid hållfastheten 10 än vid hållfastheten 100. Det tillskott i vattenhalt, som en lera får, då man genom inknådning av vatten i densamma överför den från den senare till den förra hållfastheten, bör därför vara ett mått på halten av de finaste mineralbeståndsdelarna och framför allt de kolloidala lerpartiklarna. För att söka utreda denna fråga har i ett par mycket styva leror med en lerhalt av 80 à 90 % inknådats lika mängder av olika renslammade kornfraktioner. Tabellen på sid. 125 visar de båda lerornas samt de olika blandningarnas vattenhalt vid hållfastheten 10 och 100 samt vattenhaltsdifferensen (kolumnerna a—c). I kolumnerna d—f angivas de beräknade värdena för V_{10} , V_{100} och $V_{10}-V_{100}$, under förutsättning att de inblandade kornfraktionerna ej upptogo något vatten.

Av tabellen framgår, att blandningarnas vattenhalt vid hållfastheten 10 och 100 är ganska mycket högre än den vattenhalt, som beräknats på grundval av ingående procent lera (kol. g—h). Skillnaden blir dessutom större ju finare korngrupper, som inblandats i leran, och särskilt gäller detta finmjålan. Finlekstalet ger sålunda ett alltför högt värde i synnerhet vad beträffar de starkt mjåliga lerorna. Någon avsevärd ändring av $V_{10}-V_{100}$ kan däremot ej tillskrivas de inblandade korngrupperna (möjligen med undantag av grovmon). I stort sett kan man därför anse, att $V_{10}-V_{100}$ är ett jämförelsevis riktigt mått på lerhalten.

Humushaltens inverkan på V_{10} och $V_{10}-V_{100}$ har dessutom studerats genom inblandning av mulljord och torv (högförmultnad kärrtorv) i olika slags leror. Resultaten framgå av tabellerna på sid. 125 (nederst) och 126 (överst).

| | a | b | c | d | e | f | g | h | i |
|--|-----------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|
| | V ₁₀ | V ₁₀₀ | $\frac{V_{10}}{V_{100}}$ | Beräknat V ₁₀ | Beräknat V ₁₀₀ | Beräknat $\frac{V_{10}}{V_{100}}$ | a-d | b-e | c-f |
| H 17 (mycket styv, glacial lera) | 84 | 46 | 38 | — | — | — | — | — | — |
| H 17 + 60 % finmjäla | 45 | 30 | 15 | 34 | 18 | 15 | 11 | 12 | 0 |
| » » grovmjäla | 40 | 27 | 13 | » | » | » | 6 | 9 | -2 |
| » » finmo | 38 | 24 | 14 | » | » | » | 4 | 6 | -1 |
| » » grovmo | 37 | 23 | 14 | » | » | » | 3 | 5 | -1 |
| » » mellansand | 36 | 22 | 14 | » | » | » | 2 | 4 | -1 |
| H 27 (mycket styv, glacial lera) | 82 | 50 | 32 | — | — | — | — | — | — |
| H 27 + 50 % finmjäla | 52 | 35 | 17 | 41 | 25 | 16 | 11 | 10 | 1 |
| » » grovmjäla | 48 | 32 | 16 | » | » | » | 7 | 7 | 0 |
| » » finmo | 47 | 29 | 18 | » | » | » | 6 | 4 | 2 |
| » » grovmo | 48 | 29 | 19 | » | » | » | 7 | 4 | 3 |
| H 27 + 30 % finmjäla | 62 | 41 | 21 | 57 | 35 | 22 | 5 | 6 | -1 |
| » » grovmjäla | 61 | 38 | 23 | » | » | » | 4 | 3 | 1 |
| » » finmo | 59 | 35 | 24 | » | » | » | 2 | 0 | 2 |
| » » grovmo | 61 | 36 | 25 | » | » | » | 4 | 1 | 3 |

| | V ₁₀ | V ₁₀₀ | $\frac{V_{10}}{V_{100}}$ |
|---|-----------------|------------------|--------------------------|
| E 266 (lättare mellanlera) | 30 | 22 | 8 |
| » + 3,5 % mull | 36 | 26 | 10 |
| » 7 » » | 41 | 31 | 10 |
| V 1019 (lättare mellanlera) | 32 | 23 | 9 |
| » + 3 % mull | 36 | 25 | 11 |
| » 6 » » | 40 | 29 | 11 |
| » 9 » » | 43 | 32 | 11 |
| » 12 » » | 48 | 37 | 11 |
| » 15 » » | 54 | — | — |
| » 18 » » | 59 | — | — |
| » 21 » » | 64 | — | — |
| H 20, styvare moränmellanlera | 37 | 24 | 13 |
| » + 3 % mull | 41 | 27 | 14 |
| » 6 » » | 46 | 31 | 15 |
| » 9 » » | 50 | 34 | 16 |
| » 12 » » | 54 | 39 | 15 |
| » 15 » » | 60 | 42 | 18 |

| | V_{10} | V_{100} | $\frac{V_{10}-V_{100}}{V_{100}}$ |
|---|----------|-----------|----------------------------------|
| E 263, styv lera | 47 | 31 | 16 |
| » + 3 % mull | 48 | 33 | 15 |
| » 6 » » | 51 | 36 | 15 |
| » 9 » » | 55 | 39 | 16 |
| » 12 » » | 56 | 43 | 13 |
| » 15 » » | 60 | 45 | 15 |
| H 14, styv lera | 51 | 33 | 18 |
| » + 3 % högförmultn. kärrtorv | 53 | 35 | 18 |
| » 6 » » | 56 | 37 | 19 |
| » 9 » » | 57 | 40 | 17 |

Av tabellerna framgår, att vid mullinblandning i en mellanlera blandningarnas finlekstal ökas i jämförelse med den humusfria lerans finlekstal med 1.5 enheter för varje procent mull. Motsvarande höjning av finlekstalet för de styva lerorna uppgår till 0.8 enheter. För mellanlerorna ökades $V_{10}-V_{100}$ med 2 enheter oberoende av mullinblandningens storlek. För de styva lerorna synes däremot mullinblandningen förorsaka en sänkning av $V_{10}-V_{100}$ med omkring 1 enhet. Vid klassificering av de mullblandade plastiska lerjordarna kan därför vattenhaltsdifferensen, efter en mindre korrigering för mullsubstansens något olika inverkan i olika leror, anses ge ett tillnärmelsevis riktigt värde på lerinnehållet. För de ej plastiska matjordarna ger däremot metoden felaktiga värden.

Försök ha även gjorts med inblandning av gyttja i leror. Här nedan anföras resultaten från inblandning av en alggyttja (E 257, glödningsförlust = 81.8) i styv glacial lera (E 263).

| | V_{10} | V_{100} | $\frac{V_{10}-V_{100}}{V_{100}}$ |
|----------------------------|----------|-----------|----------------------------------|
| E 263, styv lera | 47 | 31 | 16 |
| » + 1.5 % gyttja | 53 | 35 | 18 |
| » 3 » » | 57 | 39 | 18 |
| » 6 » » | 66 | 46 | 20 |
| » 9 » » | 80 | 54 | 26 |

Finlekstalet höjes sålunda för en styv lera med 3.3 enheter för varje procent inblandad gyttja, under det att V_{100} ökas med 2.5 och $V_{10}-V_{100}$ med 0.7 enheter. Gyttesubstansen inverkar sålunda i motsats mot övriga humusformer på vattenhaltsdifferensen ungefär som lersubstansen. Vattnet förekommer emellertid i gyttjan åtminstone delvis ej på samma sätt som i en lera, utan torde, såsom förut nämnts, i huvudsak vara mekaniskt inneslutet vatten. Vid övergången från hållfastheten 100 till hållfastheten 10 upptages ej heller procentuellt så stor vattenmängd av gyttjesubstansen som av leret. Detta gör, att $V_{10} : V_{100}$ i regel blir lägre för de gyttjeblandade jordarna än för de humusfria lerorna.

På fig. 20 har åskådliggjorts sambandet mellan V_{10} och V_{100} . Gränsen i detta fallet mellan de humusfria lerorna och de mer eller mindre humusförande jordarna anges på figuren medelst en streckad linje. För de humusfria lerorna gäller sålunda i regel, att $V_{10}:(V_{100}-5)$ är större än 1.64, under det att samma förhållande för de humusförande jordarna är mindre än 1.64.

I enlighet med de ovan anförda undersökningarna har jag vid jordartsklassificering tidigare använt $V_{10}-V_{100}$ såsom ett mått på lerhalten och $V_{10}:(V_{100}-5)$ för att särskilja de humusblandade och humusfria lerorna från varandra.

Efter vattenhaltsdifferensen klassificerades lerorna sålunda:

| | $V_{10}-V_{100}$ |
|------------------------------|------------------|
| Lättlera | < 6 |
| Lättare mellanlera | 6—10 |
| Styvare mellanlera | 10—14 |
| Styv lera | 14—20 |
| Mycket styv lera | > 20 |

De lerfria och svagt leriga jordarna äga ej sammanhang vid hållfastheten 100. Först vid en lägre hållfasthet bilda de en sammanhängande jordeg. Av denna orsak kan ej V_{100} och sålunda ej heller $V_{10}-V_{100}$ bestämmas för dylika jordarter. Detta förhållande har jag använt mig av för att skilja dessa jordar från lättlerorna.

Efter någon tids användning av vattenhaltsdifferensen såsom klassifikationsmetod visade det sig emellertid, att metoden ej alltid lämnade tillförlitliga värden. $V_{10}-V_{100}$ gav nämligen i vissa fall ett för lågt värde för en del humusfria leror, varvid samtidigt även $V_{10}:(V_{100}-5)$ kom att uppvisa siffror, som egentligen gälla för de humusförande lerorna. De största och påtagligaste avvikelserna erhöles för mycket styva leror, som insamlats från alvens övre del till c:a 0.5 à 0.6 m under markytan. Avvikelse kunde ej tillskrivas sekundär anrikning av humus i leran, vilket konstaterades genom bestämning av humushalten.

På fig. 24 åskådliggöres sambandet mellan vattenhaltsdifferens och hygroskopicitet för humusfria leror. Det framgår härav, att direkt proportiona-

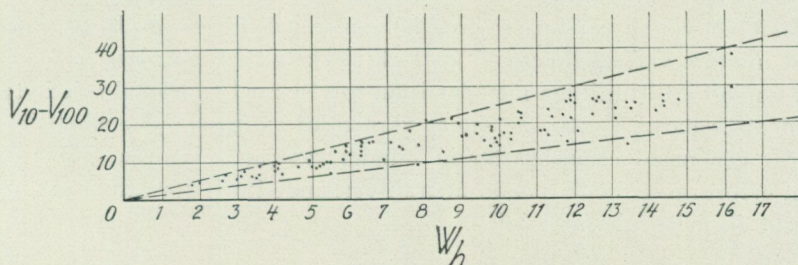


Fig. 24. Sambandet mellan vattenhaltsdifferens och hygroskopicitet för humusfria leror.

litet råder mellan dessa, bortsett från felkällor i vattenhaltsdifferensmetoden, varigenom förhållandet blir $= 1.8 \pm 0.6$. Den relativa avvikelsen är sålunda lika stor för såväl de lättare som för de styvare lerjordarna.

Det återstår då att klarlägga, vari dessa avvikelser i fråga om $V_{10}-V_{100}$ bero. Detta framgår av de resultat, till vilka jag kommit genom bestämning av V_{10} och V_{100} på såplereprov dels före, dels efter torkning (jfr tab. sid. 108):

| | Naturfuktigt prov | | | Efter torkning | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|----------------------------------|----------------|-----------|----------------------------------|
| | V_{10} | V_{100} | $\frac{V_{10}-V_{100}}{V_{100}}$ | V_{10} | V_{100} | $\frac{V_{10}-V_{100}}{V_{100}}$ |
| Lättlera (E 375) | 26 | 17 | 9 | 26 | 17 | 9 |
| Styv lera (E 566) | 52 | 33 | 19 | 45 | 31 | 14 |
| » » (H 489) | 62 | 40 | 22 | 60 | 39 | 21 |
| » » (H 490) | 75 | 43 | 32 | 58 | 41 | 17 |
| » » (H 381) | 61 | 43 | 18 | 57 | 42 | 15 |

Av tabellen framgår, att någon större skillnad ej förefinnes i fråga om V_{100} före och efter torkningen. Skillnaden uppgår till högst 2 enheter. Där- emot blir finlekstalet efter torkningen i flera fall avsevärt lägre än på det naturfuktiga provet, vilket gör, att även vattenhaltsdifferensen blir lägre. Den bristande överensstämmelsen mellan vattenhaltsdifferens och hygroskopicitet måste därför, oberoende av lerans struktur, bero på svårigheten att genom knådning få leran att upptaga så mycket vatten, som motsvarar den maximala vattenbindningsförmågan vid en viss hållfasthet. Denna svårighet blir även större, ju lösare konsistens leran har.

Vad som ovan nämnts, gäller emellertid icke endast såplereprov. Vid upprepad och intensiv knådning av förut lufttorkade prov kan man avsevärt höja finlekstalet, vilket förut visats (jfr fig. 17). En motsvarande höjning av vattenhalten vid hållfastheten 100 äger däremot i allmänhet ej rum, varigenom $V_{10}-V_{100}$ sålunda i regel kommer att visa en tydlig ökning vid intensiv knådning.

Av ovanstående torde man kunna dra den allmängiltiga slutsatsen, att, då man arbetar med klassifikationsmetoder, som grunda sig på lerornas förhållande till vatten, analysiffrorna bli sämre vid de jämförelsevis större än vid de mindre vattenhalterna. Lätt- och tjockflytbarhetsgränserna böra därför bli mindre tillförlitliga metoder i jämförelse med finlekstal och flytgräns, och dessa senare i sin tur ge sämre värden än hygroskopicitetsmetoden, där vattnet genom adhesionskrafter är bundet vid partikelytorna. I det senare fallet erfordras ej heller någon utifrån verkande kraft för att få vattnet homogent fördelat i lermaterialet.

Styvleksgrad.

Olika jordarter visa olika hållfasthet vid krympningsgränsen, och denna hållfasthet benämnes av Johansson (1914, 1916) *styvleksgraden*, när den är ett relativt mått på huru svårbehandlad en jord är vid ogynnsam struktur. Styvleksgraden uttryckes i det antal kg, varmed en kil av vinkelöppningen 15° måste belastas för att spräcka ett prisma av jordarten av dimensionen 2×2 cm, då jordarten befinner sig vid krympningsgränsen.

Styvleksgraden infördes av Johansson (1914) och tillämpades sedermera av honom vid upprättandet av den agrogeologiska kartan över Ultuna egen-

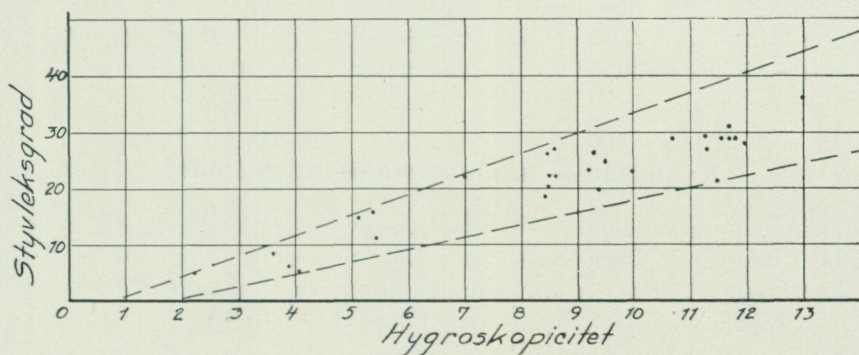


Fig. 25. Sambandet mellan styvleksgrad och hygroscopicitet för humusfria leror.

dom. Jordarterna klassificerades härvid efter en viss bestämd fysikalisk egenskap eller jordens kohesion vid krympningsgränsen. Enligt Johansson skulle emellertid styvleksgraden stå i nära samband med den mekaniska sammansättningen (1914, sid. 109). Något verkligt mått på mineralsubstansens finhetsgrad i de mullblandade lerjordarna kan emellertid ej erhållas med metoden, när mullinblandning minskar jordens styvleksgrad. Men även i avseende på de humusfria lerjordarna har någon större överensstämmelse ej erhållits mellan styvleksgrad och hygroscopicitet, vilket framgår av fig. 25 (jfr även fig. 13 och 14). Styvleksgradsmetoden avser ej heller en direkt bestämning av finhetsgraden.

En felkälla, som vidlåder metoden, har jag funnit ligga däruti, att luftblåsor inknådas i lerdegen, då man förfärdigar själva lerprismat. Även jordartens struktur och särskilt halten av leraggregat torde även, om ock ej i så hög grad som vid finlekstals- och flytgränsbestämningarna, inverka på en leras hållfasthet vid krympningsgränsen.

Jordarterna klassificerades av Johansson efter styvleksgraden i enlighet med omstående schema. Inom parentes anförda jordartstermer äro de av mig använda.

Johansson har påvisat styvleksgradsmetodens användbarhet vid jordartsklassifikation, vilket även framgår av hans agrogeologiska karta över Ultuna egendom. Genom hygroscopicitetsmetoden sammanföras emellertid även

| | Styvleksgrad |
|---|--------------|
| Lerhaltig sand (lättlera) | < 5 |
| Lättlera (lättare mellanlera) | 5—10 |
| Mellanlera (styvare mellanlera) | 10—15 |
| Styv lera (styv lera) | 15—25 |
| Mycket styv lera (mycket styv lera) | > 25 |

närbesläktade jordarter med vissa karakteristiska fysikaliska egenskaper till bestämda jordartsgrupper eller klasser. Bägge metoderna hava lett till uppställandet av de ovan anförda lerjordsgrupperna och gå sålunda i stort sett parallellt, enär de genom dessa metoder angivna jordartsgränserna i huvudsak sammanfalla (jfr fig. 25). Styvleksgraden 5, 10, 15 och 25 motsvarar sålunda en hygroskopicitet av ungefär 4, 5.5, 7 och 10 respektive.

Kvantitativa humusbestämningsmetoder.

För bestämning av humushalten har jag använt följande metoder: Dennstedts, Vesterberg—Tamms och Knops metoder samt bestämning av glödgningsförlusten. Vid de tre förstnämnda metoderna sönderdelas eller oxideras den organiska substansen med tillhjälp av ett oxidationsmedel, varvid den utvecklade koldioxiden uppsamlas samt sedermera väges. Humushalten (speciellt mullhalten) erhålles därefter genom att multiplicera den funna kolsyremängden med faktorn 0.5 (Schucht 1914, sid. 31; Atterberg 1915, Atterberg och Johansson 1916). Denna faktor har även använts vid samtliga av mig utförda mullhaltsbestämningar. — (Jfr även Read och Ridgell 1922.)

Kolhalten hos mullsubstansen kan emellertid variera från 50 % ända upp till 65 %, och faktorn kan på grund härav växla från 0.65 ned till 0.42 (jfr Atterberg 1915, sid. 504). Faktorn blir därför i medeltal egentligen 0.471, vilken faktor är den ursprungligen använda och användes fortfarande av ett flertal markforskare (jfr t. ex. Wahnschaffe och Schucht 1924).

Kvävehalten ingår teoretiskt sett ej i den på ovan angivet sätt beräknade mullhalten. I allmänhet är emellertid kvävehalten i de mullblandade mineraljordarna jämförelsevis låg och uppgår i allmänhet till 4 à 6 % av den organiska substansen enligt undersökningar av Müller (H. von Post 1874 a, sid. 161), Atterberg (1887), Weibull (1907) och Vesterberg (1909, 1910) etc.

Dennstedts metod. Denna metod har enligt min erfarenhet givit det säkraste resultatet, då det gäller att bestämma den totala humusmängden. Metoden har närmare beskrivits av t. ex. Gattermann (1910), Wahnschaffe och Schucht (1924) samt Albert och Bogs (1914, sid. 185). Humussubstansen förbrännes i en långsam syrgasström under användande av platina som katalysator, och kolsyran uppsamlas i absorptionsrör. — Den av Albert och Bogs angivna tiden för bestämningens utförande (30—40 min.) torde i allmänhet vara alltför knappt tilltagen, enär man då riskerar att få humusen ofullständigt förbränd.

Vesterberg-Tamms metod. Vesterberg har 1911 framställt en humusbestämningssmetod, vilken delvis modifierats av Tamm (1917, sid. 252). Det med blykromat och kaliumbikromat blandade jordprovet glödgas i ett evakuerat förbränningsrör, och kolsyran uppsamlas i ett vakuumförlag med barytlösning.

Jag har ej kunnat finna att metoden äger den noggrannhet och användbarhet, som angives av Tamm. Till och med vid s. k. blindförbränningar har jag ej kunnat erhålla i tillräcklig grad överensstämmande värden.

Knops metod. Vid den Knopska metoden eller kromsvavelsyremetoden användes kromsyra (kaliumbikromat och svavelsyra) som oxidationsmedel. Kolsyran uppsamlas här liksom vid Dennstedts metod i absorptionsrör med natronkalk. Metoden är ingående beskriven av Wahnschaffe och Schucht (1924).

De felkällor, som vidlåda metoden, ligga däruti, att en del organisk substans, såsom cellulosa, rötter o. d., förblir mer eller mindre osönderdelad, men även däruti, att oxidationen av humusen delvis blir ofullständig. Det förstnämnda förhållandet har påpekats redan av Loges (1883), men anses av flera markforskare vara en fördel med metoden (jfr t. ex. Schucht 1914, sid. 29), enär denna då får mera karaktären av kvalitativ bestämningssmetod, varvid ett mer eller mindre tillförlitligt mått erhålles på den mera sönderdelade eller förmultnade organiska substansen.

Den Knopska metoden utfördes av mig till en början enligt de föreskrifter, som lämnas i Wahnschaffe och Schuchts handbok. Genom att låta den från apparaten utströmmande luften passera en tvättflaska med palladiumklorurlösning (från Dennstedts apparat) visade det sig emellertid, att denna innehöll ganska stora mängder koloxid eller med andra ord att oxidationen av humussubstansen varit ofullständig. För att överföra den vid förbränningen bildade koloxiden i koldioxid infördes därför mellan det U-formiga röret, innehållande med kopparvitriol indränkta pimpstensstycken, och klorcalciumröret ett tämligen smalt kvartsrör innehållande platinerad asbest. Under försöket hålles denna svagt glödande genom en längs röret utbredd gaslåga. Genom den finfördelade platinans katalysatoriska verkan upptager koloxiden luftens syre och övergår i koldioxid. — Sedermera har jag funnit, att Särnström använt vid kromsvavelsyremetoden ett med kopparoxid beskickat och glödande förbränningsrör, genom vilket gasen leddes för fullständig oxidation (Treadwell 1913, sid. 339).

Knops metod har den fördelen framför de andra metoderna, att den kan utan särskild förbehandling av jordprovet användas för kalkhaltiga jordarter. Sedan analysprovet nedförts i den glaskolv, i vilken sedermera förbränningen sker, påfyller i densamma den något utspädda svavelsyran, varvid kalciumkarbonatet sönderdelas. Glaskolven evakueras därefter en à två gånger, varefter kolsyrefri luft insläppes.

Jämförande försök ha av mig utförts med Dennstedts och Knops metoder, varvid den senare modifierats på ovan angivet sätt. Vid bestämningar enligt den senare metoden har dels förbränningen ägt rum omedelbart efter

tillsats av svavelsyra och kolvens evakuering, dels har jordprovet först fått stå med svavelsyra under närmare ett dygn eller mera. Detta senare förfaringssätt har anbefallts, när svavelsyra så småningom delvis sönderdelar eller förkolar den organiska substansen, varigenom denna sedermera vid förbränningen skulle lättare oxideras. För de fem sista jordproven i tabellen (H 406—H143) har jorden fått stå med svavelsyra under minst ett dygn, under det att vid de övriga jordproven förbränningen skett omedelbart. Någon olikhet i resultaten vid användandet av dessa olika förfaringssätt framgår emellertid ej av de gjorda undersökningarna.

Humusbestämningar enligt Dennstedts och Knops metoder, den senare något modifierad.

| N:r | Jordart | Dennstedts metod | Knops metod, modifierad | Differens |
|--------|--|------------------|-------------------------|-----------|
| H 394 | Mullfattig lättlera | 2.60 | 2.48 | 0.12 |
| Äl 135 | Mullhaltig lättlera | 3.72 | 3.45 | 0.27 |
| H 402 | › lättlera | 4.15 | 4.00 | 0.15 |
| H 407 | › mellanlera | 4.98 | 5.04 | — 0.06 |
| Äl 90 | › mjälig finmo | 5.60 | 5.54 | 0.06 |
| Äl 133 | Mullrik, mjälig finmo | 6.18 | 5.88 | 0.30 |
| Gä 45 | › gyttjig lättlera | 6.19 | 5.81 | 0.38 |
| Gä 63 | › lättlera | 6.24 | 6.16 | 0.08 |
| Gu 153 | › mycket styv lera | 9.50 | 9.23 | 0.27 |
| H 399 | Mjälig mulljord | 16.59 | 15.66 | 0.93 |
| H 406 | Mullfattig mellanlera | 2.55 | 2.54 | 0.01 |
| H 187 | Mullhaltig, gyttjig mellanlera | 5.03 | 4.68 | 0.35 |
| H 171 | › styv lera | 5.82 | 5.47 | 0.35 |
| H 182 | Mullrik, gyttjig mellanlera | 9.73 | 9.68 | 0.05 |
| H 143 | › gyttjig mellanlera | 10.99 | 10.42 | 0.57 |

Av de i ovanstående tabell anförda försöksresultaten framgår i likhet med de av Albert och Bog (1914) gjorda undersökningarna, att de värden, som erhållas med Knops metod nästan genomgående äro lägre än de med Dennstedts metod erhållna värdena. Albert och Bogs påstående, att skillnaden skulle bliva större vid tilltagande humushalt, torde däremot vara förhastat och bero på att endast ett fåtal jordarter med högre humushalt medtagits vid försöken samt att katalysator ej använts. God överensstämmelse kan sålunda erhållas vid såväl lägre som högre humushalt. Skillnaden i resultaten från de olika metoderna torde bero uteslutande därpå, att vid Knops metod, modifierad genom införandet av en katalysator, en del oförmultnad organisk substans ej oxideras.

Glödgningsförlust. Bestämning av glödgningsförlusten är en sedan gammalt mycket anlitad metod för erhållandet av ett ungefärligt värde på en jords humushalt. I de fall, då ler praktiskt taget saknas i jordarten, har man i allmänhet satt glödgningsförlust lika med humushalt, såsom i fråga om sandartade jordar, torv- och mulljordar etc.

Leret innehåller efter torkning vid 100° såväl kemiskt bundet vatten som en del starkare fysikaliskt bundet vatten. Ju större lerhalt, som ingår i en jord, desto större blir därför glödgningsförlusten. Man borde därför kunna få en viss relation mellan lerhalt och glödgningsförlust.

Ett försök i den riktningen anföres av Heine (1911), som allt efter en större eller mindre halt av mjäla och ler reducerar glödgningsförlusten med vissa procent. För 10 % mjäla + ler minskas sålunda glödgningsförlusten med 1 %, för 20 % med 2 % och för 30 % med 3 % o. s. v. För att borteliminera den felkälla, som erhålles vid glödgningsförlust av kalkhaltiga jordar, gör Heine dessutom följande avdrag från glödgningsförlusten, nämligen för 10 % kalk 1 %, för 20 % kalk 2 % och för 30 % kalk 3 % o. s. v. eller samma siffror, som anföres för reduktion för mjäla- och lerhalten.

Jag har gjort ett flertal jämförande undersökningar över skillnaden mellan glödgningsförlust och mullhalt för matjordar med mineralsubstans av olika sammansättning eller finhetsgrad. Mullhalten har härvid bestämts enligt Dennstedts metod, och mineralsubstansens sammansättning har bestämts enligt hygroskopicitetsmetoden efter reduktion för mullhalten.

Skillnaden mellan glödgningsförlust och mullhalt för olika mullblandade mineraljordar.

| Matjordens mineralsubstans | Glödgningsförlust minskad med mullhalt | |
|---|--|----------------------|
| | varierar mellan | ungefärligt medeltal |
| Sandartade jordar (sand-mjäla, moränmo) | 0.4—1.2 | 1 |
| Lättlera | 1.4—2.2 | 2 |
| Mellanlera | 2.0—2.9 | 2.5 |
| Styv lera | 2.9—4.4 | 3.5 |
| Mycket styv lera | 3.9—5.3 | 4.5 |

Till jämförelse med den i ovanstående tabell angivna skillnaden mellan glödgningsförlust och mullhalt hos mullblandade mineraljordar må även anföras, inom vilka gränser glödgningsförlusten varierar för olika humusfria och i stort sett även kalkfria mineraljordar enligt av mig utförda glödgningsförlustbestämningar (se tabellen på nästa sida; jfr även tab. 1).

Av tabellerna framgår, att man, då glödgningsförlusten samt mineralsubstansens sammansättning är känd, kan med ganska stor tillförlitlighet bestämma mullhalten. Felet torde sällan överstiga 0.5 % och i varje fall ej

Glödgningsförlust för kalk- och humusfria mineraljordar.

| | Glödgningsförlust |
|-----------------------------|-------------------|
| Sandartade jordar | 0.4—1.3 |
| Lättlera | 1.5—2.0 |
| Mellanlera | 1.7—2.5 |
| Styv lera | 2.1—3.9 |
| Mycket styv lera | 3.9—6.0 |

överstiga 1 % i mullhalt räknat och större noggrannhet torde ej krävas, då det gäller jordartsklassifikation i allmänhet med undantag för vissa speciella undersökningar, som kräva större noggrannhet. Metoden torde dessutom ej stå långt efter de övriga humusbestämningsmetoderna i fråga om att exakt angiva humushalten. Vid dessa multipliceras, såsom förut nämnts, den erhållna kolsyremängden med en viss faktor, som egentligen är något olika för olika slags mullsubstans. De sist anförda metoderna kunna sålunda endast lämna en tillförlitlig uppgift om kolhalten, som utgör en del av humussubstansen, vars kemiska sammansättning i övrigt kan vara starkt växlande.

Vid glödgningsförlustbestämningar använder jag kvartsdeglar (diameter: 5 cm och höjd: 3 cm). Dessa fyllas till närmare hälften med den förut tämligen fint pulveriserade jorden, vilken därefter torkas i torkskåp vid 100° under c:a 5 timmar. För att jorden ej skall upptaga fuktighet ur luften överföras därefter deglarna i en exsickator, innehållande något koncentrerad svavelsyra eller fosforpentoxid. Sedan deglarna kallnat, vägas de, varefter de först uppvärmas och sedan så småningom glödgas över en vanlig gaslåga under c:a 1 timme till konstant vikt. Under glödgningen omröres jorden ett par gånger med en grov, i ändan tillplattad platina-tråd eller med en smal, förut uppvärmd glasstav. Tillsats av oxalsyra eller ammoniumkarbonat till jordprovet (jfr Wahnschaffe och Schucht 1924) torde vara överflödigt och dessutom endast komplicera bestämningen.

Glödgningsförlusten beräknas i procent per totalsubstans och anges med en decimal. För beräkning av humushalten i de humusblandade mineraljordarna och i tillämpliga delar även för de mineralblandade humusjordarna reduceras glödgningsförlusten på nyss angivet sätt, i de fall då mineralsubstansens sammansättning är känd. Vid bestämning av alvjordarnas humushalt måste tagas i beräkning en del i jorden möjligen ingående karbonat (jfr t. ex. Heines ovannämnda reduktionsfaktorer för kalkhaltiga jordar).

Glödgningsförlusten för rena torvjordar och mulljordar ger ett något för lågt värde på humussubstansen, enär glödgningsåterstoden eller askan utgöres i huvudsak av de i den organiska substansen ingående mineralbeståndsdelarna. För dessa jordar sätter jag emellertid, som man i allmänhet gör, humushalt lika med glödgningsförlust. — I stort sett har jag funnit, att glödgningsförlust jämte hygroskopicitet äro de metoder, som för närvarande bäst lämpa sig för massanalyser vid jordartsklassifikation.

Bjørlykke (1924) framhåller, att det enklaste sättet för erhållandet av halten av organisk substans i ett jordprov är bestämning av glödningsförlusten. Olikheten i mullhalt och glödningsförlust för en och samma jord påpekas, men denna olägenhet eller felkälla skulle kunna bortelimineras genom att minska matjordens glödningsförlust med glödningsförlusten för den under jordmånslagret liggande undergrunden eller det jordlager, som vidtager på 4 à 5 dm djup under markytan. Skillnaden mellan dessa glödningsförluster skulle enligt Bjørlykke tillnärmelsevis ange humusinnehållet i matjorden.

Bjørlykke har emellertid här bortsett från, att mineralsubstansen i matjorden ofta är en helt annan än den i undergrunden. Den förra kan nämligen ursprungligen hava varit en helt annan jordart än den senare, och dessutom förändras de övre jordlagren till en del genom jordmånsprocessernas verksamhet. — Kritik av Bjørlykkes metod har även i korthet framförts av Glømmé (1926, sid. 364).

Vid undersökningar av en del jordprofiler har Bjørlykke (1925) tillämpat sin ovan anförda metod för bestämning av humushalten. I profilen n:r 2 från Kalnes (anf. arbete sid. 197) har Bjørlykke sålunda beräknat humushalten till c:a 10 %, i det att glödningsförlusten för matjorden blivit bestämd till 14.37 och för undergrunden till 3.81. Av slammingsanalyserna framgår emellertid mycket tydligt, att mineralsubstansen i matjorden samt undergrunden äro helt olika jordarter, vilket måste bero på deras olika bildningssätt och ej på bearbetning eller jordmånsbildning (jfr Bjørlykkes tolkning). Matjorden är ett typiskt strand- eller grundvattenssediment och enligt min klassifikation en mjälig mo eller möjligen lättlera, under det att undergrunden måste vara en styv lera, bildad på djupare vatten. Enligt det av mig ovan föreslagna sättet för bestämning av mullhalten ur matjordens glödningsförlust torde därför denna i ovannämnda profil uppgå till c:a 13 %. — I profilen från Haga (anf. arbete sid. 201) torde dessutom mullhalten enligt min beräkning och med ledning av Bjørlykkes slammingsanalyser vara 6 % i stället för den av Bjørlykke beräknade eller 2 %.

Kalkbestämning.

För bestämning av kalkhalten (viktsprocent kolsyrad kalk på vid 100° torkad jord) hos de mera kalkhaltiga jordarterna torde man i allmänhet kunna nöja sig med mera enkla laboratoriemetoder. De av mig gjorda kalkbestämningarna hava utförts medelst Passons apparat (Wahnschaffe och Schucht 1924, sid. 53).

En ungefärlig uppskattning av kalkhalten kan göras efter styrkan av den »fräsning» eller kolsyreutveckling, som erhålles vid tillsats av utspädd saltsyra (Ramann 1911, sid. 269).

| Kolsyreutveckling | Ungefärlig kalkhalt (CaCO ₃) |
|------------------------------------|--|
| ingen | 0—1 % |
| svag | 1—3 » |
| tydlig, men ej ihållande | 3—5 » |
| tydlig och ihållande | >5 » |

Ifall kolsyreutvecklingen är lika överallt i jordprovet är kalciumkarbonatet likformigt fördelat i jordarten. Lokalt uppträdande fräsning angiver förekomsten av isolerade kalkkorn.

V. Enklare laboriemetoder eller fältmetoder.

Enklare, men samtidigt fullt exakta metoder för undersökningar och klassificering av jordarterna i fält saknas ännu. Med tillhjälp av några av Atterberg och Johansson framställda enklare metoder kan man emellertid på ett ungefär bestämma jordarten i fält eller på laboriet. Dessa metoder äro utrullbarhetsprovet, strykningsprovet och styvleksprovet. För den förstnämnda metoden och dess användbarhet har redan förut redogjorts (Plasticitet eller utrullbarhet, sid. 122). De båda senare metoderna, vilka i likhet med utrullbarhetsprovet i huvudsak gälla lerjordarna, komma att i det följande beskrivas.

För klassificering av de sandartade jordarna i fält kan man medföra en typsamling av olika kornfraktioner (grus, grovsand, mellansand, grovmo, finmo och mjäla), vilken lämpligen medföres i ett etui bestående av små glaströr. Genom att jämföra jorden med dessa kornfraktioner kan man på ett ungefär bedöma jordartens sammansättning, t. ex. mellansand, sandig grovmo, grovmo o. s. v. — Med tillhjälp av ett mikroskop, försett med okular med mikrometerskala, kan man även få en god uppfattning om storleken av de ingående mineralpartiklarna, sorteringsgraden, gyttehalt o. s. v. (jfr Atterberg 1908 b, sid. 382).

Bedömning av matjordens ungefärliga mullhalt kan även göras genom jämförelse med i fält i smärre glaströr medförda prov. Mullhalt och sammansättning i övrigt å dessa matjordsprov ha då förut bestämts i laboriet. Mullhaltsbedömningen förutsätter emellertid att samtliga jordar hava samma fuktighetsgrad eller äro fullt lufttorra. Enär dessutom en och samma mullhalt ger, såsom förut framhållits, olika mörkfärgning för en grövre och en finare jord, måste olika jämförelseskalor användas för matjordar med olika sammansättning hos mineralsubstansen.

En »Typsamling för bedömning av mineraljordars kornstorlek och mullhalt» har av mig sammanställts 1923 och har tillhandahållits genom Centralanstaltens jordbruksavdelning. Enär denna typsamling av praktiska skäl gjorts så liten som möjligt — den är monterad i en aluminiumlåda av fickformat —, ha t. ex. gyttehaltiga matjordstyper ej medtagits. Dyliga jor-

dar kunna sålunda ej bedömas med tillhjälp av denna typsamling. Vad beträffar den jordartsterminologi, som härvid användes, må även omnämnas, att benämningarna för en del sandartade jordar samt korngrupper sedan dess ändrats.

Strykningsprovet (Atterberg 1908 b, 1912 a och c). Det s. k. strykningssprovet eller rivprovet uppställdes av Atterberg och anses av honom vara »ett om lerornas art mycket upplysande kvalitativt prov». Strykningsprovet är egentligen en ungefärlig bestämning av lerors olika fasthet i torrt tillstånd.

Strykningsprovet utföres medelst en i spetsen rundad glasstav, vilken skjutes fram och tillbaka i samma fåra två gånger utan användande av ett häftigare tryck. Strykningen sker mot en jämn och sprickfri yta på ett lufttorkat lerprov. Härvid iakttages den uppkomna fårans djup och utseende samt den större eller mindre mängd fint lerpulver eller »mjöl», som härvid erhålles.

Atterberg utförde egentligen strykningssprovet på vid 100° torkade plattor eller kuber av leror. Jag använder provet för bestämning på lufttorkade prov, vilket även låter sig göra (jfr även Atterberg 1912 c).

Mycket styv lera ger en grund och glänsande fåra och intet eller mycket obetydligt med mjöl. Skärning med kniv ger ofta en glänsande snittyta. Jordarten mjölar sig ej vid strykning med fingret över lerans yta.

Styv lera ger även den en tämligen grund men ej så starkt glänsande fåra och tämligen obetydligt med mjöl. Den mjölar sig ej vid strykning med fingret.

Mellanleran ger en tämligen bred men ej särskilt djup fåra, som ej är glänsande utan matt. Ganska mycket mjöl erhålles, likaväl som leran något mjölar sig vid strykning med fingret.

Lättleran ger genast vid första strykningen med glasstaven en djup och matt fåra och rikligt med mjöl. Vid strykning med fingret mjölar sig lättleran tämligen starkt.

Mjälän, vilken i lufttorkat tillstånd alltid bildar sammanhängande klumpar eller kokor liksom lerorna, ger genast en djup och matt fåra samt mycket rikligt med mjöl. Den mjölar sig starkt vid strykning med fingret.

I *finmon*, vilken även ofta förekommer såsom klumpar, sjunker glasstaven genast så djupt att någon ordentlig fåra ej erhålles. Den mjölar mycket starkt och kan med stor lätthet söndertryckas till ett för känseln något strävt pulver.

Styveksprovet. Vid den agrogeologiska kartläggningen av Ultuna egendom använde Johansson (1916, sid. 31) en fältmetod, som lämpligen kan benämnas *styveksprovet*. Man gör härvid med blott och bart fingrarnas tillhjälp en uppskattning av jordartens hållfasthet vid krympningsgränsen (jfr styveksgradsmetoden). Med tillhjälp av något vatten knådas ett stycke av leran medelst en spatel i en porslinskål till dess en plastisk och homogen lerdeg erhållits. Lerdegen bearbetas därefter mellan fingrarna, varvid vatten så småningom bortgår och lerdegen får en allt fastare plastisk konsistens. Man fortsätter härmed till dess krympningsgränsen

uppnåtts eller då leran från att hava varit plastisk eller formbar börjar bli spröd och ej längre låter baka ihop sig samt dessutom ljusnar i färgen. Den större eller mindre kraft, som då erfordras för att sammantrycka lerklumpen mellan fingrarna ger ett uttryck för jordens styvlek och blir alltså även ett ungefärligt mått på lerhalten. De mycket styva lerorna visa sig härvid nästan stenhårda, under det att lättlerorna äro lätta att trycka samman etc.

Förklaring till analystabellerna.

I analystabellerna hava medtagits hygroskopicitet (W_h), glödningsförlust (Gl), humushalt (H), beräknad hygroskopicitet för mineralsubstansen i en humusförande mineraljord ($W_{h \text{ min.}}$), vattenhalten vid hållfastheten 10 (V_{10}) och 100 (V_{100}), vattenhaltsdifferensen ($V_{10} - V_{100}$), kalkhalt samt mekanisk jordanalys.

Humusbestämningarna för matjordarna hava utförts enligt Dennstedts metod samt för alvjordarna enligt min modifikation av Knops metod. I dessa fall anges humushalten med en decimal. Humussiffror utan decimal hava beräknats ur glödningsförlusten.

V_{10} , V_{100} och V_{10-100} hava medtagits endast för jämförelse med de värden, som erhållas med hygroskopicitetsmetoden. Bestämningar av V_{10} och V_{100} hava utförts för flertalet jordarter, på vilka dylika bestämningar med någorlunda tillförlitlighet kunna utföras.

Klassifikationen har skett dels efter humushalt samt dels efter hygroskopicitet eller beräknad hygroskopicitet, resultaten från mekanisk jordanalys samt kalkhalt. I de fall, då $W_{h \text{ min.}}$ lämnat mer eller mindre missvisande värden på mineralsubstansens sammansättning, ha siffrorna anförts inom parentes.

I tabell 2 har lämnats uppgift om den omedelbart under matjorden liggande alvens beskaffenhet (mekanisk sammansättning, uppkomstätt etc.).

Några av de här anförda jordartsanalyserna ha förut delvis publicerats i tidigare arbeten (Ekström 1924, 1926 samt Ekström och Flodkvist 1926.)

Beteckningen i första kolumnen anger provens i fält åsatta nummer.

Med benämningarna postglacial avlagring eller postglacial lera åsyftas i tabellerna postglaciala sjöavlagringar.

Tabell 1. Analystabell

| N:r | Jordart | Geologisk benämning | L o k a l | Djup under markytan i m | W _h | Gl | H | W _h min |
|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|----------------|-----|---|--------------------|
| <i>Grusjordar.</i> | | | | | | | | |
| Gu 97 | Grus | Isälvsgrus | Fyrby, Ö. Ryd, Ög. | 1.0 | 0.6 | 1.0 | — | |
| Äl 22 | Sandigt grus | Bäckgrus | Bolhyttan, Fernebo, Värml. | 0.2 | 0.3 | 0.6 | — | |
| H 21 | » » | Isälvsgrus | Annelund, Solna, Stockholm | 1.0 | 0.6 | 1.1 | — | |
| <i>Sandjordar.</i> | | | | | | | | |
| Äl 10 | Grusig sand | Strandsand | Stenåsen, Brattfors, Värml. | 0.6 | 0.8 | 0.8 | — | |
| Äl 95 | Sand (grovsand) . . | Isälvs sand | Brattfors, Värml. | 1.5 | 0.3 | 0.4 | — | |
| Äl 73 | » | » | Fors, Brattfors, Värml. | 1.0 | 0.3 | 0.4 | — | |
| H 22 | » | » | Annelund, Stockholm | 1.0 | 0.5 | 0.5 | — | |
| St 11 | » | Strandsand | Gransjön, Malexander, Ög. | 2.2 | 0.9 | 1.6 | 1 | |
| <i>Mojordar.</i> | | | | | | | | |
| H 218 | Sandig grovmo . . . | Postgl. avlagr. | Skyllberg, Lerbäck, Närke | 1.1 | 0.6 | 0.6 | — | |
| H 217 | » » , rostig | » » | » » » | 0.5 | 2.0 | 2.6 | 1 | |
| St 13 | Sandig grovmo . . . | Isälvsavlagr. | Gökshult, Malexander, Ög. | 2.0 | 0.5 | 0.6 | — | |
| St 12 | Grovmo | » | » » » | | 0.8 | 0.7 | — | |
| V 1022 | » | Postgl. avlagr. | Valinge, Stigtomta, Söderm. | 0.6 | 0.4 | 0.6 | — | |
| Äl 120 | Mo | » » | Brattfors, Värml. | 0.8 | 1.1 | 1.0 | — | |
| H 213 | Rostig mo | » » | Åh, Lerbäck, Närke | 0.9 | 2.6 | 1.1 | — | |
| Ö 40 b | Mo (mjällig mo) . . | » » | Aspa bruk, Hammar, Närke | 0.3 | 1.9 | 2.1 | 1 | |
| H 220 | Finmo | » » | Skyllberg, Lerbäck, Närke | 1.6 | 1.0 | 0.7 | — | |
| Äl 122 | Mjällig finmo . . . | » » | Brattfors, Värml. | 1.1 | 1.5 | 1.2 | — | |
| Äl 131 | » » | » » | Stenåsen, Brattfors, Värml. | 0.7 | 1.1 | 0.9 | — | |
| <i>Mjälajordar.</i> | | | | | | | | |
| Äl 204 | Mjåla (moig) | Glacial avlagr. | Backarne, Brattfors, Värml. | 0.4 | 1.9 | 1.3 | — | |
| <i>Lättleror.</i> | | | | | | | | |
| E 262 | Sandlätta | Postgl. avlagr. | Experimentalältet, Stockholm | 0.5 | 3.5 | 1.8 | — | |
| E 332 | Grovmolätta | » » | » » » | 0.6 | 3.6 | 1.5 | — | |
| V 1017 | Molätta | » » | Valinge, Söderm. | 0.4 | 3.0 | 1.9 | — | |
| V 444 | » | » » | » » | 0.4 | 2.8 | 2.3 | 1 | |
| V 949 | » | » » | » » | 0.4 | 1.9 | 1.7 | — | |
| V 1009 | Finmolätta | » » | » » | 0.3 | 3.5 | 2.5 | 1 | |
| V 889 | » | Glacial avlagr. | » » | 0.4 | 2.3 | 1.5 | — | |
| H 28 | Mo-mjällätta | » » | Högom, Skön, Medelpad | 0.4 | 3.5 | 2.4 | 1 | |
| St 45 | » | Postgl. avlagr. | Grönlund, Åsbo, Ög. | 0.4 | 4.1 | 3.0 | 1 | |
| St 62 | Mjällätta | » » | Kävarp, Ulrika, Ög. | 0.6 | 3.2 | 1.9 | — | |
| St 78 | Kalkh. mjällätta | » » | Kottebo, Ulrika, Ög. | 0.4 | 4.2 | 3.4 | 1 | |

över alvjordar.

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀₋₁₀₀ | Kalkhalt | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------|----------|---------------------|------------|-----------|---------|----------|------------|--------|-----------|-----------|----------|------|--|--|
| | | | | | | | | | | | Finjorden | | | | | |
| | | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Finjord | Grovsand | Mellansand | Grovmo | Finmo | Grovmjåla | Finmjåla | Ler | | |
| | | | — | — | 62.9 | 31.7 | 5.4 | 82.2 | 7.8 | 4.2 | 1.5 | 0.6 | 0.2 | 3.5 | | |
| | | | — | 5.8 | 50.0 | 17.6 | 26.6 | 60.1 | 34.1 | 4.2 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | | |
| | | | — | 12.2 | 25.5 | 31.5 | 30.8 | 94.8 | 3.9 | 0.1 | 0.3 | 0.6 | — | 0.3 | | |
| | | | — | 6.9 | 5.8 | 14.0 | 73.3 | 35.0 | 56.0 | 6.0 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | | |
| | | | — | — | — | 3.6 | 96.4 | 75.3 | 21.5 | 2.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | — | | |
| | | | — | — | — | 0.5 | 99.5 | 55.2 | 40.7 | 3.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | — | | |
| | | | — | — | — | 0.7 | 99.3 | 33.5 | 61.8 | 4.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | — | | |
| | | | — | — | — | 2.7 | 97.3 | 31.9 | 63.4 | 2.8 | 0.4 | 1.1 | 0.4 | — | | |
| | | | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 41.7 | 54.1 | 1.8 | 1.0 | 1.0 | 0.3 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.1 | 30.4 | 56.5 | 6.0 | 1.1 | 1.1 | 4.8 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.1 | 28.0 | 62.1 | 6.2 | 1.4 | 0.7 | 1.5 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.3 | 10.7 | 69.0 | 14.5 | 2.1 | 1.0 | 2.4 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.2 | 0.9 | 84.5 | 11.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | | |
| | | | — | — | — | — | » | — | 1.4 | 42.7 | 35.1 | 12.1 | 1.8 | 6.9 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.3 | 9.5 | 36.4 | 30.7 | 13.3 | 5.0 | 4.8 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.2 | 1.0 | 30.1 | 39.9 | 15.8 | 4.6 | 8.4 | | |
| | | | — | — | — | — | » | — | 0.1 | 20.1 | 58.4 | 16.5 | 1.5 | 3.4 | | |
| | | | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.1 | 11.0 | 54.1 | 23.4 | 3.3 | 8.0 | | |
| | | | — | — | — | — | » | — | 0.1 | 1.2 | 61.2 | 28.5 | 2.2 | 6.8 | | |
| | | | — | — | — | — | 100.0 | — | 0.1 | 0.9 | 35.8 | 46.1 | 9.7 | 7.4 | | |
| 21 | 15 | 6 | — | — | — | 6.9 | 93.1 | 32.3 | 23.7 | 17.9 | 3.4 | 2.8 | 3.1 | 16.8 | | |
| 30 | 21 | 9 | — | — | — | — | 100.0 | 1.9 | 6.5 | 58.7 | 7.7 | 3.1 | 4.0 | 18.1 | | |
| 24 | 18 | 6 | — | — | — | — | » | — | 0.1 | 32.6 | 25.5 | 14.3 | 8.8 | 18.7 | | |
| 24 | 19 | 5 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.6 | 25.6 | 24.4 | 16.6 | 10.3 | 22.4 | | |
| 22 | 19 | 3 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.2 | 23.7 | 32.6 | 15.7 | 9.1 | 18.6 | | |
| 26 | 20 | 6 | — | — | — | — | » | 2.6 | 1.9 | 21.4 | 25.6 | 15.3 | 9.7 | 23.5 | | |
| 25 | 20 | 5 | — | — | — | — | » | 0.4 | 0.5 | 19.6 | 40.3 | 18.6 | 6.2 | 14.4 | | |
| 29 | 23 | 6 | — | — | — | — | » | 1.1 | 1.7 | 19.5 | 19.0 | 14.8 | 15.1 | 28.8 | | |
| 31 | 22 | 9 | — | — | — | — | » | 3.6 | 2.6 | 13.7 | 24.2 | 28.2 | 13.7 | 14.0 | | |
| 29 | 22 | 7 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.3 | 10.1 | 26.1 | 35.9 | 14.1 | 13.4 | | |
| 28 | 21 | 7 | 7.0 | — | — | — | » | 1.0 | 1.4 | 8.8 | 26.7 | 32.1 | 14.1 | 15.9 | | |

| N:r | Jordart | Geologisk benämning | L o k a l | Djup under markytan i m | W _h | Gl | H | W _{h min} |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|-----|------|--------------------|
| <i>Mellanleror.</i> | | | | | | | | |
| St 35 | Lättare mellanlera . | Glacial lera | Kvarnkulla, Åsbo, Ög. | 0.4 | 5.4 | 3.7 | I | |
| H 18 | » » . | | Vargön, V. Tunhem, Vg. | | 5.0 | 1.7 | — | |
| E 266 | » » . | Postgl. lera | Experimentalfältet | 0.8 | 5.1 | 2.4 | — | |
| H 103 | Styvare mellanlera . | Glacial lera | Älgskogen, Långbro, Närke | 0.8 | 6.3 | 2.3 | — | |
| <i>Styva leror.</i> | | | | | | | | |
| H 133 | Styv lera | Glacial lera | Mosjö, Närke | 1.1 | 7.6 | 2.6 | — | |
| E 263 | » » | » » | Experimentalfältet | 0.5 | 8.3 | 3.4 | — | |
| E 260 | Kalkh. styv lera . | » » | » | 0.8 | 9.1 | 6.1 | I | |
| H 14 | » » » . | » » | Frescati, Stockholm | 0.4 | 9.4 | 6.4 | I | |
| V 1016 | Styv lera | » » | Valinge, Söderm. | 1.8 | 9.9 | 2.5 | — | |
| <i>Mycket styva leror.</i> | | | | | | | | |
| E 269 | Kalkh. mycket styv lera | Glacial lera | Experimentalfältet | 0.6 | 11.4 | 3.9 | — | |
| St 3 | Mycket styv lera . | » » | Sjöbo, Malexander, Ög. | 0.7 | 12.5 | 4.9 | — | |
| H 131 | » » » . | » » | Mosjö, Närke | 0.5 | 13.0 | 5.0 | — | |
| Gä 85 | » » » . | Postgl. lera | Ingebäck, Säve, Bohusl. | 0.6 | 13.4 | 5.1 | I. I | |
| E 267 | » » » . | Glacial lera | Experimentalfältet | 0.4 | 13.5 | 6.0 | — | |
| V 909 | » » » . | » » | Valinge, Söderm. | 0.4 | 14.9 | 5.9 | — | |
| Gu 165 | » » » . | » » | Hällerstad, Ö. Ryd, Ög. | 0.3 | 16.2 | 5.9 | — | |
| E 268 | » » » . | » » | Experimentalfältet | 0.5 | 16.1 | 5.9 | — | |
| H 17 | » » » . | » » | Hagestad, Våring, Vg. | 0.4 | 16.1 | 5.7 | — | |
| H 549 | » » » . | » » | Kneippbaden, Ög. | | 16.5 | 5.2 | — | |
| <i>Lerfria moränjordar.</i> | | | | | | | | |
| Äl 18 | Morängrus | Morängrus | Ängen, Brattfors, Värml. | 1.5 | 0.3 | 0.4 | — | |
| Ve 61 | Moränsand | » | Norje, Ysane, Blek. | 2.0 | 0.3 | 0.4 | — | |
| H 501 | Moränmo | » | Götarsvik, Lillkyrka, Närke | 1.1 | 0.4 | 0.4 | — | |
| Äl 116 | » | » | Kalhyttefallet, Fernebo, Värml. | 0.7 | 1.4 | 1.5 | I | |
| Hi 24 | » | » | V. Svartnäs, Svärdsjö, Dalarna | 1.0 | 1.8 | 1.3 | — | |
| E 264 | » | » | Experimentalfältet | 0.4 | 1.3 | 1.8 | I | |
| Ve 62 | Moränmo | » | Norje, Ysane, Blek. | 5.0 | 0.8 | 0.4 | — | |
| Äl 114 | Moränmo (blekjord) | » | Kalhyttefallet, Fernebo, Värml. | 0.2 | 0.3 | 0.7 | — | |
| H 582 | Moränmjåla . . . | » | N. Sunneränga, Bredestad, Smål. | 0.6 | 1.7 | 1.6 | I | |
| <i>Moränlättileror.</i> | | | | | | | | |
| St 66 | Kalkh. morän-gruslättilera | Moränlera | Pikedal, Ulrika, Ög. | 1.8 | 2.0 | 2.5 | — | |
| H 255 | Morän-sandlättilera . | » | Gippersta, Hackva, Närke | 0.8 | 3.5 | 3.3 | I | |

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀ - V ₁₀₀ | Kalk- halt | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | | | Finjorden | | | | | | |
| | | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Fin- jord | Grov- sand | Mellan- sand | Grov- mo | Finmo | Grov- mjäla | Fin- mjäla | Ler |
| 30 | 23 | 7 | — | — | — | — | 100.0 | 0.7 | 3.2 | 10.6 | 13.4 | 24.1 | 18.5 | 29.5 |
| 33 | 24 | 9 | — | — | — | — | » | — | 0.3 | 12.3 | 28.1 | 20.1 | 8.1 | 31.1 |
| 30 | 22 | 8 | — | — | — | — | » | 0.6 | 6.1 | 38.0 | 12.1 | 6.6 | 7.2 | 29.4 |
| 39 | 27 | 12 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.4 | 5.2 | 25.5 | 21.4 | 9.7 | 37.7 |
| 48 | 30 | 18 | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 0.3 | 5.4 | 19.8 | 18.9 | 10.1 | 45.4 |
| 47 | 31 | 16 | — | — | — | — | » | 0.9 | 1.6 | 24.8 | 11.0 | 6.7 | 7.6 | 47.4 |
| 51 | 34 | 17 | 10.8 | — | — | — | » | 0.6 | 1.0 | 4.7 | 10.0 | 11.7 | 12.2 | 59.8 |
| 51 | 33 | 18 | 12.4 | — | — | — | » | 0.4 | 0.7 | 8.7 | 10.9 | 9.2 | 12.9 | 57.2 |
| 50 | 35 | 15 | — | — | — | — | » | — | 0.3 | 2.4 | 4.5 | 9.2 | 17.2 | 66.4 |
| 60 | 38 | 22 | 1.6 | — | — | — | 100.0 | 0.4 | 0.7 | 2.1 | 10.2 | 11.3 | 14.2 | 61.1 |
| 61 | 39 | 22 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.9 | 9.4 | 5.5 | 10.3 | 16.6 | 57.2 |
| 71 | 44 | 27 | — | — | — | — | » | 0.5 | 1.2 | 4.1 | 9.8 | 16.4 | 9.0 | 59.0 |
| 72 | 47 | 25 | — | — | — | — | » | — | 0.2 | 0.8 | 5.8 | 18.0 | 7.8 | 67.4 |
| 69 | 45 | 24 | — | — | — | — | » | 0.4 | 2.2 | 7.0 | 4.1 | 3.5 | 6.9 | 75.9 |
| 81 | | | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.4 | 2.0 | 2.0 | 5.0 | 10.1 | 80.4 |
| 84 | 49 | 35 | — | — | — | — | » | 0.2 | 0.3 | 3.8 | 6.0 | 6.2 | 4.0 | 79.5 |
| 76 | 46 | 30 | — | — | — | — | » | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 1.7 | 3.0 | 5.7 | 87.9 |
| 84 | 46 | 38 | — | — | — | — | » | 0.7 | 1.5 | 2.8 | 2.1 | 5.1 | 6.3 | 81.5 |
| | | | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.2 | 1.5 | 3.4 | 3.9 | 4.5 | 86.4 |
| | | | — | + | 19.0 | 24.7 | 56.3 | 25.3 | 26.2 | 29.2 | 13.4 | 4.7 | 0.8 | 0.4 |
| | | | — | + | 10.5 | 17.0 | 72.5 | 29.6 | 33.5 | 27.1 | 4.9 | 1.9 | 0.4 | 2.6 |
| | | | — | + | 14.6 | 15.0 | 70.4 | 17.7 | 14.6 | 31.0 | 24.6 | 6.8 | 2.2 | 3.1 |
| | | | — | + | 8.0 | 12.0 | 80.0 | 11.6 | 18.9 | 22.8 | 21.4 | 16.4 | 3.1 | 5.8 |
| | | | — | + | 8.3 | 9.3 | 82.4 | 13.4 | 22.1 | 18.4 | 18.0 | 10.6 | 6.6 | 10.9 |
| | | | — | + | 6.7 | 8.5 | 84.8 | 10.9 | 23.1 | 30.8 | 18.4 | 9.4 | 3.6 | 3.8 |
| | | | 0.4 | + | 7.3 | 13.4 | 79.3 | 10.4 | 28.1 | 25.1 | 15.3 | 8.7 | 2.8 | 9.6 |
| | | | — | + | 2.1 | 6.1 | 91.8 | 9.6 | 24.0 | 26.9 | 24.1 | 10.5 | 2.5 | 2.4 |
| | | | — | + | 4.9 | 4.4 | 90.7 | 6.1 | 26.7 | 14.3 | 9.4 | 26.5 | 10.0 | 7.0 |
| 18 | 13 | 5 | 6.2 | + | 15.1 | 17.9 | 67.0 | 15.9 | 19.0 | 21.4 | 13.0 | 13.5 | 7.8 | 9.4 |
| | | | — | + | 11.1 | 15.4 | 73.5 | 14.9 | 23.0 | 21.2 | 13.6 | 8.8 | 5.3 | 13.2 |

| N:r | Jordart | Geologisk benämning | L o k a l | Djup under markytan i m | W _h | Gl | H | W _{h min} |
|-------------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|------|-----|--------------------|
| | | | | | | | | |
| St 58 | Kalkh. morän-molättlera | Moränlera | Kottebo, Ulrika, Ög. | 1.7 | 2.2 | 2.1 | — | |
| St 41 | Morän-molättlera | » | Tuddebo, Åsbo, Ög. | 0.5 | 3.1 | 1.7 | — | |
| St 77 | Kalkh. morän-mjällättlera | » | Kottebo, Ulrika, Ög. | 0.3 | 4.0 | 2.4 | — | |
| <i>Moränmellanleror.</i> | | | | | | | | |
| H 424 | Kalkh. lättare moränmellanlera | Moränlera | Segerstad, Öland | 0.9 | 4.4 | 6.0 | — | |
| H 20 | Kalkh. styvare moränmellanlera | » | Lund | 3.0 | 6.3 | 6.0 | — | |
| <i>Humusanrikade mineraljordar.</i> | | | | | | | | |
| V 1033 | Humusanrikat och rostigt, stenigt grus | Strandgrus | Valinge, Söderm. | 0.3 | 5.7 | 7.7 | 6 | 2.9 |
| V 947 | Mullanrikad molättlera | Postgl. lera | » » | 0.3 | 3.6 | 5.1 | 3 | 2.2 |
| Gu 156 | Dyanrikad, mycket styv lera | » » | Olerum, Ö. Ryd, Ög. | 0.3 | 18.9 | 13.9 | 9 | 15.8 |
| H 553 | Mullanrikad moränmo | Morängrus | Albohult, Svennarum, Smål. | 0.4 | 2.9 | 4.0 | 3 | 1.4 |
| Äl 115 | Humusanrikad och rostigt moränmo | Morängrus | Kalhyttefallet, Fernebo, Värml. | 0.4 | 5.4 | 7.8 | 6 | 2.6 |
| <i>Gyttjiga mineraljordar.</i> | | | | | | | | |
| H 222 | Gyttjig mjällättlera | Fluvial lera | Lind, Askersund | 0.6 | 4.3 | 4.3 | 2 | 3.3 |
| Gä 48 | Gyttjig mellanlera | » | Övre Bäck, Västerlanda, Bohusl. | 0.6 | 5.2 | 2.5 | 1 | 4.7 |
| H 144 | Gyttjig styv lera | Sjöavlagr. | Mosjöbotten, Mosjö, Närke | 0.4 | 9.7 | 7.0 | 3.9 | 8.0 |
| H 166 | » » » | » | Seltorp, Axberg, Närke | 0.5 | 10.4 | 7.2 | 4.2 | 8.8 |
| H 184 | » » » | » | Kolja, Ringkarleby, Närke | 0.4 | 9.6 | 4.7 | 1.7 | 8.8 |
| H 185 | » » » | » | » » » | 0.9 | 9.5 | 4.6 | 1.6 | 8.8 |
| <i>Dyiga mineraljordar.</i> | | | | | | | | |
| Äl 41 | Dyig mo | Fluvial mo | Brattfors, Värml. | 0.6 | | 6.1 | | |
| <i>Torvblandade mineraljordar.</i> | | | | | | | | |
| Gu 34 | Torvblandad, sandig mo | Fluvial mo | Häggebo, Ringarum, Ög. | 0.9 | 3.0 | 5.4 | 4 | 1.1 |
| <i>Mineralblandade gyttjor.</i> | | | | | | | | |
| H 484 | Lergyttja | Litorinaavlagr. | Sickelsjö, Götlunda, Västmanl. | 0.5 | 11.1 | 10.0 | 6.4 | |
| H 49 | » | Fluvial avlagr. | Ervalla, Västmanl. | 0.3 | 13.1 | 25.9 | 23 | |
| E 259 | » | Sjöavlagr. | Experimentalfältet | 1.2 | 14.0 | 14.6 | | |

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀ — V ₁₀₀ | Kalk- halt | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|------|
| | | | | | | | | Finjorden | | | | | | | |
| | | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Fin- jord | Grov- sand | Mellan- sand | Grov- mo | Finmo | Grov- mjäla | Fin- mjäla | Ler | |
| 23 | 17 | 6 | 7.9 — | + + | 8.0 2.7 | 11.7 3.0 | 80.3 94.3 | 12.1 5.5 | 16.8 9.0 | 23.5 20.4 | 12.3 18.6 | 13.3 21.1 | 8.3 11.2 | 13.7 14.2 | |
| 26 | 17 | 9 | 1.4 | | | | | 9.2 | 14.6 | 14.6 | 16.9 | 20.0 | 11.5 | 13.2 | |
| 37 | 24 | 13 | 57.6 20.0 | + + | 12.2 1.2 | 12.1 1.4 | 75.7 97.4 | 11.2 4.2 | 11.2 7.3 | 13.3 13.7 | 22.1 10.5 | 16.5 14.1 | 8.8 13.3 | 16.9 36.9 | |
| 35 | | | — | — | 24.4 | 40.3 | 16.6 | 18.7 | 33.2 | 32.6 | 10.7 | 5.9 | 2.1 | 1.6 | 13.9 |
| 82 | 57 | 25 | — | — | — | — | 100.0 | 0.6 | 2.2 | 29.9 | 29.0 | 15.4 | 6.5 | 16.4 | |
| | | | — | + | 8.4 | 13.5 | 78.1 | 20.4 | 15.7 | 22.4 | 27.6 | 10.0 | 3.0 | 0.9 | |
| | | | — | + | 6.0 | 5.7 | 88.3 | 8.0 | 15.6 | 27.5 | 24.0 | 12.8 | 3.2 | 8.9 | |
| 37 | 28 | 9 | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 0.2 | 2.9 | 29.3 | 31.8 | 9.2 | 26.5 | |
| 34 | 26 | 8 | — | — | — | — | » | 0.9 | 1.3 | 12.3 | 31.0 | 18.5 | 4.6 | 31.4 | |
| 63 | 50 | 13 | — | — | — | — | » | 0.2 | 0.6 | 2.3 | 11.4 | 15.9 | 11.1 | 58.5 | |
| 65 | 54 | 11 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.2 | 1.6 | 18.0 | 18.7 | 10.2 | 51.2 | |
| 52 | 38 | 14 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.2 | 3.3 | 16.2 | 18.8 | 11.8 | 49.6 | |
| 60 | 42 | 18 | — | — | — | — | » | 0.1 | 0.4 | 4.1 | 15.0 | 16.8 | 9.8 | 53.8 | |
| | | | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 3.0 | 56.2 | 29.1 | 6.5 | 2.1 | 3.0 | |
| | | | — | — | — | — | 100.0 | 0.3 | 25.3 | 46.9 | 11.8 | 3.3 | 0.9 | 11.5 | |
| 73 | | | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 0.1 | 6.1 | 19.9 | 8.1 | 4.4 | 61.3 | |
| 92 | | | — | — | — | — | » | — | 0.1 | 0.1 | 1.6 | 13.3 | 16.6 | 68.3 | |
| 87 | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

| N:r | Jordart | Geologisk benämning | L o k a l | Djup under mark- ytan i m | W _h | Gl | H | W _{h min} |
|--------------------|---|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------|------|----|--------------------|
| <i>Gyttjor.</i> | | | | | | | | |
| E 258 | Findetritusgyttja . | | Experimentalfältet | 1.0 | 32.6 | 50.3 | 49 | |
| E 257 | Algyttja | | » | 0.7 | 45.5 | 81.8 | | |
| E 265 | Kalkgyttja | | » | 0.7 | 20.3 | 27.6 | | |
| A 17 | Kiseljord | | Hasslaröd, Osby, Skåne | | 10.5 | 12.6 | 11 | |
| <i>Torvjordar.</i> | | | | | | | | |
| H 29 | Lågförmultnad hög- starrtorv | | Flahult, Barnarp, Smål. | | 32.2 | 94.6 | | |
| V 1026 | Högförmultnad löv- kärrtorv | | Valinge, Söderm. | | 29.5 | 89.5 | | |
| H 30 | Lågförmultnad vit- mosstorv | | Flahult, Barnarp, Smål. | | 43.1 | 93.3 | | |
| H 31 | Högförmultnad björkmosstorv | | » » | | 29.2 | 95.4 | | |

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀ — V ₁₀₀ | Kalk- halt | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | | | Finjorden | | | | | | |
| | | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Fin- jord | Grov- sand | Mellan- sand | Grov- mo | Finmo | Grov- mjäla | Fin- mjäla | Ler |
| 237 | 155 | 82 | — | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 1.8 | 5.8 | 4.4 | 86.5 |
| 401 | 233 | 168 | — | | | | | | | | | | | |
| | | | 53.4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | — | — | — | 100.0 | 0.1 | 0.4 | 3.4 | 15.2 | 18.9 | 20.8 | 41.2 |

¹ Slammingsanalysen torde för kiseljorden vara mindre tillförlitlig, enär diatomacéskalen gå sönder vid borstningen.

Tabell 2. Analystabell

| N:r | Jordart | Alv | Lokal | W _h | Gl | H | W _{hmin} |
|--------|---|---------------------------------------|---------------------------------|----------------|------|-----|-------------------|
| | <i>Mullblandade stenjordar.</i> | | | | | | |
| H 570 | Mullhaltig, osorterad stenjord | Strandavlagr. | Romelsjö, Öggestorp, Smål. | 4.2 | 7.0 | 6 | 1.3 |
| H 587 | Mullrik, osorterad stenjord | Isälvsavlagr. | N. Sunnerånga, Bredestad, Smål. | 5.1 | 8.0 | 7 | 1.8 |
| | <i>Mullblandade grusjordar.</i> | | | | | | |
| Gä 25 | Mullrikt, sandigt grus | Bäckgrus | Häljeröd, Romelanda, Bohusl. | 4.4 | 8.3 | 7 | 1.0 |
| | <i>Mullblandade sandjordar.</i> | | | | | | |
| H 604 | Mullhaltig, osorterad sand | Sandigt grus, strandavlagr. | Skepparslöv, Skåne | 3.4 | 5.2 | 4 | 1.5 |
| H 45 | Mullh. och kalkh., osorterad sand | Grusig sand, strandavlagr. | Segetad, Öl. | 5.8 | 8.2 | 5 | (3.5) |
| Ö 44 a | Mullhaltig sand | Sand | St. Linnäs, Arboga | 3.1 | 5.1 | 3.9 | 1.2 |
| Ö 8 a | Mullfattig, moig sand | Moig sand | Hästnäs, Arboga | 2.7 | 3.2 | 2.4 | 1.5 |
| Ö 52 a | Mullhaltig, moig sand | » | Skruke, Sköllersta, Närke | 3.8 | 6.3 | 5 | 1.4 |
| H 376 | Mullhaltig, moig mellansand | Moigmellansand | Trolle-Ljungby, Skåne | 2.2 | 6.2 | 5 | (-0.3) |
| | <i>Mullblandade mojordar.</i> | | | | | | |
| Ö 21 a | Mullrik grovmo | Grovmo | Laxå, Boderna, Närke | 5.0 | 11.6 | 10 | (0) |
| Ö 51 a | » » | » | » | 5.6 | 10.6 | 9.8 | 0.8 |
| H 544 | Mullhaltig, mjällig mo | » | Klagstorp, Hagelberg, Vg. | 3.4 | 5.9 | 5 | 1.0 |
| Äl 90 | Mullhaltig, mjällig finmo | Finmo | Norsbäcken, Brattfors, Värml. | 3.1 | 6.0 | 5.6 | 0.3 |
| Äl 133 | Mullrik, mjällig finmo | » | Stenåsen, Brattfors, Värml. | 4.6 | 7.3 | 6.2 | 1.7 |
| | <i>Mullblandade mjäljordar.</i> | | | | | | |
| Ö 40 a | Mullhaltig (moig) mjäla | Mjällig mo Ö 40 b | Aspa bruk, Hammar, Närke | 4.4 | 7.1 | 6 | 1.5 |
| | <i>Mullblandade lättleror.</i> | | | | | | |
| H 539 | Mullrik osorterad sandlättilera | Isälvsavl. (starkt alunskifferhaltig) | Höjentorp, Eggby, Vg. | 7.9 | 13.0 | 11 | 2.7 |
| Äl 135 | Mullhaltig lättlera | Glacial lättlera | Franstorp, Brattfors, Värml. | 4.1 | 5.1 | 3.7 | 2.3 |
| Gu 15 | » » | » | Grim Sund, Ringarum, Ög. | 5.1 | 6.2 | 5 | 2.7 |

* Kalkhalt = 22.0 %.

över matjordar.

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀ [—] V ₁₀₀ | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|--|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|------------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | | Finjorden | | | | | | |
| | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Fin- jord | Grov- sand | Mellan- sand | Grov- mo | Fin- mo | Grov- mjåla | Fin- mjåla | Ler |
| | | | 55.8 | 5.7 | 4.1 | 34.4 | 22.1 | 27.4 | 22.0 | 13.0 | 6.3 | 2.8 | 6.4 |
| | | | 35.9 | 9.6 | 8.4 | 46.1 | 18.0 | 17.9 | 23.4 | 14.8 | 10.2 | 3.3 | 12.4 |
| | | | 11.3 | 23.7 | 17.2 | 47.8 | 50.6 | 27.4 | 9.0 | 4.3 | 2.6 | 3.4 | 2.7 |
| | | | + | 9.0 | 11.3 | 79.7 | 33.1 | 24.1 | 22.1 | 7.8 | 3.5 | 1.0 | 8.4 |
| | | | — | 1.9 | 11.3 | 86.8 | 33.4 | 35.7 | 8.0 | 5.9 | 4.3 | 2.5 | 10.2 |
| | | | — | — | + | | 28.9 | 43.2 | 11.5 | 4.9 | 3.1 | 1.2 | 7.2 |
| | | | — | — | + | | 21.1 | 37.1 | 24.3 | 8.5 | 3.2 | 2.4 | 3.4 |
| | | | — | — | + | | 15.6 | 35.2 | 28.7 | 4.0 | 4.1 | 2.4 | 10.0 |
| | | | — | — | — | 100.0 | 6.2 | 43.7 | 40.6 | 2.8 | 2.5 | 1.9 | 2.3 |
| | | | — | — | — | 100.0 | 3.4 | 19.9 | 63.0 | 6.8 | 3.0 | 1.1 | 2.8 |
| | | | — | — | — | » | 1.1 | 4.9 | 71.3 | 9.8 | 5.7 | 2.6 | 4.6 |
| | | | — | — | — | » | 2.8 | 12.5 | 28.3 | 20.6 | 14.1 | 7.2 | 14.5 |
| | | | — | — | — | » | 0.4 | 1.2 | 10.7 | 52.2 | 28.8 | 3.2 | 3.5 |
| | | | — | — | — | » | 1.9 | 1.5 | 6.6 | 48.0 | 28.3 | 5.8 | 7.9 |
| | | | — | — | — | 100.0 | 0.7 | 3.5 | 5.6 | 29.0 | 19.2 | 7.8 | 34.2 |
| | | | 8.0 | 5.9 | 19.4 | 66.7 | 24.4 | 13.6 | 9.6 | 4.3 | 16.2 | 12.7 | 19.2 |
| | | | — | — | — | 100.0 | 2.6 | 4.1 | 14.9 | 15.4 | 21.0 | 8.6 | 33.4 |
| | | | — | — | — | » | 1.7 | 2.1 | 9.5 | 22.0 | 26.1 | 12.4 | 26.2 |

| N:r | Jordart | Alv | Lokal | W _h | Gl | H | W _{hmin} |
|--------|---|------------------------------|------------------------------------|----------------|------|-----|-------------------|
| Gä 63 | Mullrik lättlera . . . | Postgl. mellan- lera | Nygård, V. Tunhem, Vg. | 5.4 | 7.8 | 6.2 | 2.5 |
| H 394 | Mullfattig lättlera . . | Mycket styv, glacial lera | Stene, Kumla, Närke | 4.6 | 4.4 | 2.6 | 3.4 |
| H 402 | Mullhaltig lättlera . . | Styv, glacial lera | Nytorp, Ervalla, Västmanl. | 5.6 | 6.2 | 4.2 | 3.8 |
| V 1014 | » » . . | Postgl. mellan- lera | Valinge, Söderm. | 5.7 | 6.3 | 4.5 | 3.6 |
| V 1002 | » » . . | Mycket styv, glacial lera | » | 5.6 | 7.0 | 5.1 | 3.2 |
| E 253 | » » . . | Styv, postgl. lera | Experimentalfältet, Stockholm | 5.9 | 6.9 | 5.4 | 3.4 |
| V 1008 | Mullrik lättlera . . . | Postgl. mellan- lera | Valinge, Söderm. | 7.5 | 9.5 | 7.3 | 4.0 |
| | <i>Mullblandade mellan- leror.</i> | | | | | | |
| H 407 | Mullhaltig, lättare mel- lanlera | Mycket styv, glacial lera | Spånga, Fellingsbro, Västmanl. | 7.1 | 7.8 | 5.0 | 4.8 |
| E 254 | Mullhaltig, lättare mel- lanlera | » | Experimentalfältet | 7.9 | 8.1 | 5.8 | 5.3 |
| H 406 | Mullfattig, styvare mel- lanlera | » | Nytorp, Ervalla, Västmanl. | 6.7 | 4.9 | 2.6 | 5.6 |
| | <i>Mullblandade, styva leror.</i> | | | | | | |
| E 55 | Mullhaltig, styv lera . | Mycket styv, glacial lera | Experimentalfältet | 9.1 | 8.4 | 4.6 | 7.2 |
| Gu 161 | » » (»mycket styv dunglera») . . | » | Hållingsby, Ö. Ryd, Ög. | 10.4 | 7.6 | 4 | 8.8 |
| Gu 164 | Mullrik, styv lera (»dungjord») . . . | » | Hällerstad, Ö. Ryd, Ög. | 10.8 | 10.0 | 6 | 8.3 |
| | <i>Mullblandade, mycket styva leror.</i> | | | | | | |
| H 26 | Mullrik, mycket styv lera | Mycket styv, glacial lera | Hagestad, Väring, Vg. | 14.4 | 12.1 | 7.1 | 11.6 |
| Gu 153 | Mullrik, mycket styv lera (»dungjord») . | » | St. Norrby, Ringarum, Ög. | 14.4 | 14.8 | 9.5 | 10.7 |
| Gu 88 | Mullrik, mycket styv lera (»dungjord») . | » | Lyckebo, Ö. Ryd, Ög. | 14.5 | 14.7 | 10 | 10.6 |
| | <i>Mullblandade, lerfria moränjordar.</i> | | | | | | |
| H 606 | Mullhaltig moränsand | Lerfri morän | Uddarp, Skepparslöv, Skåne | 3.2 | 5.0 | 4 | 1.3 |
| H 581 | Mullrik moränsand . . | » (H 582) | N. Sunnerånga, Bredestad, Smäl. | 4.8 | 7.9 | 7 | 1.4 |

| V ₁₀ | V ₁₀₀ | V ₁₀ — V ₁₀₀ | Mekanisk jordanalys | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|------------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | | Finjorden | | | | | | |
| | | | Sten | Grovt grus | Fint grus | Fin- jord | Grov- sand | Mellan- sand | Grov- mo | Fin- mo | Grov- mjåla | Fin- mjåla | Ler |
| | | | — | — | — | 100.0 | 0.5 | 4.3 | 35.5 | 22.7 | 13.6 | 2.8 | 20.6 |
| 32 | 27 | 5 | — | — | — | > | 1.6 | 3.6 | 14.3 | 24.5 | 16.4 | 5.8 | 33.8 |
| 38 | 31 | 7 | — | — | — | > | 2.2 | 2.1 | 11.5 | 16.7 | 17.4 | 8.8 | 41.3 |
| 41 | 31 | 10 | — | — | — | > | 2.7 | 1.0 | 12.0 | 28.0 | 17.8 | 16.0 | 22.5 |
| | | | — | — | — | > | 0.8 | 2.0 | 18.8 | 17.5 | 15.6 | 21.1 | 24.2 |
| 37 | 29 | 8 | — | — | — | > | 2.9 | 5.7 | 35.0 | 9.4 | 7.4 | 11.3 | 28.3 |
| | | | — | — | — | > | 0.4 | 0.3 | 8.6 | 32.0 | 20.8 | 9.6 | 28.3 |
| 47 | 36 | 11 | — | — | — | 100.0 | 1.0 | 2.6 | 9.7 | 15.8 | 15.0 | 6.6 | 49.3 |
| 45 | 35 | 10 | — | — | — | > | 1.8 | 2.1 | 18.9 | 13.5 | 9.3 | 12.5 | 41.9 |
| 40 | 31 | 9 | — | — | — | > | 1.2 | 1.1 | 9.4 | 12.9 | 18.3 | 7.5 | 49.6 |
| 51 | 37 | 14 | — | — | — | 100.0 | 2.0 | 2.7 | 14.5 | 9.2 | 6.9 | 8.0 | 56.7 |
| 55 | 38 | 17 | — | — | — | > | 0.8 | 3.0 | 10.1 | 7.5 | 9.4 | 14.5 | 54.7 |
| 57 | 41 | 16 | — | — | — | > | 1.4 | 3.1 | 7.7 | 10.8 | 10.9 | 11.6 | 54.5 |
| 71 | 50 | 21 | — | — | — | 100.0 | 0.8 | 1.3 | 2.4 | 3.7 | 7.4 | 12.7 | 71.7 |
| 72 | 51 | 21 | — | — | — | > | 0.7 | 0.2 | 1.6 | 2.9 | 8.5 | 5.0 | 81.1 |
| 66 | 49 | 17 | — | — | — | > | 0.3 | 0.7 | 3.2 | 10.7 | 11.1 | 6.8 | 67.2 |
| | | | + | 3.0 | 6.9 | 90.1 | 17.1 | 28.1 | 27.1 | 10.7 | 6.2 | 1.8 | 9.0 |
| | | | + | 8.1 | 11.5 | 80.4 | 20.4 | 22.6 | 24.1 | 13.3 | 7.7 | 2.7 | 9.2 |

| N:r | Jordart | Alv | Lokal | W _h | Gl | H | W _{h min} |
|--------------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|----------------|------|------|--------------------|
| H 572 | Mullrik moränmo . . | Lerfri morän | Åby, Lekeryd, Smål. | 4.7 | 7.4 | 6 | 1.8 |
| H 583 | » » . . | » | N. Sunnerånga, Bredestad, Smål. | 4.4 | 7.5 | 6.5 | 1.2 |
| H 550 | » » . . | » | Kolja, Ringkarleby, Närke | 4.4 | 8.4 | 7 | 1.0 |
| Äl 80 | » » . . | » | Dressmossfallet, Fernebo, Värml. | 4.6 | 8.6 | 8 | 0.7 |
| H 552 | » » . . | » (H 553) | Albohult, Svennarum, Smål. | 5.7 | 8.9 | 8 | 1.9 |
| Äl 113 | » » . . | » (Äl 114—116) | Kalhyttefallet, Fernebo, Värml. | 6.5 | 13.9 | 13 | (0) |
| <i>Mullblandade moränleror.</i> | | | | | | | |
| H 341 | Mullfattig moränlättlera | Kalkh. moränmellanlera | L. Uppåkra, Uppåkra, Skåne | 3.6 | 3.7 | 2 | 2.6 |
| <i>Mullblandade, gyttjiga leror.</i> | | | | | | | |
| Gä 45 | Mullrik, gyttjig lättlera | Gyttjig mellanlera | Övre Bäck, Västerlanda, Bohusl. | 6.0 | 7.7 | 6.2 | 3.1 |
| H 193 | Mullhaltig, gyttjig mellanlera (»slamjord») | » | Mosjöbotten, Mosås, Närke | 6.7 | 5.7 | 3 | 5.4 |
| <i>Mineralblandade mulljordar.</i> | | | | | | | |
| Ö 43 a | Sandig kärrtorvmulljord | Sandig grovmo | Hästnäs, Arboga | 9.7 | 21.6 | 21 | (—0.8) |
| H 399 | Mjällig kärrtorvmulljord | Postgl. lättlera | Torpa, Ervalla, Västmanl. | 9.9 | 17.9 | 16.6 | 1.9 |
| Ö 7 a | Mjällig gyttjemulljord | Mjällig gyttja | Storrasta, Ervalla, Västmanl. | 10.7 | 18.7 | 17 | 2.7 |
| Gu 155 | Lerig kärrtorvmulljord | Mycket styv lera (Gu 156) | Olerum, Ö. Ryd, Ög. | 17.0 | 25.3 | 22 | 7.7 |
| Gu 160 | » » | Mycket styv lera | » | 20.2 | 36.1 | 34 | (5.0) |
| <i>Mulljordar.</i> | | | | | | | |
| H 168 | Kärrdymulljord . . . | Kärrdy | Ekeberg, Lillkyrka, Närke | 19.5 | 43.6 | 43 | |
| H 37 | Kärrtorvmulljord . . | Högförm. kärrtorv | Polackhemmet, Åsbo, Vg. | 32.6 | 86.4 | 86 | |
| V 1027 | » | Högförm. lövkärrtorv | Valinge, Söderm. | 35.2 | 85.5 | 86 | |
| Ö 30 a | » | » | Helgesta, Hackva, Närke | 39.1 | 82.9 | 83 | |

Tabell 3. Mekanisk jordanalys av viktigare, byggnadstekniskt användbara grus- och sandjordar.

Jordproven hava erhållits från en del av Stockholms murbruksfabriker, och jordarterna äro isälvsavlagringar från Stockholmstrakten.

| N:r | Jordart | Byggnadsteknisk term | Sten | Grus | Finjord | Större sten | Mindre sten | Grovt grus | Fint grus | Grovsand | Mellansand | Mo | Mjåla + ler |
|------|-----------------------|-------------------------|------|------|---------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|------------|------|-------------|
| A 14 | Sandigt, fint grus . | Grövre betonggrus | 1.1 | 50.7 | 48.2 | — | 1.1 | 6.1 | 44.6 | 29.3 | 11.8 | 6.6 | 0.5 |
| » 10 | » » » . | » » | — | 51.7 | 48.3 | — | — | 3.8 | 47.9 | 37.3 | 8.8 | 2.1 | 0.1 |
| » 9 | » » » . | » » | — | 50.6 | 49.4 | — | — | 9.5 | 41.1 | 38.7 | 7.9 | 2.5 | 0.3 |
| » 11 | Grusig grovsand . | Vanligt betonggrus | — | 40.0 | 60.0 | — | — | 1.6 | 38.4 | 52.8 | 5.6 | 1.3 | 0.3 |
| » 3 | » » » . | » » | — | 30.9 | 69.1 | — | — | 1.2 | 29.7 | 41.4 | 21.1 | 6.3 | 0.3 |
| » 12 | Något grusig grovsand | Mursand | — | 20.3 | 79.7 | — | — | — | 20.3 | 56.7 | 17.2 | 5.1 | 0.7 |
| » 4 | Sand (grovsand) . | Vanlig mursand | — | 7.6 | 92.4 | — | — | 0.1 | 7.5 | 59.7 | 28.1 | 4.5 | 0.1 |
| » 13 | Sand | Puttsand | — | 3.9 | 96.1 | — | — | 0.2 | 3.7 | 38.0 | 43.3 | 14.1 | 0.7 |
| » 5 | Sand (mellansand) | Vanlig puttsand | — | 0.4 | 99.6 | — | — | — | 0.4 | 33.9 | 51.4 | 13.6 | 0.7 |
| » 6 | » » | Puttsand (finaste slag) | — | — | 100.0 | — | — | — | — | 28.3 | 54.5 | 16.5 | 0.7 |

Litteraturförteckning.

Förkortningar.

- Bull. of the Geol. Inst. Upsala = Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Uppsala.
 G. F. F. = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Stockholm.
 Geol. komm. Finl. = Geologiska Kommissionen i Finland. Helsingfors.
 Int. Mitt. f. B. = Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. Berlin. Wien.
 K. L. Ak. H. o. T. = Kungl. Landbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift. Stockholm.
 Medd. fr. Centralanst. = Meddelanden från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Stockholm.
 Medd. fr. St. Skogsf. = Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt. Stockholm.
 N. J. F. = Nordisk Jordbrugsforskning. Köpenhamn.
 S. G. U. = Sveriges geologiska undersökning. Stockholm.
 Sv. Mossk. T. = Svenska Mosskulturföreningens tidskrift. Jönköping.

- Aarnio, B., 1921, Om alvtyper. Geol. komm. Finl. Geotekn. Medd. N:o 30.
 » » 1926, Om de finska jordarterna och särskilt deras bördighet. N. J. F. H. 4—7.
 Albert, R. und Bogs, O., 1914, Beitrag zur Methodik der Bodenuntersuchung. Int. Mitt. f. B. Bd 4. H. 2—3.
 Arrhenius, J., 1882, Jordbrukslärans hufvudgrunder (i J. Arrhenius och C. A. Lindqvist: Landbruks-praktika, första delen). Stockholm.
 Arrhenius, Olof, 1920, Öcologiske Studien in den Stockholmer Schären. Stockholm.
 » » 1926 a, Markreaktionsundersökningar och deras praktiska användning. Sveriges agronomförbund. Medd. N:r 3. Landbruksveckans Handlingar 1926. Stockholm.
 » » 1926 b, Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig.
 Arrhenius, Olof och Henning, Ernst, 1924, Den växthygieniska betydelsen av lerslagning eller sandkörning av uppodlade kärr- eller mossmarker. Medd. N:r 264 fr. Centralanst. K. L. Ak. H. o. T.
 Atterberg, Albert, 1887, Analyser af Mossjordarter och myllrika jordslag. Kalmar.
 » » 1903 a, Studier i jordanalysen N:r 1—6. K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1903 b, Sandslagets klassifikation och terminologi. G. F. F. Bd 25. H. 7.
 » » 1905, De lösa jordlagren vid Stora Rör på Öland. G. F. F. Bd 27. H. 5.
 » » 1907, Lerornas natur enligt äldre och nyare forskningar. (Studier i jordanalysen. N:r 7.) K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1908 a, Om lerornas natur. G. F. F. Bd 30. H. 1.
 » » 1908 b, Om metoderna för leranalysen. (Studier i jordanalysen N:r 8.) K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1911, Lerornas förhållande till vatten, deras plasticitetsgränser och plasticitetsgrader. K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1912 a, Jordslagets konsistens och styfleksgrader. K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1912 b, Mekaniska jordanalysen och klassifikationen af de svenska mineraljordslagen. K. L. Ak. H. o. T.
 » » 1912 c, Studier öfver jordslagen. Sammanfattning. G. F. F. Bd 34. H. 7.

- Atterberg, Albert, 1913, Hvilka beståndsdelar gifva lerorna plasticitet och styflek? K. L. Ak. H. o. T.
- » » 1915, Mineraljordarnas klassifikation efter deras konsistensformer och konsistensgrader. K. L. Ak. H. o. T.
- » » 1916, Die Klassifikation der humusfreien und der humusarmen Mineralböden Schwedens nach den Konsistenzverhältnissen derselben. Int. Mitt. f. B.
- Atterberg, Albert und Johansson, Simon, 1916, Die Klassifikation der humusreicheren Mineralböden Schwedens. Int. Mitt. f. B. Bd 6. H. 1.
- Bauman, A., 1921, Bidrag till torfmarkslärans belysning från praktisk jordbrukssynpunkt. Sv. Mossk. T.
- » » 1922, Huru förhåller sig en torvjords odlingsvärde till dess humifieringsgrad. Sv. Mossk. T.
- Bauman, A. och Booberg, G., 1925, Om våra torvmarker och deras tillgodogörande för odlingsändamål. C. E. Fritzes bokförlags aktieföretag. Stockholm.
- Bergstrand, C. E., 1873, Om den geologiska bildningen af Öland och dess förhållande till dervarande odlade jordarter. G. F. F. Bd 1. N:o 9.
- Bjørlykke, K. O., 1909, Agrogeologi. Beretning fra den 1:ste internationale agrogeologiske konferanse i Budapest. Jordbundsutvalgets smaaskrifter N:r 3. Oslo.
- » » 1912, Moderne Jordbundsgranskning. Jordbundsutvalgets smaaskrifter N:r 5. Oslo.
- » » 1923, Forsøk paa inndeling av det norske jordsmon. N. J. F. H. 5—8.
- » » 1924 a, Die Nomenklatur und Klassifikation der Bodentypen in Norwegen. Comité internat. de Pédologie. IV Commission. N:o 13. Helsingfors.
- » » 1924 b, Aarsberetning for Statens jordundersøkelse i 1923. Meldinger fra Norges Landbrukshøiskole. 2. o. 3. Hefte. Oslo.
- » » 1925, Jordprofiler fra Østfold fylke. N. J. F. H. 5.
- Caldenius, Carl, Czozon, 1925, Bidrag till kännedomen om relationen mellan markbeskaffenhet och markbärlighet, sådan den registreras genom hållfasthetstalsbestämningar och bankbelastningar. Ingeniörsvetenskapsakademiens Handl. N:r 42. Stockholm.
- Christensen, Harald R., 1921, Om Nomenklaturen for og Klassifikationen af Jordarter og Jordbundsformer i de nordiske Lande. N. J. F. H. 5—8.
- » » 1924, Landwirtschaftliche Klassifizierung und Beschreibung der dänischen Böden. Comité internat. de Pédologie. IV Commission. N:o 5. Helsingfors.
- Coffey, George Nelson, 1912, A study of the soils of the United States. U. S. Dep. of Agric. Bureau of Soils. Bull. 85.
- De Geer, Gerard, 1887, Om Barnakällegrottan, en ny kritlokal i Skåne. G. F. F. Bd 9. H. 5.
- » » 1922, Om en genetisk indelning av de kvartära bildningarna. G. F. F. Bd 44. H. 1—2.
- Ehrenberg, P., 1922, Die Bodenkolloide. 3. Aufl. Dresden und Leipzig.
- Ekström, Gunnar, 1924, i N. H. Magnusson, G. Ekström och G. Lundqvist: Beskrivning till kartbladet Strålnäs. S. G. U. Ser. Aa. N:o 154.
- » » 1926, Hydrogeologiska undersökningar (inom Göta älvs dalgång). Tekniska Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen. Ser. B. Särtryck av N:r 9. Stockholm.
- Ekström, Gunnar och Flodkvist, Herman, 1926, Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. S. G. U. Ser. C. N:o 334. Årsbok 19.
- Fallou, Fr. A., 1862, Pédologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde. Dresden.
- Fegræus, Torbern, 1890, Om de lösa jordaflagingarna i några af Norrlands elfdalar. G. F. F. Bd 12. H. 5.
- von Feilitzen, Hjalmar, 1904, Svenska Mosskulturforeningens kulturförsök. Sv. Mossk. T.
- » » 1912, Ueber die Einwirkung der Besandung des Moorbodens auf die Bodentemperatur. Int. Mitt. f. B. Bd 2. H. 1.

- von Feilitzen, Hj. och Söderbaum, H. G., 1921, Försök med kalkning av växtskadlig jord. — Medd. N:r 222 fr. Centralanst. K. L. Ak. H. o. T.
- Freckmann, W. und Janert, H. 1925, Bericht über die Prüfung der zur Normung vorgeschlagenen Bodenuntersuchungsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Ermittlung der zweckmässigsten Strangentfernung bei Dränungen. Der Kulturtechniker XXVIII. H. 1. Breslau.
- Frosterus, Benj., 1912, Ueber die Einteilung der Bodenablagerungen in Moränengebieten nach der Korngrösse und den physikalischen Eigenschaften. La Pédologie. Petrograd.
- » » 1916, Agrogeologiska kartor N:o 2. Trakten kring Pojo vikens norra del och Gunnäs-Odnäs militieboställe. Geol. komm. Finl.
- » » 1920, Lerornas konsistensegenskaper. Geol. komm. Finl. Geotekn. Medd. N:o 24.
- » » 1921, Nomenklaturen för jordarterna och jordmånerna i de nordiska länderna. N. J. F. H. 5—8.
- » » 1923, Förslag från Kommittén för nomenklatur och klassifikation av jordarter och jordmåner. N. J. F. H. 5—8.
- » » 1924, Die Klassifikation der Böden und Bodenarten Finnlands. Geol. komm. Finl. Agrogeologiska Medd. N:o 18.
- Frödin, Gustaf, 1919, Jordskreden och markförskjutningarna i Göta älvs dalgång mellan Trollhättan och Lilla Edet. Medd. från Kungl. Vattenfallsstyrelsen N:o 19. Uppsala.
- Ganssen etc., 1926: R. Ganssen, D. J. Hissink, V. Novák, E. Ramann, G. W. Robinson, A. A. J. von Sigmond, Vorbereitung der Bodenproben zur mechanischen Analyse. Actes de la IV Conférence internationale de Pédologie. Rom 1924. Vol. II. Rom.
- Gattermann, Ludwig, 1910, Die Praxis des organischen Chemikers. Veit & Comp. Verlag. Leipzig.
- Geotekniska kommissionen, 1922, Statens järnvägars geotekniska kommission 1914—22. Slutbetänkande. Statens järnvägar. Geotekniska meddelanden 2. Stockholm.
- Glømme, Hans, 1926, Jordprofilbildningen på sparagmitisk morene i Mjestraktene. N. J. F. H. 4—7.
- Goldschmidt, V. M., 1926, Undersøkelser over lersedimenter. N. J. F. H. 4—7.
- Grönwall, Karl A., 1920, Betydelsen av systematiska jordmånsundersökningar i Skåne. Skånsk Jordbrukstidskrift. N:r 12. Malmö.
- Hadding, Assar, 1921, Über die Röntgenkristallographischen Apparate und ihre Leistungen. Zeitschr. f. Kristallographie. Bd 56. H. 4.
- » » 1924, X-ray investigations of clays and some other ceramic substances. Transactions of the Ceramic Society. Vol. 24.
- Haglund, E., 1910, Om vivianit och ett par värmländska förekomster däraf. Sv. Mossk. T.
- Halden, Bertil E., 1923 a, Svenska jordarter. Teknologernas handelsförenings publikationer N:r 53. Serie A. N:r 21. Stockholm.
- » » 1923 b, Några bidrag till frågan om den geologiska lagerföljdens betydelse för skogsmarkernas vattenhushållning. Skogsvårdsföreningens tidskrift. H. 7—8. Stockholm.
- Hazard, J., 1900, Die geologisch-agronomische Kartierung als Grundlage einer allgemeinen Bonitierung des Bodens. Berlin.
- Heine, E., 1911, Die praktische Bodenuntersuchung. Bibliothek für naturwissenschaftliche Praxis. Berlin.
- Henning, Ernst, 1921, Den växthygieniska betydelsen av lerslagning eller sandkörning av uppodlade kärr- och mossmarker. Medd. N:r 214 och 226 fr. Centralanst. K. L. Ak. H. o. T.
- Hesselman, Henrik, 1917, Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekniskt avseende. Medd. fr. St. Skogsf. H. 13—14.

- Hesselman, Henrik, 1926, Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Medd. fr. St. Skogsf. H. 22. Nr 5.
- Hissink, D. J., 1921, Die Methode der mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. f. B. Bd 11. H. 1—2.
- » » 1924, Versuch einer Nomenklatur und Klassifikation der niederländischen Böden, nebst Beschreibung der Methodik. Comité internat. de Pédologie. IV Commission. N:o 14. Helsingfors.
- Högbom, A. G., 1902, Om nomenklaturen för våra lösa jordslag. G. F. F. Bd 24. H. 4.
- Hörner, N. G., 1927, Brattforsheden. Ett värmländskt randdeltakomplex och dess dyner. S. G. U. Ser. C. N:o 342. Årsbok 20.
- Johansson, Simon, 1913, Undersökning öfver vattnets rörelse i sandjord. S. G. U. Ser. C. N:o 243. Årsbok 5.
- » » 1914, Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt. S. G. U. Ser. C. N:o 256. Årsbok 7.
- » » 1916, Agrogeologisk undersökning av Ultuna egendom. S. G. U. Ser. C. N:o 271. Årsbok 9.
- » » 1919, Undersökning av några svenska formsandsorter. S. G. U. Ser. C. N:o 292. Årsbok 13.
- » » 1921, De humusfria jordarternas, speciellt lerornas, klassifikation. N. J. F. H. 5—8.
- » » 1924, Classification and terminology of Swedish soils, especially mineral soils, used by the Geological Survey of Sweden. Comité internat. de Pédologie. IV Commission. N:o 21. Helsingfors.
- » » 1926, Viskosität und Elastizität der Tone. Actes de la IV Conférence internationale de Pédologie. Rome 1924. Vol. II. Rom.
- Koettgen, P., 1917, Zur Methodik der physikalischen Bodenanalyse. Int. Mitt. f. B. Bd 7. H. 5—6.
- Kopecky, Josef, 1913, Die Klassifikation der Bodenarten auf Grund des Gehaltes an bodenbildenden Bestandteilen. Prag.
- v. Krogh, J., 1923, Undersøkelser over norske lerer III. Statens Raastofkomite publikation Nr 19. Norges geologiske undersøkelse. Nr 119. Oslo.
- Liatsikas, Nikolaus, 1924, Hygroskopizität im Vergleich zur Kornverteilung und spezifischen Kornoberfläche (bestimmt nach Krauss). Int. Mitt. f. B. Bd 14. H. 3—6.
- Loges, G., 1883, Ueber die Bestimmung des Humus in Ackererden. Die landwirthschaftl. Versuchsstationen. Bd 28. Berlin.
- Lundblad, Karl, 1924, Ett bidrag till kännedomen om brunjords- eller mulljordstypens egenskaper och degeneration i södra Sverige. Medd. fr. St. Skogsf. H. 21. N:o 1.
- Lundqvist, G., 1925, Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsverige. S. G. U. Ser. C. N:o 330. Årsbok 18.
- » » 1926, En metod för mikroskopiska sedimentanalyser. G. F. F. Bd 48. H. 1.
- » » 1927, Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. Die Binnengewässer. Stuttgart.
- Mertz, Ellen Louise, 1926, Metoder til Undersøgelse af Lerets fysiske Egenskaber. Danmarks geologiske Undersøgelse. II. Række. Nr 44. Köpenhamn.
- Mitscherlich, E. A., 1923, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin.
- Nannes, G., 1905, Undersökningar öfver hygroskopiciteten hos några typiska jordarter från Skaraborgs län. K. L. Ak. H. o. T.
- Naumann, Einar, 1917, Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gytte- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd 56. N:o 6. Stockholm.

- Novák, W., 1916, Besteht ein Zusammenhang zwischen der Hygroskopizität und der mechanischen Analyse des Bodens? *Landwirtschaftl. Jahrbücher*. Bd 50. Berlin.
- Odén, Sven, 1915, Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. *Int. Mitt. f. B.* Bd 5. H. 4.
- » » 1916, Allgemeine Einleitung zur Chemie und physikalischen Chemie der Tone. *Studien über Tone*. 1. *Bull. of the Geol. Inst. Upsala*. Vol. 15.
- » » 1919 a, Über die Vorbehandlung der Bodenproben zur mechanischen Analyse. *Studien über Tone*. 3. *Bull. of the Geol. Inst. Upsala*. Vol. 16.
- » » 1919 b, Die Huminsäuren. *Chemische, physikalische und bodenkundliche Forschungen*. *Kolloidchemische Beihefte*. Bd 11. Dresden und Leipzig.
- » » 1921, Note on the hygroscopicity of clay and the quantity of water adsorbed per surface-unit. *Transactions of the Faraday Society*. Vol. 17.
- » » 1923, Torvundersökningar II. *Ingeniörs Vet. Ak. Handl. N:r 18*. Stockholm.
- » » 1925, The size distribution of particles in soils and the experimental methods of obtaining them. *Soil Science*. Vol. 19. N:o 1.
- » » 1926, Methods to determine the size-distribution of soil-particles. *Actes de la IV Conférence internationale de Pédologie*. Rome 1924. Vol. II. Rom.
- Odén, Sven och Reuterskiöld, A., 1919, Zur Kenntnis des Ancylostons. *Studien über Tone*. 4. *Bull. of the Geol. Inst. Upsala*. Vol. 16.
- Olsson, John, 1925, Kolvborr, ny borrtyp för upptagning av lerprov. *Teknisk Tidskrift*. Stockholm.
- Ostwald, Wo., 1923, *Grundriss der Kolloidchemie*. 7. Aufl. Th. Steinkopff Verlag. Dresden.
- Osvald, Hugo, 1926, *Kulturförsök på olika jordmånslager*. N. J. F. H. 4—7.
- von Post, Hampus, 1855, Kort beskrifning om medlersta Sweriges Jordmåner. *Samling af Upplysningar och Underrättelser för Landthushållare inom Westmanlands Län*. 6. årg. H. 4. Westerås.
- » » 1862, Studier öfver nutidens koprogena jordbildningar, gytta, dy, torf och mylla. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*. Bd 4. N:r 1. Stockholm.
- » » 1874 a, Om jordanalysens nytta och användning vid jordbruket. *K. L. Ak. H. o. T.*
- » » 1874 b, Några erinringar i afseende på åkerjordens fysikaliska beskaffenhet. *K. L. Ak. H. o. T.*
- » » 1877, *Grundlinier till Åkerbrukskemien*. Uppsala.
- von Post, Lennart, 1921, Upplysningar rörande Sveriges geologiska undersöknings torvmarksrekognoscering. *Torvmarkskartor med beskrivningar*. S. G. U. Ser. D.
- » » 1924, Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. *Comité internat. de Pédologie*. IV Commission. N:o 22.
- » » 1925, i H. Munthe, J. E. Hede och L. von Post, *Gotlands geologi*. S. G. U. Ser. C. N:o 331. Årsbok 18.
- von Post, Lennart och Granlund, Erik, 1926, *Södra Sveriges torvtillgångar I*. S. G. U. Ser. C. N:o 335. Årsbok 19.
- Ramann, E., 1911, *Bodenkunde*. J. Springer Verlag. Berlin.
- » » 1918, *Bodenbildung und Bodeneinteilung*. J. Springer Verlag. Berlin.
- Read, J. W. and Ridgell, R. H., 1922, On the use of the conventional carbon factor in estimating soil organic matter. *Soil Science*. Vol. 13. New Brunswick. New Jersey.
- Richter, G., 1916, Die Ausführung mechanischer und physikalischer Bodenanalysen. *Int. Mitt. f. B.* Bd 6. H. 4—6.
- Robinson, G. W., 1922, Note on the mechanical analysis of humus soils. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 12. Cambridge.
- Sauramo, Matti, 1923, Studies on the quaternary varve sediments in southern Finland. *Bulletin de la Commission Géologique de Finlande*. N:o 60. Helsingfors.

- Schucht, F., 1914, Bericht über die Sitzung der internationalen Kommission für die mechanische und physikalische Bodenuntersuchung in Berlin am 31. Oktober 1913. *Int. Mitt. f. B.* Bd 4. H. 1.
- Sederholm, J. J., 1889, Om istidens bildningar i det inre af Finland. *Fennia.* Bd 1. N:o 7. Helsingfors.
- Seemann, Fritz, 1914, Leitfaden der mineralogischen Bodenanalyse. Wien und Leipzig.
- Sernander, Rutger, 1918, Förna och äfja. *G. F. F.* Bd 40. H. 5.
- Tamm, Olof, 1917, Om skogsjordsanalyser. *Medd. fr. St. Skogsf. H.* 13—14.
- » » 1920, Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. *Medd. fr. St. Skogsf. H.* 17. N:r 3.
- » » 1921, Om berggrundens inverkan på skogsmarken. *Medd. fr. St. Skogsf. H.* 18. N:r 3.
- » » 1925, Experimental studies on chemical processes in the formation of glacial clay. *S. G. U. Ser. C.* N:r 333. Årsbok 18.
- Treadwell, F. P., 1913, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. Bd 2. Leipzig.
- Wahnschaffe, F. und Schucht, Fr., 1924, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Paul Parey Verlag. Berlin.
- Waksman, Selman, A., 1926, The origin and nature of the soil organic matter or soil »humus«. I—V. *Soil Science.* Vol. 22. N:r 2—6.
- Weibull, Mats, 1907, Undersökning af skånska jordarter. *Medd. från Alnarps laboratorium X.* K. L. Ak. H. o. T.
- » » 1914, Jordens kalkhalt och bördighet. *Medd. från Alnarps Laboratorium XLV.* *Tidskrift för Landtmän.* Lund.
- Wentworth, Chester K., 1922, A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology.* Vol. 30. N:r 5. Chicago.
- Vesterberg, Alb., 1909, Bestämning af torf- och mullämnerna i lera. *Ultuna lantbruksinstitutets årsberättelse år 1909.* Uppsala 1910.
- » » 1910, Agrogeologische Studien über die Böden des Landwirtschaftlichen Instituts Ultuna. II:te internationale Agrogeologenkonferenz. Stockholm.
- » » 1911, Analysen einiger typischen oder eigenartigen schwedischen Bodenarten. *Verhandl. der II. intern. Agrogeologenkonferenz.* Stockholm.
- Wiegner, Georg, 1918, Boden und Bodenbildung. Dresden und Leipzig. Th. Steinkopff Verlag.
- » » 1926, Dispersoidchemie und Bodenkunde. *Actes de la IV Conférence internationale de Pédologie.* Rome 1924. Rom.
- Zsigmondy, R., 1925, Kolloidchemie. 5. Aufl. Leipzig.
- Zunker, F., 1923, Die Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. *Landwirtschaftl. Jahrbücher.* Bd 58. H. 2. Berlin.
- van Zyl, J. P., 1916, Über die Bodenlösung: ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Anwendung bei der Schlämmanalyse. *Jour. Landw.* Berlin.
- » » 1918, Der Atterbergsche Schlämmsylinder. *Int. Mitt. f. B.* Bd 8. H. 1—2.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa Geologiska kartblad i skalan 1:50 000 med beskrivningar.

| N:o | | Pris kr. |
|-----|--|----------|
| 156 | <i>Ronehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1925 | 4,00 |
| › | 157 <i>Skrickerum</i> av R. SANDEGREN och N. SUNDIUS 1926 | 4,00 |
| › | 160 <i>Klintehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1927 | 4,00 |
| › | 162 <i>Karlsborg</i> av A. H. WESTERGÅRD, H. E. JOHANSSON och N. WILLÉN 1926 | 4,00 |
| › | 163 <i>Mariestad</i> av A. H. WESTERGÅRD, A. HÖGBOM och N. WILLÉN 1925 | 4,00 |
| › | 166 <i>Lurö</i> av R. SANDEGREN 1927 | 4,00 |

Ser. C.

| | | |
|-----|---|------|
| N:o | 322 HÖGBOM, A., Guldinmutningarna vid Älvsbyn. 1924 | 0,50 |
| › | 324 GELJER, P., Eulytic iron ores in Northern Sweden. 1925 | 0,50 |
| › | 325 ASKLUND, B., Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö, at Kolmården. With one Plate. 1925 | 2,00 |
| › | 326 GELJER, P., Om några skiktade mangansilikatmalmer i Bergslagen. 1925 | 0,50 |
| › | 327 SUNDBERG, K., LUNDBERG, H. and EKLUND, J., Electrical prospecting in Sweden. With 8 Plates. 1925 | 5,00 |
| › | 328 HÖGBOM, A., Glacialgeologiska iakttagelser från Ångermanälvens källområde. Med 1 tavla. 1925. | 0,50 |

Årsbok 18 (1924).

| | | |
|---|--|------|
| › | 329 HÖGBOM, A., De geologiska förhållandena inom Stekenjokk-Remdalens malmtrakt. Med 3 tavlor. English summary. 1925 | 2,00 |
| › | 330 LUNDQVIST, G., Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsverige. Med 3 tavlor. Zusammenfassung in deutscher Sprache. 1925 | 2,00 |
| › | 331 MUNTHE, H., HEDE, J. E. och VON POST, L., Gotlands geologi. En översikt. Med 9 tavlor. 1925. | 3,00 |
| › | 332 JOHANSSON, S., Hydrogeologisk undersökning av ett lerområde vid Skara. Med 1 tavla. 1926 | 1,00 |
| › | 333 TAMM, O., Experimental studies on chemical processes in the formation of glacial clay. 1925 | 0,50 |

Årsbok 19 (1925).

| | | |
|---|---|------|
| › | 334 EKSTRÖM, G. och FLODKVIST, H., Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. 1926 | 1,00 |
| › | 335 VON POST, L. och GRANLUND, E., Södra Sveriges torvtillgångar 1. Med 15 tavlor. 1926 | 8,00 |
| › | 336 SUNDIUS, N., On the differentiation of the alkalis in aplites and aplitic granites. 1926 | 1,00 |
| › | 337 VON POST, L., Einige Aufgaben der regionalen Moorforschung. 1926 | 1,00 |
| › | 338 GELJER, P. och MAGNUSSON, N. H., Mullmalmer i svenska järngruvor. With a summary: The occurrence of «soft ores» in Swedish iron mines. 1926 | 1,00 |
| › | 339 CALDENIUS, C. CZON, Ravinbildningen i Gustavs. Med 3 tavlor. 1926 | 1,00 |

Årsbok 20 (1926).

| | | |
|---|---|------|
| › | 340 LUNDQVIST, G., Örträsket och dess tappningskatastrofer. Med 1 tavla. Zusammenfassung in deutscher Sprache. 1927 | 1,00 |
| › | 341 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1919—1925. Mit einem Resümee. 1 tavla. 1926 | 1,00 |
| › | 342 HÖRNER, N. G., Brattforsheden. Ett värmländskt randdeltekomplex och dess dyner. Med 2 tavlor. English summary. 1927 | 3,00 |
| › | 343 GELJER, PER, Some mineral associations from the Norberg district. With analyses by ARTHUR BYGDÉN. 1927 | 1,00 |
| › | 345 EKSTRÖM, G., Klassifikation av svenska åkerjordar. 1927 | 2,00 |

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 8.*