

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Biologiske Meddelelser. **X**, 3.

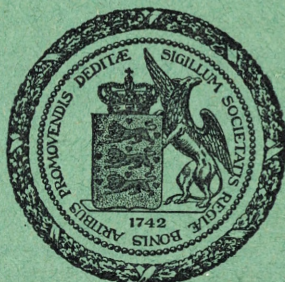
FORTSATTE FYSISKE OG KEMISKE
UNDERSØGELSER OVER DANSKE
HEDEJORDER OG ANDRE
PODSOLDANNELSER

AF

FR. WEIS

WITH AN ENGLISH SUMMARY:
FURTHER INVESTIGATIONS ON DANISH HEATH SOILS
AND OTHER PODSOLS

MED 2 TAVLER



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S

1932

Pris: Kr. 9,25.

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs'videnskabelige Meddelelser udkommer fra 1917 indtil videre i følgende Rækker:

Historisk-filologiske Meddelelser,
Filosofiske Meddelelser,
Mathematisk-fysiske Meddelelser,
Biologiske Meddelelser.

Hele Bind af disse Rækker sælges 25 pCt. billigere end Summen af Bogladepriserne for de enkelte Hefter.

Selskabets Hovedkommissionær er *Andr. Fred. Høst & Søn*,
Kgl. Hof-Boghandel, København.

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Biologiske Meddelelser. **X**, 3.

FORTSATTE FYSISKE OG KEMISKE
UNDERSØGELSER OVER DANSKE
HEDEJORDER OG ANDRE
PODSOLDANNELSER

AF

FR. WEIS

WITH AN ENGLISH SUMMARY:
FURTHER INVESTIGATIONS ON DANISH HEATH SOILS
AND OTHER PODSOLS

MED 2 TAVLER



KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S

1932

FORORD

Ved Gennemførelsen af de foreliggende, som ved tidligere, Undersøgelser har jeg faaet en fortrinlig og uundværlig Hjælp af forskellige Medarbejdere. Dette gælder i første Række mine Assistenten, blandt hvilke særlig Forstkandidat CECIL TRESCHOW har ydet mig en udmærket Assistance, i Kraft af saavel hans levende Interesse for de foreliggende Problemer som hans store Evner som Analytiker. Men ogsaa Forstkandidat ERIK LASSEN, Frk. cand. mag. ERNA BACH og Mag. sc. ERIK GABRIELSEN har hver for sig ydet fortræffeligt Arbejde ved Udførelsen af de talrige, ofte tidsrøvende og ensformige Bestemmelser. Desuden har Assistent i Statsskovvæsenet AXEL S. SABROE altid været rede til Prøveudtagning, Maalinger og Fotograferinger paa Forsøgsarealet i Haarup Sande. Frøken I. ANDERSEN har været behjælpelig med Udregninger, Fru BODIL STRUBBERG har udført Originalerne til de farvelagte Jordprofiler, og Landinspektør ERIK V. HARBOE har tegnet og optrukket de i Afhandlingen indføjede Kurver. Alle disse interesserede Medarbejdere bringer jeg herved min bedste Tak.

Endvidere takker jeg Carlsbergfondets Direktion, der bekvæmligt har bevilget mig Midler til Anskaffelse af Platindigler og forskellige Apparater, samt Professor, Dr. E. BILLMANN, der, før jeg selv kom til at raade over det nødvendige Materiale, elskværdigt overlod mig Platinskaale til Disposition.

Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles
plantefysiologiske Laboratorium.

August 1931.

FR. WEIS.

I. Indledning.

Det er som bekendt ikke blot paa vore Heder, men ogsaa hyppigt i vore Skove, særlig rene Bøge- og Granskove, samt i vore Moser, at vi finder typiske Podsoljorder. Desuden kan vi finde Podsoldannelser i Klitter af sammenføjet Sand og ikke sjældent i vore dyrkede Agerjorder, hvor der tidligere har været Skov, Hede eller Mose, og hvor kun en Del af den ved Podsoleringen fremkaldte Lagdeling er bleven forstyrret ved Jordens mekaniske Bearbejdning. Podsoleringsprocesserne kan nemlig gaa ret dybt, saa de nederste Lag unddrager sig Markredskabernes Paavirkning. Ved Grøftegravning, Dræning eller en ud over den almindelige foretagne Dybpløjning kan der saa senere afsløres Lag, der ikke hører med til de almindelige geologiske Aflejringer, men udgør en Bestanddel af den Jordbund, der skylder klimatiske og biologiske Faktorer sin Oprindelse.

Foruden en Række Varianter af podsolerede Hedejorder har mine mange, tildels offentliggjorte, Undersøgelser over Skovjorder givet mig Materiale i Hænde til at studere stadig flere Typer af danske Podsoljorder. Og skønt det foreliggende Arbejde væsentligst beskæftiger sig med Hedejorder, har jeg da her medtaget nogle hidtil ukendte eller mindre kendte Aldannelser, der forekommer i Jorder af en helt anden Type end Hedens, tildels paa Landets

gode Morænejorder. Jeg maa dog straks bemærke, at disse andre Typer her kun behandles lejlighedsvis, nærmest med Henblik paa Allagenes Struktur og fysiske Ejendommeligheder, der frembyder en vis Interesse ved indbyrdes Sammenligning. Men fortsatte Undersøgelser vil sikkert vise, at Aldannelser er meget mere almindelige i vort Land end hidtil antaget. Jeg har saaledes for ganske nylig fra Skudersløse ved Haslev modtaget Materiale af en meget tyk, haard, mørkebrun Al, der meget minder om Hedealen, men som jeg endnu ikke har naaet nærmere at undersøge, og mundtlige Beretninger om Forekomsten af Al fra en hel Række Lokalteter, som jeg endnu ikke selv har haft Lejlighed til at besigtige, er tilflydt mig i de sidste Aar. Maaske vil jeg da senere komme ind paa en mere indgaaende Undersøgelse af disse Alformer og deres Oprindelse.

I en tidligere Publikation¹ har jeg redegjort for en Række fremherskende Egenskaber ved danske Hedejorder, dels fra Bakkeø-, dels fra Hedepladelokaliteter. Der tilstræbtes ved disse Undersøgelser at bestemme saadanne Bestanddele af eller Ejendommeligheder hos Hedens Jordbundstyper, som kunde antages at være af Betydning for Bedømmelsen af disses Værdi til Opdyrkning. Ved Siden af en Bekræftelse paa tidligere Undersøgelers Resultater angaaende den podsolerede Hedejords store Fattigdom paa de almindelige Plantenæringsstoffer med Undtagelse af Kvælstof, der endog findes i paafaldende store Mængder, bragte disse Bestemmelser det nye, at Hedejorden kan indeholde anselige Mængder af saavel organiske som uorganiske Kolloider, og at det er disse, der hovedsagelig er bestemmende for dens vandholdende og

¹ FR. WEIS: Fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder, med særligt Henblik paa deres Indhold af Kolloider og Kvælstof. Det kgl. danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VII, 9. 1929.

næringsstofadsorberende Evne, saa at et vist Indhold af disse Bestanddele — efter at de ved passende Bearbejdning er bragte op i Overfladen (i Dyrkningslaget) og her blandede med den fornødne Mængde Mergel (Kalk) — giver Udsigt til, at Hedejorden kan blive en særdeles god Dyrkningsbund saavel for Skovtræer som for Ager- og Havebrugsplanter¹. — De store Mængder af Kvælstof, der i faste organiske Bindinger er ophobede dels i Lyngskjolden, dels i Alen, viste sig ogsaa i betydelig Udstrækning at kunne bringes i Cirkulation ved Frigørelse af Plantenæringstoffer som Ammoniak og Salpetersyre — indtil hvilken Grænse, maa fremtidige Undersøgelser, som ogsaa er paabegyndte, vise.

Resultater af saa stor økonomisk Rækkevidde som de foran anførte bør naturligvis kun udledes af et stort Undersøgellesmateriale, som ogsaa stod til Forfatterens Raadighed. Men for at udelukke enhver Tvivl om deres Rigtighed var det dog ønskeligt at faa dem yderligere bekræftede ved Analyser fra flere Lokalteter. Ved en saadan Gentagelse meldte sig da ganske naturligt ogsaa Spørgsmaalet om at faa endnu flere Egenskaber ved Hedejorden belyste og andre Undersøgellesmetoder bragte i Anvendelse. Og i Betragtning af, at Materialet til de tidligere udførte Bestemmelser var taget fra Arealer, der ikke var helt uberørte, men allerede i nogle Aar havde været bearbejdede og kalkede, tildels endog dyrkede, saa at deres oprindelige Lagdeling for en Del var forstyrret, og der allerede var sket en betydelig Formuldning i Humuslaget (Lyngskjolden), som var blandet med Blegsandet, var det særlig vigtigt at udstrække Undersøgelserne til ganske jomfruelig, aldrig

¹ Se FR. WEIS: Betragtninger over Hedejordens Værdi til Opdyrkning. Bidrag til en Omvurdering af vore Heder. Meddelelser fra Dansk Skovforenings Gødningsforsøg, VIII. Dansk Skovforenings Tidsskrift 1929.

dyrket, uberørt Hedejord, hvor alle Podsoljordens HORIZONTER var tilstede i deres naturlige Leje. Alene herigennem kunde der opnaaes et mere udtømmende og sikkert Kendskab til Hedejordens oprindelige og mest typiske Egenskaber, af større almen Værdi for Bedømmelsen af tilsvarende Jordbundstyper andetsteds.

Et saadant Areal blev i Efteraaret 1929 af »Det danske Hedeselskab« stillet til Disposition for et Plantningsforsøg for at afprøve de af mig foreslaaede nye Bearbejdningsmetoder. Et tilsvarende paa en Bakkeølokalitet havde været ønskeligt til Sammenligning, men et saadant kunde foreløbig ikke overlades mig. Og her er da kun lejlighedsvis indføjet nogle Bestemmelser udførte paa Bakkeø-Materiale fra Godsejer, Dr. med. K. A. HASSELBALCHS Ejendom »Heimdal« ved Høven, af hvilken en Del, Grimlund Hede, ligger paa Varde-Aadum Bakkeø.

De andre Lokaliteter, hvorfra Podsoldannelser er medtagne til Undersøgelse, er af en fra Hedejorden ret forskellig Art. Her bliver saaledes Tale om et Sandflugtsareal, hvor der paa den ene Side, i de sammenføgne Klitter (Indsande, Kytter), er foregaaet en endog meget kraftig Podsolering, medens de afløgne Partier, der har afgivet Materiale til Klitdannelsen, egentlig slet ikke repræsenterer nogen Jordbund i pædologisk Forstand, men den omtrent rene, næsten uforvitrede Undergrund eller det Raamateriale, hvoraf en »Jordbund« dannes ved klimatiske og biologiske Faktorerers Indvirkning. En saadan Jord er da i Virkeligheden langt vanskeligere at bringe i Kultur end de udpræget podsolerede Heder eller mere eller mindre podsolerede Klitter. Selve den naturlige Vegetation har vanskeligt ved at erobre den. Det er hovedsagelig Lichener og meget nojsomme Mosser, der kan danne en tynd Skorpe

over disse »alføgne Sande«, hvor selv Lyngen kun optræder i smaa og spredte Tuer, og nogle faa Græsser og Halvgræsser finder en fattig Voksebund. Et Forsøg paa at skabe en »Jordbund« af et saadant Materiale og paa at faa ordentlig Trævækst frem her affødte de paagældende Undersøgelser. Dette i sig selv særdeles vellykkede Plantningsforsøg, hvorom der skal afgives en mere detailleret Beretning andetsteds, har afgivet Bevis for, at det er muligt gennem videnskabelig Forskning at finde Metoder til at bringe de af Naturen mest ufrugtbare og golde Omraader af vort Land, veritabel Ørkenjord, i Kultur, hvilket for saa vidt ogsaa er en Erobring for Videnskaben af praktisk Betydning, som der findes slet ikke saa smaa Arealer af den Slags rundt omkring i Landet, og særlig i de jyske Hedeegne.

Som en Modsætning til disse allerfattigste Jorder er der endelig, som allerede nævnt, medtaget nogle hidtil ret upaaagtede Podsoldannelser i Landets frugtbare Morænejorder, hvorpaa der foreløbig kun er anstillet nogle orienterende mekaniske Analyser for at bestemme deres »Kolloid«indhold, som opfordrer til nærmere, fremtidig Undersøgelse. Disse Bestemmelser kan naturligvis ikke direkte sammenlignes med Analyseresultaterne efter den TAMM'ske Metode, der her, som i mit forrige Arbejde, er anvendt til Bestemmelse af det uorganiske Kolloidkompleks (Al_2O_3 , Fe_2O_3 og SiO_2) i Hedejorderne og i Sandjorderne fra Sandflugtsarealet. Men da der ogsaa i nærværende Arbejde er tillagt Kolloiderne en saa fremtrædende Rolle som den Bestanddel af Jordbunden, hvortil nogle af dens vigtigste fysiske Egenskaber er knyttede, og disse igen er bestemmende for Jordbundens Værdi som Substrat for Plantelivet, er der for de ovennævnte lerede Podsoljorders

Vedkommende anvendt Metoder, der kunde give et vist Maal for deres Lerindhold.

II. Anvendte Undersøgelsermetoder.

Som bemærket i Indledningen er de i et tidligere Arbejde behandlede Undersøgelser over Hedejord her foretagne paa nyt Jordbundsmateriale, ikke blot paa Hedejord, men ogsaa paa Materiale fra andre Lokalteter for at faa de tidligere vundne Resultater bekræftede paa bredere Basis. De Metoder, der tidligere var anvendte, er beskrevne i det paagældende Arbejde, hvortil der her maa henvises¹. I de foreliggende fortsatte Undersøgelser er der imidlertid gjort Brug af flere, væsentligst nyere Metoder, for hvilke der da ganske kort skal gøres Rede, medens der for Detailernes Vedkommende henvises til de Afhandlinger eller Vejledninger, i hvilke de nærmere er beskrevne, for saa vidt det ikke drejer sig om almenkendte Fremgangsmaader.

Vægtfyldebestemmelser blev udførte efter Pyknometermetoden.

Bestemmelser af Rumfangsvægt og Porevolumen i Hedejord er udførte paa de S. 32—35 omtalte Blokke, hvori de forskellige Horisonter har bevaret deres naturlige indbyrdes Lejrning, efter KOPECKYS Metode². Jordsøjlerne blev udtagne med et Staalbor *B* (se Fig. 1), der rummede 200 cc. Ved Hjælp af et Haandtag *H*, som blev paaskruet Borets ene Ende, kunde dette drives ind i Jorden. Boret var for-

¹ FR. WEIS: Fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VII, 9. 1929. S. 39—45.

² J. KOPECKY: Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Intern. Mitteil. für Bodenkunde Bd. IV 1914 Heft 2/3.

Se ogsaa FR. SCHUCHT: Grundzüge der Bodenkunde. 1930. S. 362—363.

nedentilslebtes saaledes, at den inderste Kant i Væggen stod urørt, for at forhindre, at Jordsojlen ved Udtagningen blev sammenpresset fra Siden. Naar Boret forsigtig var drevet ind i Jorden, overskar man med en bred, tynd Kniv Jordsojlen ved Borets øverste og nederste Ende, idet man fjernede Haandtaget og Jorden paa Borets ene Side. Paa Haandtagets Plads anbragtes derefter et Laag, *L*, og Jordsojlens Vægt bestemtes. Jordens Vandindhold bestemtes i en samtidig udtagne Prøve paa c. 20 gr, der blev hensat til Tørring i Vejglas ved 105° .

Har man fundet Jordens Vandindhold, kan man beregne den udtagne Cylinders Indhold af Tørstof og deraf Volumenvægten, d. e. Vægten af 1000 cc naturlig Jord i tørret Tilstand. Da nogle af Jordprøverne indeholdt ret store Sten, blev Bestemmelserne korrigerede ved Subtraktion af disses Vægt og Volumen fra den vaade Jords. Kaldes Volumenvægten for *v*, og Jordens specifikke Vægt *s* (bestemt ved Hjælp af Pyknometer), beregnes det procentiske Rumfang af fast Substans

i Jorden, *f*, af Ligningen $\frac{v \cdot 100}{1000 \cdot s} = f$.

Jordens Porevolumen, udtrykt i Procent, faaes da ved at subtrahere denne

Størrelse fra 100. I Naturen er dette Volumen ikke altid luftførende, men, især for de her omtalte Jorders Vedkommende, ofte delvis eller helt fyldt med Vand. Et Ud-

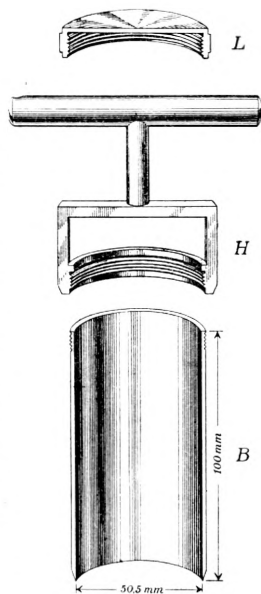


Fig. 1. Jordbor, til Udtagelse af Prøver for Bestemmelsen af Rumfangsvægt, Porevolumen m. m.

Soil drill to draw samples for determinations of volumen weight, pore volumen etc.

tryk for Jordens Indhold af Luft faar man ved at trække Vandindholdet, omregnet i Rumfangsprocent, fra Porevolumenprocenten.

Bestemmelse af Jordens vandholdende Evne. Her anvendtes en Metode, der er udarbejdet og beskrevet af G. J. Bouyoucos (1929)¹. Metoden gaar ud paa at bestemme den Mængde Vand, som tilbageholdes af en gennemfugtet Jordprøve, naar den udsættes for en konstant Sugning. Derved fremkommer der for forskellige Jordprøver Værdier, som kan benyttes til Sammenligning. I Büchnertragte (Nutsch) paa 43×20 mm anbragtes Jordprøverne paa hærdet Filtrerpapir, saaledes at de fyldte $\frac{3}{4}$ af Tragten. Derefter blev de omhyggeligt gennemfugtede ved Henstand med Vand, for de humusrige Jorders Vedkommende i 3—4 Timer. Sugningen blev foretaget med en Vandluftpumpe, idet Büchnertragten anbragtes paa en Sugeflaske. Da det er nødvendigt at anvende samme Sugekraft ved alle Bestemmelserne, maa man sørge for, at Vandets Temperatur (af Hensyn til dets Viskositet og Damptryk) holdes konstant. Dette opnaas med tilstrækkelig Nøjagtighed ved at benytte Ledningsvand fra samme Hane og lade dette løbe nogen Tid, før Bestemmelserne foretages. Vandet fra Sugepumpen strømmede gennem et Kar, hvori Sugeflasken stod, og det samme Vand blev brugt til Fugtning af Jordprøverne lige før Sugningen.

Sugetiden var 15 Minutter, da det viste sig, at efter 10 Min. kom der kun faa Draaber Vand fra Jordprøverne, og ved Sugning ud over 15 Min. gik der ikke nævneværdig mere Vand bort. For at forhindre, at der under Sugningen fordampede Vand fra Jordens Overflade, blev der over

¹ G. J. Bouyoucos: A New, Simple and Rapid Method for Determining the Moisture Equivalent of Soils and the Role of Soil Colloids on This Moisture Equivalent. Soil Science XXVII. 1929. p. 233.

Büchnertragten anbragt et tæt sluttende, perforeret Urglas, hvis Huller var dækkede af et Lag fugtig Bomuld. Differensen i Vægten af den tørre Jord og Vægten efter Gennemblødningen og Sugningen angiver den Mængde Vand, som Jorden har formaaet at holde tilbage. Bestemmelserne blev foretagne med lufttør Jord, og Middeltallet af 3 Bestemmelser anvendtes til Beregning af den relative vandholdende Evne paa Tørstof.

Mekaniske Analyser. I mit forrige Arbejde fra 1929¹ havde jeg foruden Sigtning anvendt Slemning i strømmende Vand efter KOPECKYS Metode. Jeg bemærkede allerede deri (S. 51 og 52), at det havde været at foretrække, om disse Analyser var blevne udførte efter de mere moderne, internationalt anvendte Pipettemetoder, men Analyserne var udførte, før man var enedes om saadanne, og Enigheden gælder forøvrigt i Øjeblikket ogsaa kun Principet for disse Bestemmelser, Sedimentationshastigheden, medens der endnu langt fra er Enighed om de dertil bedst egnede Apparater, af hvilke der i de senere Aar er konstrueret en hel Række, indbyrdes ret forskellige. Jeg har da maattet gøre mit Valg mellem disse.

Til Sigtning af de grovere Bestanddele er anvendt et System af Sigter, konstruerede af »Chemisches Laboratorium für Tonindustrie« og benævnte »Normal-Siebbüchle mit einschliesslich Normen-Gewebe aus Phosphorbronzedraht«. Til Sigtningen anvendtes yderligere et særlig konstrueret Rysteapparat, der efter 5—6 Timers Rystning gav en fuldstændig ren Fordeling i de enkelte Fraktioner. Der sigtedes i følgende Fraktioner: 1,2 — 0,54 — 0,25 — 0,12 mm. Der blev hver Gang anvendt 100 gr Jord og vejjet med 0,1 gr Nøjagtighed.

¹ I. c. S. 38—39.

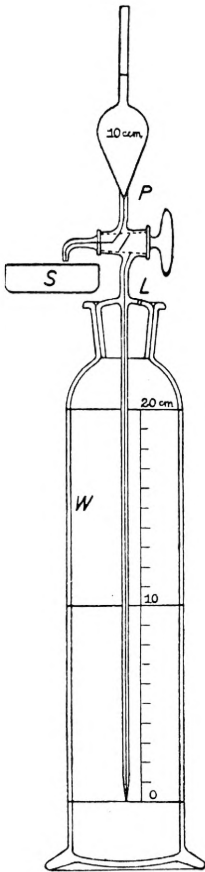


Fig. 2. ANDREASENS
Slemningsapparat.

Andreasens elutriation
apparatus.

Til den finere Fraktionering er anvendt dels A. H. M. ANDREASENS Slemningsmetode dels G. J. BOUYOUCOS saakaldte Hydrometermetode.

Andreasens Metode, som i sin nyeste Udformning er beskrevet af ham selv, bl. a. i nedennævnte Publikationer¹, gaar i Korthed ud paa følgende. Der benyttes et hertil særlig konstrueret Slemningsapparat af Udseende som vist paa Fig. 2. Til hver Analyse anvendes 10 gr Jord, der i Forvejen er sigtet saaledes, at ingen Partikler er over 0,12 mm i Kantstørrelse. Materialet opslemmes i en $1/2500$ mol. Natriumpyrofosfatopløsning for paa enhver Maade at være sikret mod Koagulationer. (Det foreliggende Materiale var i Forvejen gennemprøvet af Professor ANDREASEN, der havde anbefalet netop denne Koncentration af Natriumpyrofosfat til Opslemning). Det til Undersøgelse bestemte Stof blødes ud i c. 20 Min., hvorefter det kvantitativt bringes over i Sedimentationscylindren, der herefter fyldes op til øverste Mærke.

¹ A. H. M. ANDREASEN und J. J. V. LUNDBERG: Apparat zur betriebsmässigen Feinheitsbestimmung der Mörtelstoffe und über einige damit ausgeführte Untersuchungen. »Zement«. Wochenschr. f. Hoch- u. Tiefbau. Jahrg. 1930, Nr. 30/31.

A. H. M. ANDREASEN: Einige Beiträge zur Erörterung der Feinheitsanalyse und ihre Resultate. Archiv f. Pflanzenbau. VI. Bd. 2. Heft. Berlin 1931.

A. H. M. ANDREASEN: Fremgangsmaade ved Undersøgelse af forskellige (formalede) Produkters Finhed. Kemisk Maanedssblad. 10. Aargang (1929) Nr. 10.

Opslemningen gøres nu homogen, ved at Apparatet nogle Gange vendes kraftigt op og ned. Tidspunktet for Omrystningens Ophør noteres, og umiddelbart derefter, d. v. s. saa tidligt, at de sidste grove Korn endnu ikke har passeret Pipetteaabningen, udtages Nulprøven, der giver et Udtryk for Stofkoncentrationen i den oprindelige, homogene Opslemning. Der udtages nu med bestemte Mellemrum Prøver, som opfanges i smaa Sølvskaaale, hvorefter disses Indhold inddampes over Vandbad til Tørhed og vejes. Til hvert Tidspunkt for Prøveudtagningerne vil der svare en bestemt Kornstørrelse, og man vil da kunne faa udtrykt i Procent, hvor meget af en vis Kornstørrelse der endnu er tilbage i Opslemningen. Resultaterne vil i det følgende være fremstillede dels tabellarisk dels grafisk, hvilket sidste, efter Prof. ANDREASENS Udsagn, skulde give det bedste Udtryk for Jordens Karakteristik.

Bouyoucos' Metode er baseret paa ved Hjælp af et Hydrometer (Aræometer, Fig. 3) at bestemme Vægtfylden i en Opslemning efter forskellige Sedimentationstider, hvorunder der kommer et Tidspunkt, efter 15 Min., da alt det opslemmede Materiale ligger i Størrelsesklassen mellem 0,02 og 0 mm og af ham anses for at være af kolloidal Beskaffenhed. Metoden blev første Gang beskrevet i April 1927¹, er derefter modificeret og bragt i Anvendelse paa stadig flere Egenskaber ved Jord, bl. a. til Udførelse af en detailleret mekanisk Analyse, hvorfor der er gjort Rede i en Række senere Meddelelser². Den seneste Udform-

¹ G. J. Bouyoucos: The Hydrometer as a New and Rapid Method for Determining of the Colloidal Contents of Soils. Soil Science XXIII. p. 319. April 1927.

² G. J. Bouyoucos: The Hydrometer Method for Studying Soils. Soil Science. XXV. p. 365. May 1928.

G. J. Bouyoucos: Making Mechanical Analysis of Soils in Fifteen Minutes. Ibid. XXV. p. 473, June 1928.

ning af Metoden, saaledes som den er fulgt her, er givet i Aug. 1930¹.

Det maa dog straks bemærkes, at Metoden, efter Forfatterens egne Angivelser, kun giver nøjagtige Resultater, hvor den anvendes paa mineralske Jorder, hvis organiske Stof er stærkt dekomponeret, medens den ikke slaar til over for Tørvejord og lignende Humusjorder. Den vil altsaa kun kunne anvendes for Hedejordernes dybere Lag, og sandsynligvis vil det organiske Stof i Allagene, navnlig i Humusalen, der jo har en helt anden Vægtfylde end de mineralske Bestanddele, gøre den uanvendelig her. Derimod skulde den egne sig vel for Leralsundersøgelserne, ikke blot til en finere mekanisk Analyse af disse Dannelser, men ogsaa til en kvantitativ Bestemmelse af deres Kolloidindhold. Overensstemmelserne mellem de Resultater, der er naaede ved denne og ANDREASSENS Metode paa disse rent mineralske Jordlag er da ogsaa ret tilfredsstillende, medens BOUYOUCOS' Metode har svigtet ved Undersøgelserne af de mere humusrige Hedejorder, hvor ganske naturligt Humusstoffernes ringe Vægtfylde i Sammenligning med de mineralske Bestanddele — som BOUYOUCOS selv jo ogsaa har forudsagt — vil gøre den uanvendelig².

En mere indgaaende Beskrivelse af Metoden skal derfor

G. J. BOUYOUCOS: The Hydrometer Method for Making a Very Detailed Mechanical Analysis of Soils. *Ibidem* XXVI. p. 233. Sept. 1928.

G. J. BOUYOUCOS: The Ultimate Natural Structure of Soils. *Ibid.* XXVIII. p. 27. July 1929.

G. J. BOUYOUCOS: The Indirect Determination of Various Soil Characteristics by the Hydrometer Method. *Ibid.* XXX. p. 267, Oct. 1930.

¹ G. J. BOUYOUCOS: A Comparison of the Hydrometer Method and the Pipette Method for Making Mechanical Analysis of Soils, with new Directions. *Journ. of the American Society of Agronomy*. Vol. 23. Aug. 1930.

² Se herom ogsaa HERMANN GESSNER: Die Schlämmanalyse. *Kolloidforschung in Einzeldarstellungen*. Begr. von R. ZUGMONDY, herausgegeben von H. FREUNDLICH. Bd. 10. 1931. p. 114.

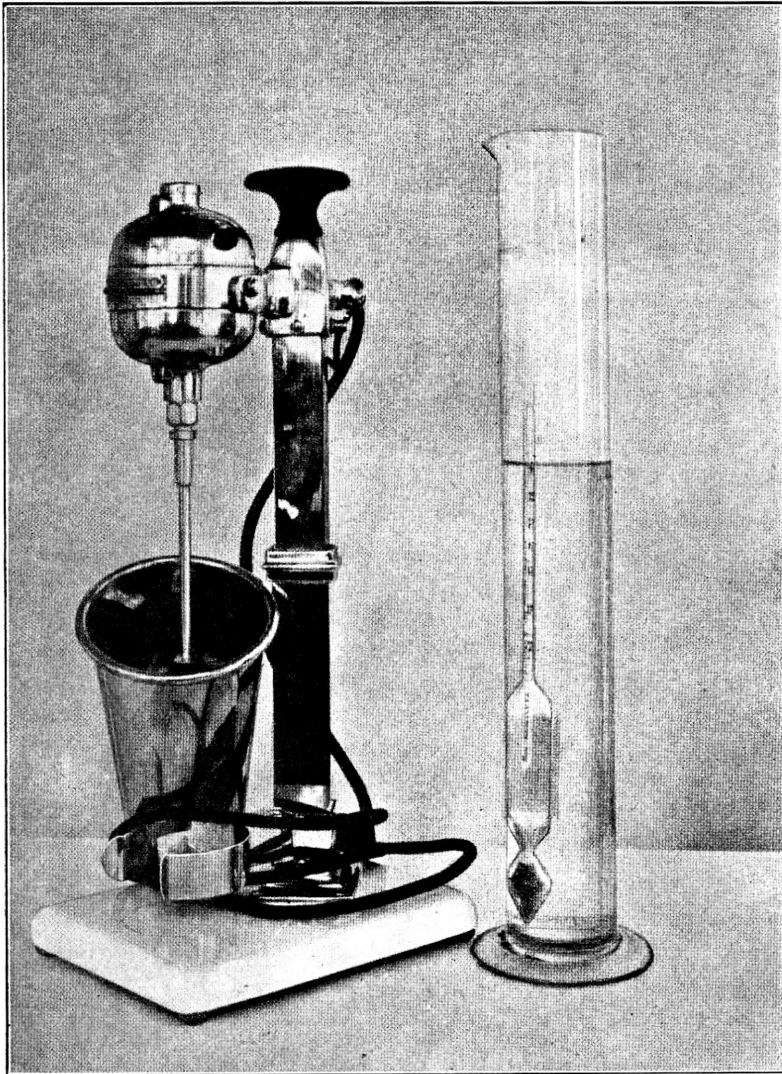


Fig. 3. BOUYOCOS' Dispersionsmaskine (til Venstre) og Hydrometer (til Højre).

Bouyoucos' Dispersing Machine (left), Cylinder and Hydrometer (right).

heller ikke gives her, men kun nogle Hovedtræk. Det anvendte, lufttørrede Materiale (Finjord under 2 mm) blev efter fornøden Udblødning anbragt i en Dispersionsmaskine (en Cocktail-mixer, Fig. 3), hvis Konstruktion BOUYOUCOS ogsaa nøje beskriver, og som blev anskaffet fra det Firma, han anbefaler. Efter Tilsætning af 5 cc af en mættet og filtreret Natriumoksalatopløsning og 5 cc normal Natriumhydroksyd (for at forhindre Flokkulationer) samt destilleret Vand op til $1\frac{1}{2}$ Tomme fra Dispersionsbeholderens øverste Rand er 50 gr Lerjord eller 100 gr Sand- og Hedejord kraftigt bearbejdede i den motordrevne Maskine, henholdsvis 5 Min. (for Sandjorder) og 10 Min. (for Lerjorder). Derefter er Indholdet skyllet over i et hertil særlig kalibreret Cylinderglas (se ogsaa Fig. 3), og Vand paafyldt til et bestemt Rumfang, det hele kraftigt omrystet ved at lukke Cylinderglasset med Haandfladen, og Flydevægten umiddelbart derefter anbragt til Aflæsning i Opslemningen. Denne første Aflæsning kan besørges i Løbet af 40 Sekunder, og hvad der sedimenterer indenfor et Tidsrum af 1 Minut (Partikelstørrelser over 0,08 mm), regnes for »Sand«. Lignende Aflæsninger foretoges efter 2, 5, 15, 30 og 60 Min., og hver Gang blev Flydevægten hurtigt sænket i Cylinderglasset, og umiddelbart efter at den var bragt saaledes i Ro, at Aflæsningen kunde foretages, blev den taget op igen og aftørret. Der sørgedes for, at det anvendte Vand havde en Temperatur af c. 20° (67 F°), men hvis Temperaturen afveg herfra, udførtes en Korrektion for Hydrometeraflæsningen. Hydrometret var kalibreret for Jorder, hvis Vægtfylder ligger omkring 2,68. Det siger da sig selv, at Resultaterne maa blive desmere afvigende, jo mere kolloidalt Humus, af Vægtfylden 1,3—1,4, der findes indblandet Jordprøven.

Medens de fleste her anførte »Humus«bestemmelser er udførte efter samme, KNOPS, Metode ved vaad Forbrænding som den, der blev anvendt under mine tidligere Undersøgelser over Hedejord¹, er enkelte Bestemmelser fra den senere Tid udførte efter den af TOVBORG JENSEN beskrevne kalorimetriske Metode², ved hvilken Jordprøverne (særlig naar de er humusfattige) blandes med omtrent deres egen Vægt pulveriseret Svovl og presses sammen til en lille Briket, der da forbrænder i Kalorimeterbomben under et Iltryk af 20 Atmosfærer for at opnaa den Temperatur, der er nødvendig for at faa Kulstoffet forbrændt fuldstændig til Kuldioksyd. Hvorledes Forbrændingsprodukterne absorberes, Sulfitet ved Brintoverilte iltes fuldstændigt til Sulfat, de efterfølgende Titrationer udføres, og man finder det endelige Kulstofindhold, fremgaar af den citerede Afhandling. En Række sammenlignende Analyser udførte efter denne og andre Metoder, bl. a. Kromsyreforbrændingen, viser den nøjeste Overensstemmelse, saa der er ingen Tvivl om, at denne for Jordbundsundersøgelser tilpassede kalorimetriske Bestemmelse af Kulstof egner sig fortræffeligt til Formaalet og vil frembyde en stor Besparelse i Tid uden Formindskelse af Nøjagtigheden i Forhold til de hidtil anvendte, langvarige, almindelige Forbrændingsmetoder. — Det vil i de følgende Analysetabeller blive specielt angivet, hvor TOVBORG JENSENS Metode er anvendt. Hvor intet saadant anføres, er Kromsyreforbrændingen benyttet.

¹ l. c. p. 40.

² S. TOVBORG JENSEN: Om Bestemmelse af Jordens Kulstofindhold ved Forbrænding i komprimeret Ilt. Tidsskr. for Planteavl 37 Bd. S. 151. 1931. Se ogsaa »Archiv für Pflanzenbau« Bd. VI. 1931. p. 299.

III. Jordbunden paa uberørt Hede. Grindsted Hedeslette.

A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser.

Det før omtalte Forsøgsareal, der blev stillet til min Disposition af Det danske Hedeselskab, ligger inde i Grindsted Plantage, c. 3 km N.N.Ø. for Grindsted By og 6 km S.S.Ø. for Sønder Omme, paa en ganske plan Hedeflade c. 41 m over Havfladen. Da det udtoges i Efteraaret 1929, var det bevokset med kraftig Lyng o. a. Planter, som det vil fremgaa af den følgende Profilbeskrivelse, og at der paa det fandtes en tæt baade Lyngskjold og Al, fremgik bl. a. af, at det klare Vand i det fugtige Efteraar stod over Arealet. Nærmere bestemt ligger det i den sydlige Del af en Trekant, der begrænses henholdsvis af Grindsted—Troldhede og af Grindsted—Silkeborg Jernbaner samt af Landevejen Vejle—Tarm mellem Filskov og Sønder Omme, mellem Sønderkær Bæk mod Syd og Simmelbæk mod Nord (se Fig. 4).

Hedeslettens Natur og geologiske Oprindelse er nøje beskrevne af V. MILTHERS¹.

Hvad E. DALGAS² betegnede som den store Sønder Omme Flade, har vore Geologer senere delt op i mindre Hedesletter, og den her omhandlede Lokalitet hører da til, hvad V. MILTHERS betegner som Grindsted Hedeslette (l. c. S. 93—95 og de dertil hørende Kort, se ogsaa Fig. 4).

Ifølge denne Forfatter hører den paagældende Flade til de senglaciale Dannelser, bestaaende af Ferskvands Sand uden paafølgende Flyvesand. Det skulde da være en yngre

¹ Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Bække, ved V. MILTHERS. Danmarks geologiske Undersøgelse. I. Række Nr. 15. København 1925.

² E. DALGAS: Geographiske Billeder fra Heden. København 1867.



Fig. 4. Fra Grindsted Hedeslette. Foroven et Stykke uberørt Calluna-Hede.
Forneden det skrælpøjede Forsøgsareal.

From Grindsted Heath-plain. Above Virgin Calluna-heath; below Ex-
perimental plot, superficially trenched.

Dannelse end den Flade, paa hvilken Skovsende Plantage er anlagt, og hvorfra jeg i mit sidste Arbejde havde hentet mit Hedeflademateriale. V. MILTHERS har nemlig i en senere Publikation¹ fremsat og begrundet den Opfattelse, at den Del af Brande-Paarup Fladen (hvilken han forøvrigt kalder Arnborg Hedeslette), der ligger omkring en Linje fra Skarrild til Sønder Omme (efter E. DALGAS hørende til Sønder Omme Fladen), har været dækket af Indlandsisen før den sidste Interglacialtid. Som Følge heraf maa det Parti af Hedesletten, hvorpaa Skovsende Plantage ligger, derfor være en betydeligt ældre Dannelse end den senglaciale Grindsted Hedeslette, hvilket ogsaa flere Ejendommeligheder ved denne sidste, som et gennemgaaende noget lavere Indhold af uorganiske Kolloider i Allagene og en ringere Stigning af de organiske Stoffers Indhold af Kvælstof med Dybden, ogsaa tyder paa.

Forsøgsarealets Form er et Rektangel paa 350×300 m, med Længderetning omtrent Nord—Syd (lidt hældende mod Nordøst og Sydvest), ialt paa 10,5 ha, hvorfra dog gaar et Midterbælte paa $\frac{1}{2}$ ha gennem Længderetningen. Paa denne Maade er Arealet inddelt i 10 Parceller à 1 ha med Bearbejdnings-, Kalknings- og Beplantningsformaal for Øje (se Fig. 5), og omtrent i Midten af hver af disse Parceller blev der d. 18. og 19. Novbr. 1929 — umiddelbart efter en Regnperiode — gravet et større Jordbundshul, hvorfra der dels blev optaget Profilbeskrivelser af de enkelte Lags (Horizonter) Udseende og Karakter samt foretaget Opmaaling af deres Tykkelse, dels udtaget Jordprøver fra disse Horisonter — A_1 , A_2 , A_3 , B_1 , (B_2) og C — til nærmere Undersøgelse i Laboratoriet. De forskellige Horisonter svarer til,

¹ V. MILTHERS: En jysk Hedeslette. Meddelelser fra Dansk geologisk Forening Bd. 7. S. 303. 1929.

hvad man i Almindelighed kalder Lyngskjolden eller Lyngmoren (A_1), Bleg- eller Blysand (A_2), Humusalen (A_3), Jernalen (B_1), Overgangen mellem Jernal og Undergrund (B_2) og den egentlige Undergrund (C). Der blev her lagt

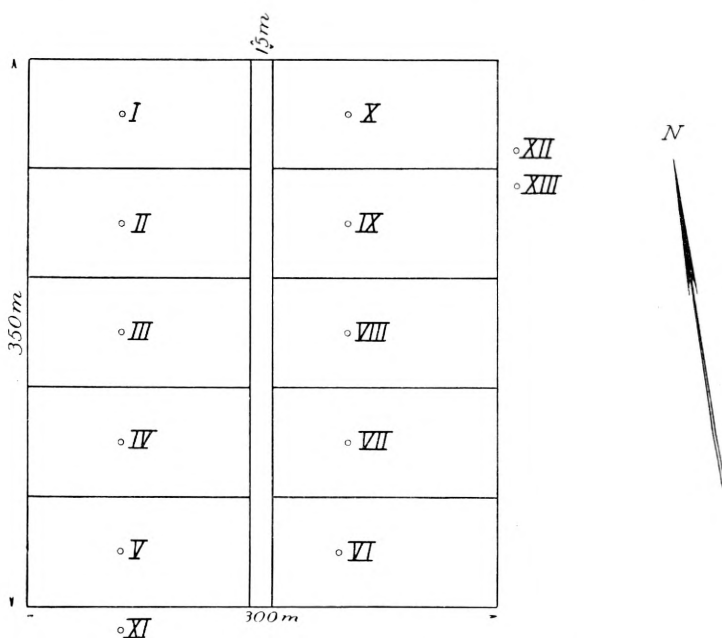


Fig. 5. Plan over Forsøgsarealet paa Grindsted Hedeslette.
Romertallene svarer til de aabnede Profiler (I—XIII).

Plan of Experimental Area, Grindsted Heath.
Roman numerals indicate the opened profiles (I—XIII).

Vægt paa nøje at holde disse Lag adskilte, hvilket ikke var sket i mine tidligere offentliggjorte Undersøgelser.

Hvor ensartet det paagældende Forsøgsareal var, vil fremgaa af efterfølgende Profilbeskrivelser, der ligesom Udtagelsen af Jordprøverne er foretagne af Assistent, Forstkandidat CECIL TRESCHOW og her anføres efter hans Dagbog.

Profilbeskrivelser.

Parcel Nr. I.

Ret kraftig Vegetation af Hedelyng, isprængt rigeligt Rensdyrlav. Ret megen Tuegræs (*Carex*-Arter), særlig umiddelbart omkring Jordbundshullet.

Over Lyngskjolden¹ overalt Vand (det havde regnet kraftigt Dagen forinden), der ikke har kunnet synke, og i det gravede Hul iagttages det, at Vandet siver ud lige over Alen, som det øjensynlig ikke kan trænge igennem.

Profilen.

- 0—10 cm. Sort-brun Lyngskjold, der ret ujævnt gaar over i Bleg-sandslaget.
- 10—13 cm. Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
- 13—18 cm. Blegsand, med temmelig mange humøse Partikler, særlig i det øverste Lag. Enkelte ærtestore, ret skarpe Sten (Kvarts). Meget skarp Overgang til Allaget.
- 18—24 cm. Sort Humusal, de øverste 2 cm med mange hvide Korn, men meget haard og fast.
- 24—31 cm. Jernal, der forneden gaar ret ujævnt over i Undergrunden og sender mange, ca. 70—80 cm lange, Tunger ned deri. Jernalen er rødligbrun, grynet og ret skør. 2—3 Gleistriber (vandrette).
- 31—65 cm. Overgang til Undergrund. Groft, storkornet, marmoreret Sand, med 3—4 tydelige Gleistriber. Enkelte mindre Sten.
- 65 cm og derunder. Undergrund af lysere gulbrunt Sand, meget groft, nærmest stenfast.

Parcel Nr. II.

Hist og her ret svag Lyng med megen Rensdyrlav. Ellers ret kraftig, ren Hedelyng. Overfladen i Modsætning til Parcel I tør, men Allaget i Profilen er dog meget fugtigt. Vand siver stadig ud ved dets Overflade.

Profilen.

- 0—11 cm. Sort til sort-brun Lyngskjold.
- 11—15 cm. Overgangslag mellem Lyngskjold og Blegsand.
- 15—25 cm. Blegsand, ret lyst med ret mange Smaasten, enkelte ret store. Skarp Overgang til Allaget.

¹ Udtrykkene »Lyngskjold« og »Lyngmor«, der bruges i Flæng, betyder det samme.

- 25—32 cm. Humusal, øverst med mange hvide Korn. Sort, fast og ganske haard.
- 32—40 cm. Jernal, med enkelte Smaasten, rødbrun, skør og grynet.
- 40—70 cm. Stærkt marmoreret Overgang til Undergrund med ujævn Grænse mod Allaget. Mange lange Altunger, 2—3 Glestriber. Faa, men ret store, kantede Sten.
- 70 cm og nedefter. Undergrund af lyst, gulbrunt, meget groft Sand.

Parcel Nr. III.

Kraftig Lyng med rigeligt Rensdyrlav. Overfladen ret tør.

Profilen.

- 0— 8 cm. Sort, tørveagtig Lyngskjold.
- 8—13 cm. Lidt ujævnt Bælte, der danner Overgang til det egentlige Blegsandslag.
- 13—19 cm. Blegsand med ret mange mindre Sten, skarpt afgrænset mod Allaget.
- 19—26 cm. Meget haard, sort Humusal, øverst med mange hvide Korn, gaar ret skarpt over i Jernalen.
- 26—33 cm. Jernal, rødbrun, øverst lidt tørveagtig, længere nede skør og grynet, med en Del Smaasten.
- 33—60 cm. Overgang til Undergrund. Rødbrunt, storkornet Sand med ret korte Altunger og 4—5 Glestriber.
- 60 cm og derunder. Undergrund af lyst, næsten hvidgult Sand af nogen anden Beskaffenhed end i Parcel I og II, ret groft og storkornet.

Parcel Nr. IV.

Ret kraftig Lyng med svag Indblanding af Rensdyrlav. Hist og her Tyttebær og Revling. Overfladen ganske tør.

Profilen.

- 0— 8 cm. Sort Lyngskjold.
- 8—12 cm. Ujævn Overgang mellem Blegsand og Lyngskjold.
- 12—20 cm. Ret svær Blegsand, rent, uden større Indblanding af Humus. Skarp Grænse mod Allaget.
- 20—26 cm. Humusal, sort tørveagtig, meget haard og fast, ret skarpt afgrænset mod Jernalen.
- 26—34 cm. Sortbrun Jernal med enkelte Smaasten, ret grynet og skør.
- 34—55 cm. Overgang til Undergrund. Rødgult og marmoreret Sand,

uden Gleistriber og kun med en enkelt Altunge i Profilen og en Del større og mindre Sten.
55 cm og derunder. Undergrund af lyst, gult Sand, meget groft.

Parcel Nr. V.

Kraftig Lyng med ret stærk Indblanding af Revling. Hist og her Tyttebær. Noget Rensdyrlav. Overfladen tør.

Profilen.

- 0— 8 cm. Sort Lyngskjold.
- 8—12 cm. Ujævn Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
- 12—22 cm. Blegsand med mange skarpe og ret store Sten (Kvartsiteer). Skarpt afgrænset mod Humusalen.
- 22—30 cm. Humusal, meget haard, i nederste Del mange, ret store Sten.
- 30—34 cm. Jernal, rødbrun, skør og grynet, med temmelig mange Sten.
- 34—70 cm. Marmoreret Overgang til Undergrund af ret groft Sand, foroven med mange ret store Sten, enkelte 20—30 cm lange Altunger. 1 enkelt Glestribe i 60 cm Dybde.
- 70 cm og derunder. Undergrund af lyst, meget groft, rødligbrunt Sand.

Parcel Nr. VI.

Ret kraftig Lyng med nogen Indblanding af Rensdyrlav. Temmelig meget Græs i Tuer over den vestre Del af Parcellen. Paa Overfladen meget Vand, der ikke har kunnet trænge igennem Lyngskjolden.

Profilen.

- 0— 8 cm. Sort Lyngskjold.
- 8—12 cm. Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
- 12—16 cm. Blegsand uden Sten, skarpt afgrænset mod Allaget.
- 16—24 cm. Humusal, meget haard og fast, øverst med mange hvide Korn.
- 24—30 cm. Jernal, rødbrun, og ret tørveagtig, med nogle baade runde og skarpe, større og mindre Sten, skør og grynet.
- 30—68 cm. Overgang til Undergrund, stærkt marmoreret. Sand med lange Altunger. Ingen Glestribes. Nogle Sten.
- 68 cm og derunder. Undergrund af meget groft, lysegult Sand, uden Sten.

Parcel Nr. VII.

Lyng med ret kraftig Indblanding af Rensdyrlav, hist og her smaa Tuer af *Carex*, Overfladen næsten tør.

Profilen.

- 0— 8 cm. Sort Lyngskjold.
- 8—12 cm. Overgang mellem Lyng og Blegsand, med en Del Smaasten.
- 12—18 cm. Blegsand med mange store, skarpe, mest gule Sten, skarpt afgrænset mod Allaget.
- 18—23 cm. Humusal, meget haard og fast. Hist og her enkelte mindre Sten. Ogsaa ret skarpt afgrænset mod Jernalen.
- 23—29 cm. Jernal, rødbrun, foroven lidt tørveagtig, nederst skør og grynet, med temmelig mange Sten.
- 29—68 cm. Stærkt flammet Overgang til Undergrund med meget lange Altunger, ingen Glestriber, nederste Del en ret særpræget, rødgul Zone.
- 68 cm og derunder. Undergrund af rent gult Sand, meget groft og uden Sten.

Parcel Nr. VIII.

Mod Syd ret stor, sumpet Strækning uden Lyng (med Græs og Sten). Ellers kraftig Lyng med jævn Indblanding af Revling og Rensdyrlav. Hist og her *Carex*. Ret fugtigt. Meget Vand siver ud over Allaget.

Profilen.

- 0—11 cm. Sort til sortbrun Lyngskjold.
- 11—14 cm. Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
- 14—24 cm. Blegsand med meget faa Sten, smaa og skarpe. Skarp Overgang til Allaget.
- 24—34 cm. Meget haard og fast Humusal, skarpt afgrænset mod Jernalen.
- 34—38 cm. Rød og rødbrun Jernal med faa ærtestore Sten, foroven ret tørveagtig, længere nede skør og grynet.
- 38—80 cm. Stærkt marmoreret Overgang til Undergrund med Netværk af Altunger. Ingen udprægede Glestriber. Rødbrunt til gulbrunt Sand.
- 80 cm og derunder. Undergrund af lyst, gult og meget groft Sand.

Parcel Nr. IX.

Kraftig Lyng, hist og her lidt Indblanding af Tuegræs, Revling og Rensdyrlav. Overfladen tør.

Profilen.

- 0—7 cm. Lyngskjold, sort til sortbrun.
 7—11 cm. Ujævn Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
 11—15 cm. Blegsand med mange smaa, skarpe, hvide og gullige Sten, skarpt afgrænset mod Allaget.
 15—25 cm. Humusal, sort og temmelig haard, ret skarpt afgrænset mod Jernalen.
 25—30 cm. Jernalen brun til rødbrun, meget skør og grynet, særlig forneden, indeholder mange, ret store, næsten udelukkende gule Sten.
 30—70 cm. Overgang til Undergrunden marmoreret, med mange lange Altunger. Brunt til rødgult Sand. En Del større og mindre Sten. En enkelt tydelig Gleistribe.
 70 cm og derunder. Undergrund af rødgult Sand.

Parcel Nr. X.

Temmelig kraftig Lyng, men med stærk Indblanding af Rensdyrlav. Hist og her Revling. Paa Overfladen Vand, der ikke har kunnet trænge igennem Allaget.

Profilen.

- 0—10 cm. Sort til sortbrun Lyngskjold.
 10—13 cm. Ujævn Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand.
 13—20 cm. Blegsand, med ret store, skarpe, hvide og gule Sten, indtil valnødstore, skarpt afgrænset mod Allaget.
 20—27 cm. Sort Humusal, haard og fast, men med en Del store Sten.
 27—34 cm. Ret haard Jernal, forneden noget skørere og mere grynet i nederste Del.
 34—72 cm. Overgang til Undergrund af meget stærkt marmoreret, rødgult Sand, med lange Altunger. Ingen Glestriber.
 72 cm og derunder. Undergrund af lyst, gult og meget groft Sand.

Som man af ovennævnte Profilbeskrivelser kan dømme, er Arealet tilsyneladende meget ensartet. Tykkelsen af de forskellige Lag varierer kun ganske ubetydeligt. Floraen er gennemgaaende ret kraftig Hedelyng, med pletvis Indblanding af hovedsagelig Rensdyrlav, lidt Tyttebær, Revling og *Carex*. Der er nogen Variation i Stenholdigheden

fra Parcel til Parcel, men intet Sted bliver denne dog særlig udpræget. Ligeledes varierer den øjeblikkelige Fugtighedstilstand noget fra Parcel til Parcel, for hvilket der er gjort nærmere Rede under hver enkelt Profilbeskrivelse.

Men desuden findes der rundt om paa Parcellerne nogle smaa, helt græsbevoksede, omtrent cirkelrunde Pletter, uden en Lyngplante, ca. 2 m i Diam., ret jævnt fordelte over Arealet.

En af disse Pletter (Parcel XI) beliggende Syd for Forsøgsarealet tæt ved Parcel V (se Fig. 5) blev nærmere undersøgt og beskrevet, idet der blev gravet et Jordbundshul i den, saaledes at man fik Profilen baade af selve Pletten og af den tilstødende, lyngbevoksede Jord. Den viste da det ejendommelige Billede, at i selve det græsklædte Hul fandtes intet Allag eller overhovedet ingen tilsyneladende Podsolering udover en 0—12 cm tyk Græstørv, som ret jævnt gik over i et tilsyneladende blegsandsagtigt Lag, der dog fortsattes uafbrudt, i hvert Fald saa dybt, Jordbundshullet var (over 1 m).

Lige paa Overgangen mellem det lyngklædte og græsbevoksede Areal fandtes der under den her c. 10—15 cm tykke Lyng- eller Græstørv et meget svært blegsandsagtigt Lag ned til c. 65 cm, hvor der fandtes en 1—2 cm tyk Alstribbe. Denne Al var skør og grynet, rødlig, nærmest som Jernal. Allerede 35 cm ind i det lyngbeklædte Areal er Allaget steget op til 35 cm Højde og er allerede 10 cm tykt, delt i en 5 cm tyk Humusal og en 5 cm tyk Jernal. Den hele Dannelse ligner saaledes en Gryde uden Bund. 50 cm indenfor dens Rand har vi ganske det normale Billede af den omgivende Hedeflade. Følgende Prøver blev udtagne:

Profil Nr. XI.

A. Den græsbevoksede Plet.

Horizont	A ₁	0—12 cm.	Græstørv.		
—	A ₂	ca. 20	-	Blegsandslignende Sand.	
—	A ₂	- 40	-	—	—
—	A ₂	- 60	-	—	—
—	A ₂	- 100	-	—	—

B. Overgang mellem Græs og Lyng.

Horizont	A ₁	0—10 cm.	Lyngskjold.
—	B ₂	10—65	- Blegsand.
—	A ₃ -B ₁	65—67	- Allag.
—	C	67 cm og derunder.	Groft Sand, egentlig Undergrund.

(Se nærmere Tabel XIV).

En Sammenstilling af Lagenes Tykkelse i de forskellige Profiler giver ligeledes godt Begreb om Ensartetheden i det paagældende Areal, idet de enkelte Maal i Regelen kun afviger meget lidt fra Gennemsnittet.

Størst Variation er der i Blegsandslagets Tykkelse, der med et Gennemsnit paa 7,0 cm varierer fra 10 cm til 4 cm. Allaget varierer nærmest kun, naar man sondrer mellem Humusal- og Jernal, idet Humusal med Gennemsnitstykkelse paa 7,4 varierer fra 10—5 cm, og Jernal med Gennemsnitstykkelse paa 6,2 cm varierer fra 8—4 cm. Men tager man de to Aldannelser sammen under eet, finder vi en Gennemsnitstykkelse paa 13,6 cm og kun en Variation fra 15—11 cm.

Lyngskjolden har en Gennemsnitstykkelse paa 8,9 cm og varierer fra 7—11 cm, altsaa ogsaa kun ganske ubetydeligt. Den egentlige Undergrund (det rene, grove Sand uden Spor fra de øvre Lag) begynder gennemsnitlig ved 67,8 cm Dybde, varierende fra 55—80 cm.

Arealet maa da (ogsaa med Hensyn til den før beskrevne Flora) siges at være ganske overordentlig homogent,

Samlet Oversigt over Profilerne I—X i
Grindsted Hedeslette.

General aspect of Profiles I—X, Grindsted Heath.

Tykkelsen af de forskellige Lag.

Thickness of the various layers.

Profil Nr. Profile, No.	Lyngskjold Raw humus	Overgang til Bleg- sand Transition to Bleached Sand	Blegsand Bleached Sand	Humusal Humus Hardpan	Jernal Iron Hardpan	Hele Allaget Entire Hardpan layer	Overgang mellem Jernal og Undergr. Transition betw. Iron Hardpan and Subsoil	Egentlig Undergr. begynder ved The Subsoil proper begins at
Horizonte Horizons	A ₁	A ₁ -A ₂	A ₂	A ₃	B ₁	A ₃ -B ₁	B ₂	C
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
I	10	3	6	6	7	13	33	65
II	11	4	10	7	8	15	30	70
III	8	5	6	7	7	14	27	60
IV	8	4	8	6	8	14	21	55
V	8	4	10	8	4	12	36	70
VI	8	4	4	8	6	14	38	68
VII	8	4	6	5	6	11	39	68
VIII	11	3	10	10	4	14	42	80
IX	7	4	4	10	5	15	40	70
X	10	3	7	7	7	14	38	72
Gennemsnit af samtl. Prøver. Average of Total Samples	8,9	3,8	7,0	7,4	6,2	13,6	34,4	67,8

med en god, ret tyk Lyngskjold og et særdeles kraftigt Allag.

Der kan da i de fremtidige Forsøg, hvad Jordbunden angaar, antagelig kun fremkomme Uregelmæssigheder grundet paa de før omtalte smaa, cirkelrunde, græsklædte Pletter uden Podsolering. Disse er imidlertid ganske nøje kortlagte og deres eventuelle Indflydelse kan forfølges.

Hvis man da gaar ud fra, at en kraftig, humusrig Lyngskjold og en ligeledes kraftig, med uorganiske Kolloider

velforsynet Al — som disse Beskrivelser og de efterfølgende Analyser bekræfter — er værdifulde Elementer i en Hedejord, især naar Allagene ikke ligger dybere (og i saa forholdsvis ensartet Dybde) end i det foreliggende Tilfælde, skulde man da her have for sig en Hede, der er særdeles velegnet til Opdyrkning (eller Beplantning). I den omgivende Plantage, der er anlagt paa reolpløjet Bund, men uden noget Tilskud af Kalk, har Væksten af Hovedtræarterne, Bjergfyr og Rødgran, ogsaa været tilfredsstillende.

Efter Afsætningen af det beskrevne Forsøgsareal, hvor Lyngen blev afbrændt, og der blev skrælplojet i Febr. 1930, blev der lige udenfor (se Planen Fig. 5), i den ellers endnu urørte Hede, blot c. 10 m fra Forsøgsarealets østlige Grænse og med en indbyrdes Afstand af ogsaa c. 10 m, i Novbr. 1930 udgravet 2 Blokke (Profilerne XII og XIII) paa 60 cm Dybde og 30×30 cm i Flademaal, som omhyggeligt blev nedbragte i Trækasser og forsendte til København, uden at der skete mindste Forstyrrelse i Lagenes indbyrdes Lejrning eller oprindelige Struktur.

Ogsaa dette Arbejde blev udført af Assistent TRESCHOW, der har givet følgende Beskrivelse af de to Profiler:

Profil Nr. XII.

Kraftig Vegetation af Lyng, hist og her isprængt Tyttebær.

- 0—6 cm. Sort til sortbrun Lyngskjold, der ret jævnt gaar over i Blegsandslaget.
- 6—10 cm. Overgang mellem Lyngskjold og Blegsand, jævnt aftagende i Farveintensitet nedefter.
- 10—15 cm. Blegsand med smaa, indtil ærtestore, runde Sten. Enkelte større, skarpe, gule Sten. Temmelig mange Humuspartikler i det meste af Laget, dog særlig i dets øverste Parti, saa det faar et svagt lila Skær.
- 15—20 cm. Sort Humusal, ret skarpt afgrænset mod Blegsandet og ligeledes ret skarpt afgrænset mod Jernalen nedefter. Meget kompakt og fast, nærmest stenfri.

- 22—27 cm. Brun til rødbrun Jernal af grynet Konsistens, der ret skarpt gaar over i det stærkt marmorerede Overgangslag til den egentlige Undergrund. En Del mindre, skarpe og runde Sten.
- 27—58 cm. Overgang til Undergrund, stærkt marmoreret, groft og storkornet Sand. Ingen egentlige Glestriber, men Pletter og kortere mørktfarvede Striber.
- 58 cm og derunder. Undergrund af groft, lysere Sand.

Profil Nr. XIII.

Kraftig Vegetation af Lyng.

- 0— 7 cm. Sort, kraftig Lyngskjold, der gaar ret jævnt over i Blegsandslaget.
- 7—10 cm. Overgang mellem Blegsand og Lyngskjold med svagt lilla Skær.
- 10—21 cm. Blegsand, ret tykt og gennemgaaende rent, med kun faa Sten.
- 21—30 cm. Sort Humusal, ret skarpt afgrænset mod Blegsandet, men den horizontale Grænselinje er ikke, som sædvanlig, helt vandret, idet den skyder en Tunge af Blegsand nogle cm ned i det øverste af Allaget. Alen fast og haard, ret skarpt afgrænset mod Jernalen, men med lange (indtil 50 cm) Tunger ned gennem Jernalen mod Undergrunden.
- 30—35 cm. Jernal, mørkebrun, af skørere, mere grynet Konsistens, gaaende jævnt over i Overgangslaget til Undergrunden.
- 35—60 cm. Overgang til Undergrund, bestaaende af storkornet, groft Sand, mørkt marmoreret, men uden tydelige Glestriber.
- 60 cm og derunder. Undergrund af groft, lysere Sand.

Disse to meget smukke og karakteristiske Profiler er dels fotograferede (Fig. 6 og 7), dels af Malerinde Fru B. STRUBBERG tegnede i deres naturlige Størrelse og farvelagt med deres naturlige Farve, som vist paa Tavle I (Fig. 8—9). I Fig. 6 er blot foretaget den Ændring i Profilens naturlige Udseende, at Jernallaget (Profil XII), der tilfældigt var afbrudt paa den i Kassen blottede Overflade og i Virkeligheden kun fremtraadte i c. $\frac{1}{3}$ af Profilens Bredde, er trukket helt over, saaledes som det i Almindelighed fore-

findes paa denne Lokalitet og ogsaa her fandtes dybere inde i Blokken, som et sammenhængende Lag. Af de her gen-



Fig. 6. Profil XII.



Fig. 7. Profil XIII.

Profiler fra Grindsted Hedeslette.

Begge Profiler er aabnede lige udenfor Forsøgsarealet (se Fig. 5). I Fig. 6 ses den firkantede Tap af Jernal under Humusalen. I Fig. 7 en lysere Klump af Jernal midt i Billedet og to mørkfarvede Altunger henholdsvis midt i og til Højre i Billedet. Begge Fotografier er gengivne i $\frac{1}{6}$ nat. St.

Profiles from Grindsted Heath.

Both profiles have been opened just outside the experiment area (see Fig. 5). Fig. 6 shows the square proliferation of iron hardpan below the humus hardpan. Fig. 7 shows a lighter aggregation of iron hardpan in the center of the picture and two darker tongues of hardpan in the center and to the right of the picture respectively. Both photographs are $\frac{1}{6}$ nat. size.

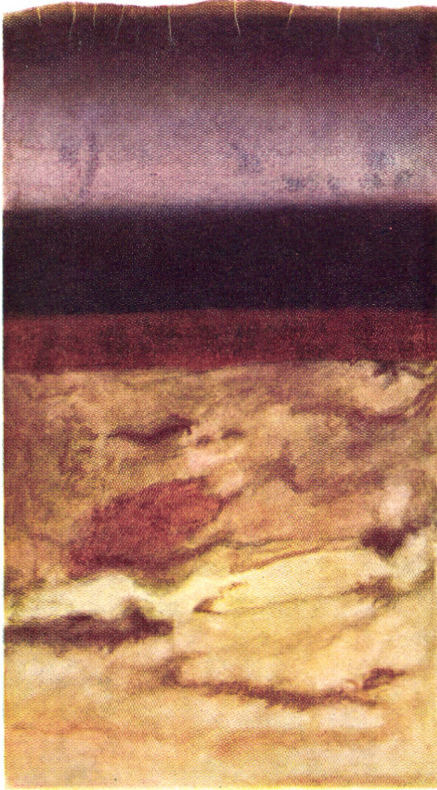
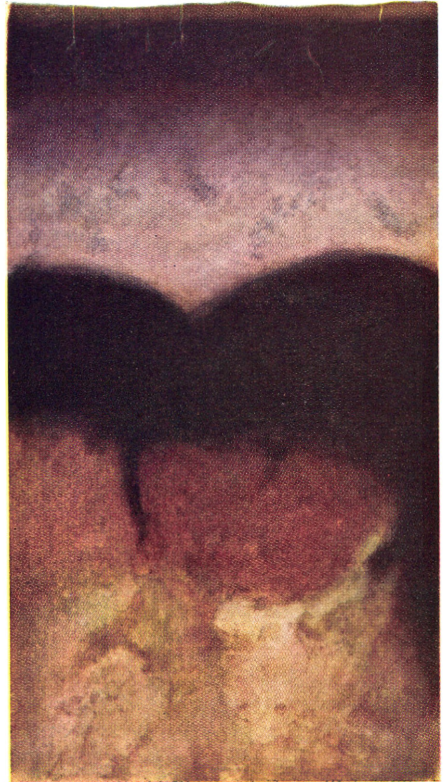


Fig. 8 (Profil XII).



B. Strubberg pinx.

Fig. 9 (Profil XIII).

Samme Profiler som i Figg. 6 og 7, farvelagte med deres naturlige Farver i fugtig Tilstand, men Jernallaget i Fig. 8 er trukket over til begge Sider (se Teksten).
 $\frac{1}{8}$ nat. St.

Same profiles as in Figs. 6 and 7 coloured according to nature, while moist. The iron hardpan aggregation in Fig. 8 continues on both sides. $\frac{1}{8}$ nat. size.

givne Fotografier, der svarer til de to farvelagte Billeder, viser da Fig. 6 ogsaa Jernalen som en fra Humusalen skarpt afgrænset rektangulær Tap, der rager ned i det underliggende Sand. Ved sine rødbrune Farver var den oventil skarpt afgrænset fra den overliggende sorte Humusal, og de to Lag lod sig let adskille ved et blankt skinnende Grænselag, som en tynd Blikplade, hvilket er et for Alens Bygning almindeligt forekommende Fænomen. I Fig. 7 og 9 ses længst til Højre en af de saa hyppigt forekommende dybtgaaende Altunger, og i begge Fotografier saavel som paa de farvelagte Billeder ses tydeligt den marmorerede Tegning, som Overgangslaget mellem Jernalen og Undergrunden sædvanligvis har. Desværre har de fotografisk gengivne Profiler, særlig den paa Fig. 7, faaet en lidt skæv Form, fordi det anvendte Kameras Linse ikke er kommen til at staa ganske parallelt med Jordoverfladen i de aabnede Kasser. Men bortset fra den i sig selv uvæsentlige Forskydning af Profilernes Konturer giver de to Fotografier dog et typisk Billede af den uberørte, podsolerede Hedejords Struktur. Maalene paa de forskellige Lags Tykkelse falder ogsaa saa nøje sammen med de Maal, der er anførte for de 10 første Profiler, saa de ikke vilde forandre de af disse udregnede Gennemsnitstal paa nævneværdig Maade.

Formaalet med Udtagelsen af disse to Jordblokke var forøvrigt at skaffe Materiale til Udførelse af saadanne Bestemmelser, der ikke lader sig anstille paa mindre Prøver, udtagne ude i Marken, men kun paa Materiale, der har sin naturlige Lejring paa det Tidspunkt, da Laboratorieundersøgelsen skal foretages. Dette gælder bl. a. Bestemmelsen af Volumenvægt og Porevolumen, som det har sin store Interesse at faa udført for at vinde en dybere Forstaaelse af nogle af Hedejordens oprindelige Egenskaber, og som alene kan

danne et sikkert Udgangspunkt for Beregningen af de absolute Mængder af saadanne Stoffer som Kvælstoffet, der betyder en økonomisk set saa betydningsfuld Bestanddel af Hedejorden.

B. Resultater af Undersøgelserne.

Ligesom i mine tidligere (1929) offentliggjorte Undersøgelser over danske Hedejorder er Raamaterialet til de Slutninger, der kan uddrages af de her foreliggende Undersøgelser, nedlagte i en Række Tabeller, der giver en mere samlet Oversigt over de udførte Bestemmelser. Men da Tallene fra forskellige Tabeller ofte først ved Sammenstillinger, ved Udregninger og grafiske Fremstillinger kommer til at kaste Lys over eller give en dybere Forstaaelse af de paagældende Jorders Egenskaber og Oprindelse, skal de ogsaa her i det følgende gøres til Genstand for en saadan Bearbejdelse. Skønt det ofte kan have sin Interesse at sammenstille Resultaterne af Undersøgelserne af de 3 Jordbundstyper, hvorom der i nærværende Afhandling er Tale, skal de dog behandles hver for sig. Man vil da altid selv kunne foretage saadanne Sammenligninger af mere speciel Interesse, medens Ligheder eller Forskelligheder af mere almen Betydning vil blive fremhævede, hvor der maatte blive Anledning dertil. I dette Afsnit behandles derfor kun Hedejordens Egenskaber.

Som nævnt i Indledningen frembød den Lokalitet, hvorfra jeg har faaet Materiale til disse Undersøgelser, den store Fordel at repræsentere ganske urørt, jomfruelig Jord fra en Hedeblade, Grindsted Hedeslette, hvor alle Horisonter laa i deres naturlige Lejring, og hvorfra det ogsaa lykkedes at faa udtaget og sendt til mit Laboratorium Blokke, der havde bevaret hele deres oprindelige Struktur. Paa disse

sidste kunde der derfor udføres Bestemmelser, som var meget ønskelige, men som paa mit tidligere Materiale ikke havde kunnet foretages. Og de tidligere udførte Bestemmelser kunde i de iøvrigt udtagne mindre Jordprøver anderledes sikkert lokaliseres til skarpere adskilte, vel karakteriserede Lag.

1. Fysiske Bestemmelser.

a. **Vægtfylden** af de forskellige Lag i en Hedejordsprofil frembyder en ikke ringe Interesse, hvorfor der blev udført Pyknometerbestemmelser heraf i et saa stort Antal Prøver, at de med betydelig Sikkerhed kan angives at have almengyldig Værdi for de paagældende Lokalteter. Prøverne er udtagne i 7 af de i selve Forsøgsarealet aabnede 10 Profiler og i saadanne Dybder, at de kan siges at repræsentere rene Horisonter, idet f. Eks. Overgangsbæltet mellem Lyngskjold og Blegsand samt mellem Jernalen og den rene uforvitrede Undergrund er udeladte.

De udførte Bestemmelser gav følgende Resultater:

Tabel I. Vægtfyldebestemmelser.

Table I. Specific gravity determinations.

Profil Profile	Lag Layer	Horizont Horizon	Dybde Depth	Vægtfylde Specific gravity
Nr. IV	Lyngskjold Raw humus	A ₁	1— 8 cm	1,84
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	12—20 -	2,61
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	20—26 -	2,23
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	26—34 -	2,69
—	Undergrund Subsoil	C	55— -	2,74

Tabel I (fortsat, continued).

Profil Profile	Lag Layer	Horizont Horizon	Dybde Depth	Vægtfylde Specific gravity
Nr. V	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0— 8 cm	1,86
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	12—22 -	2,91
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	22—30 -	2,39
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	30—34 -	2,66
—	Undergrund Subsoil	C	60— -	2,71
Nr. VI	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0— 8 cm	1,99
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	12—16 -	2,88
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	16—24 -	2,29
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	24—30 -	2,77
—	Undergrund Subsoil	C	60— ²	2,71
Nr. VII	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0— 8 cm	1,82
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	12—18 -	2,60
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	18—23 -	2,59
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	23—29 -	2,58
—	Undergrund Subsoil	C	68— -	2,71
Nr. VIII	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0—11 cm	1,90
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	14—24 -	2,77
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	24—34 -	2,42
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	34—38 -	2,58
—	Undergrund Subsoil	C	80— -	2,60

Tabel I (fortsat, continued).

Profil Profile	Lag Layer	Horizont Horizon	Dybde Depth	Vægtfylde Specific gravity
Nr. IX	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0—7 cm	1,92
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	11—15 -	—
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	15—25 -	2,31
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	25—30 -	2,59
—	Undergrund Subsoil	C	70— -	—
Nr. X	Lyngskjold Raw humus	A ₁	0—10 cm	1,79
—	Blegsand Bleached sand	A ₂	13—20 -	2,59
—	Humusal Humus hardpan	A ₃	20—27 -	2,24
—	Jernal Iron hardpan	B ₁	27—37 -	2,58
—	Undergrund Subsoil	C	72— -	—

Gennemsnittet af disse Vægtfylder bliver da
Average of specific gravities

For Lyngskjolden (Raw humus)	1,88
— Blegsandet (Bleached sand)	2,73
— Humusalen (Humus hardpan)	2,35
— Jernalen (Iron hardpan)	2,64
— Undergrunden (Subsoil)	2,67

De forholdsvis meget smaa Variationer i Vægtfylden af tilsvarende Horisonter i forskellige Profiler giver formentlig et tilforladeligt Grundlag for Sikkerheden af de udførte Bestemmelser. Man maa nemlig ikke glemme, at der i Lyngskjolden findes indblandet en vis — men naturligvis varierende — Mængde Sand, tilført ved Paafygning, at der

i Blegsandet altid findes nedslemmet en vis — men ligeledes varierende — Mængde organiske Partikler, at Kolloidhinderne om Mineralpartiklerne i Allagene i større eller mindre Grad kan være af organisk Natur (Humussyrer), hvorfor Humusalen ogsaa gennemgaaende har en tydelig ringere Vægtfylde end Jernalen, og at det indbyrdes Forhold mellem Kiselsyre, Aluminium- og Jernhydroksyd i Allagenes Kolloidhinder kan influere paa Vægtfylderne. Men paa den anden Side kan de ganske smaa Mængder, der udtages til en Pyknometerbestemmelse, dog hver især afvige saa meget fra de Gennemsnitsprøver, der er udtagne til Humus- og Kolloidbestemmelser, at man ikke maa vente at finde disse Korrelationer klart udtalte ved en Sammenstilling af de paagældende Analyseresultater.

Efter E. RAMANN¹ har de vigtigste Bestanddele, der kan forekomme i saadanne Jordbundstyper, følgende Enkeltvægtfylder:

Humus (efter SCHÜBLER)	1,37	Kvartssand	2,50—2,80
Tørv (— LANG)	1,26	Jerniltehydrat .	3,73
— (— WOLLNY)	1,46	Forskellige Sili-	
		kater	2,50—3,50

Vi ser da, at Vægtfylderne for Lyngskjolden, der for en stor Del bestaar af »Humus«, men altid indeholder en noget større Mængde Kvartskorn, og for Blegsandet, der væsentligst bestaar af næsten rent Kvarts, egentlig stemmer meget smukt med de Tal, der er gengivne hos RAMANN, og naar Humusalens Vægtfylde ligger lavere end baade Blegsandets, Jernalens og Undergrundens, finder dette ogsaa sin tilfredsstillende Forklaring gennem den relativt store Ind-

¹ E. RAMANN: Bodenkunde. III. Aufl. 1911. S. 316.

blanding af Humusstoffer i Forbindelse med varierende Mængder af Aluminium- og Jernhydroksyd.

Hvorledes saa den samlede Jords Vægtfylde i dens naturlige Struktur eller dens Volumenvægt endelig bliver, kræver imidlertid en særlig Bestemmelse.

b. **Volumenvægten** af og det dermed i Forbindelse staaende **Porevolumen** i en Jord er ogsaa Egenskaber af den største Interesse for Bedømmelsen af en Jordbunds Kulturværdi. Men dette sidste Spørgsmaal er i det foreliggende Tilfælde noget kompliceret at udrede.

I en almindelig dyrket Jord er det af afgørende Betydning for Planternes Trivsel, at Jordbundens Bestanddele ikke er for fast indbyrdes lejrede, saa der til enhver Tid kan være et for Røddernes Respiration fornødent Kvantum Ilt til Raadighed. De Mellemrum mellem de faste Partikler, der tilsammen udgør Jordens Porevolumen, vil imidlertid kunne være mere eller mindre fyldte snart med Vand, snart med atmosfærisk Luft, og fra begge disse Medier vil Rødderne da kunne skaffe sig Ilt, dog i Regelen kun i utilstrækkelig Mængde fra Porer, der i længere Tid er fyldte med stillestaaende Vand, da den heri absorberede ringe Mængde Ilt hurtigt vil kunne blive forbrugt. Med Vand i Bevægelse forholder det sig anderledes og for Planterne gunstigere.

Ved Bestemmelsen af Volumenvægt og Porevolumen i en Jordprøve maa man imidlertid altid regne med Prøvens Tørstofvægt som Enhed, idet Vandindholdet af flere Grunde er altfor varierende. Man maa da tørre Jorden enten ved almindelig Temperatur, hvorunder alt det saakaldte »fysisk bundne« (kapillære) Vand gaar bort, og kun det »hygroskopisk bundne« bliver tilbage, eller i en Tørrekasse ved 105° — 110° , hvor ogsaa det »hygroskopisk bundne« Vand fordamper, og kun det »kemisk bundne« — som der i de

her omhandlede Jordprøver slet ikke bliver Tale om — bliver tilbage.

Nu har imidlertid vore Horisonter, med Undtagelse af Blegsandet (A_2) og Undergrunden (C), en særlig stor vandholdende Evne, idet de ikke blot i Kraft af organiserede Cellevævs Imbibitionsevne (Lyngskjoldens) og af deres Indhold af hydrofile Kolloider (Lyngskjolden og Allagene) fastholder en større Mængde hygroskopisk bundet Vand, men de vil yderligere med en større Kraft end de paa Kolloider yderst fattige Horisonter (Blegsandet og Undergrunden) indsuge og tilbageholde Vand (»Haftwasser«) i deres Kolloidhinder, der netop derunder svulmer op som Geler og helt fylder Mellemrummene mellem Lagenes faste Partikler, og derved bliver Jorden i sin Helhed meget vanskeligere gennemtrængelig for yderligere Tilførsel af Vand og for Luft. I fugtige Perioder har da Lyngskjolden praktisk talt intet Porevolumen, i hvert Fald i sin nederste Del, og selv efter længere Tids Tørke holder saavel Humus- som Jernallagene saa fast paa deres Vand, at de lukker helt tæt sammen og dels forhindrer saavel ovenfra som nedenfra tilført Vand i at bevæge sig gennem Allagene, dels udelukker nogen nævneværdig Absorption af iltholdig Luft, endsige — Optræden af luftfyldte Porer mellem de faste Partikler. Det er da først, naar disse Allag bliver brudte, eller maaske først, efter at de ved Henliggen nogen Tid paa Jordens Overflade, gennem gentagne Udtørninger og Frysninger, er blevne smulrede, at de faar et Porevolumen i egentlig Forstand. En Hedejord, der blot er bearbejdet ovenpaa Allagene, vil derfor kun have Porevolumen til de Dybder, i hvilke disse begynder, medmindre der i Allagene

findes Afbrydelser (Revner, Huller), der sætter de bearbejdede Jordlag i Forbindelse med den mere porøse Horizont B_2 og med Undergrunden.

De Metoder, ved hvilke man da bestemmer Porevolumen i saadanne uberørte Jorder — ved Borttørring af det Vand, der faktisk normalt udfylder Mellemrummene mellem de faste Jorddele — giver derfor egentlig ikke det sande Billede af Jordens naturlige Tilstand, da man maa regne med, at Lyngskjolden i alle fugtige Perioder, og Allagene yderligere selv i tørre Perioder, hvor alt fysisk bundet Vand er fordampet fra Lyngskjolden og Blegsandet, har det saakaldte Porevolumen fyldt med iltfrit eller iltfattigt Vand og ikke med Luft.

De paagældende Bestemmelser af de forskellige Horisonter, A_1 , A_2 , A_3 , og B_1^s , Rumfangsvægt eller »tilsyneladende Vægtfylde« samt det deraf udledede »Porevolumen« udførtes paa den S. 10—12 beskrevne Maade. (I Horisonterne B_2 , med deres paa Grund af svingende Alindhold højst varierende Struktur, og i Undergrunden, C, udførtes saadanne Bestemmelser ikke). Hertil blev anvendt de tidligere omtalte, i Novbr. 1930, udtagne Blokke af Jordprofiler fra Grindsted Hedeslette, som imidlertid havde henstaaet i deres Kasser i en kold, men forholdsvis tør, Ladebygning indtil April 1931, hvorunder der var sket en større Udtørring af i hvert Fald Allagene, end der sædvanligvis vil finde Sted i Jordens naturlige Leje. Det Luftvolumen, der da her blev fundet, vil næppe kunne paavises i friskt udtagne Prøver, hvor bl. a. Jernalen ikke vil kunne afgive Vand til en ovenover liggende fugtigere Humusal, men dette naturligvis lettere kan ske gennem Sprækkerne i Trækasser, der var lagte ned, saa Jordlagene ikke var komne til at staa horizontalt over, men vertikalt ved Siden af

Tabel

Profil Profile	Horizont Horizon	Vandindhold i Procent af naturlig Jords Vægt Water content in percentage of weight of raw soil	Vægtfylde af Jordens Tør- stof Specific gravity of dry substance in the soil	Vægt af den med Boret udtagne Jord (÷ Vægt af Sten) Weight of soil drawn with the drill — weight of stones gr.	Den udtagne Jords Ind- hold af Tør- stof (bereg- net) Computed content of dry substance in soil drawn gr.
Nr. XII	Lyngskjold A ₁ . . . Raw humus	60,82	2,09	216,6	84,9
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	6,54	2,59	314,2	293,6
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	22,74	2,45	319,7	247,0
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	22,16	2,46	309,1	240,6
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	6,63	2,58	323,2	301,8
Nr. XIII	Lyngskjold A ₁ . . . Raw humus	62,48	2,20	219,4	82,3
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	5,16	2,58	336,9	319,5
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	23,30	2,49	319,1	244,7
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	8,35	2,60	286,8	262,9

Anm. »Humus«indholdet blev ved en Fejltagelse først bestemt, efter at de tilskjolden 26,39 %, for Blegsandet 1,30 %, for Humusalen 12,89 % og for Jernalen rende Horisonter viser, at de ikke indbyrdes kan have varieret meget med Hensyn

hinanden. Tallene for Vand- og Luftindholdet i ovenstaaende Tabel II maa derfor læses med Kritik; de første er for lave, de sidste for høje for Allagenes Vedkommende i deres naturlige Tilstand (hvor de, som nævnt ovenfor, som oftest antagelig skulde være 0), selv efter en længere Tørkeperiode, medens en saadan vil influere langt stærkere i Retning af at formindske Lyngskjoldens og Blegsandets Vandindhold og i tilsvarende Grad at forøge deres Luftindhold.

II.

Borets Rumfang (\div Rumfang af Sten) Volume of the drill—volume of stones	1000 ccm ved 105° tørret Jord vejer (Volumen-vægt) 1000 cc soil, dried at 105° C. weight (Volume weight)	Fast Substans $\frac{v \cdot 100}{1000 \cdot s}$ i Volumenprocent Solid substance $\frac{v \cdot 100}{1000 \cdot s}$ in per cent. of volume	Porevolumen $100 \div f$ i Volumenprocent Pore volume $(100 - f)$ in per cent. of volume	Den udtagne Jords Indhold af Vand beregnet paa Jordens Rumfang Content of water in soil drawn computed on volume of the soil	Luftvolumen (Porevolumen \div Værdien af foregaaende) Air volume (pore volume — value of the preceding)
cc.	gr.			%	%
201,0	422,4	20,2	79,8	65,5	14,3
192,0	1529,4	59,1	40,9	10,7	30,2
195,5	1263,4	51,6	48,4	37,2	11,2
200,5	1200,0	48,9	51,2	34,2	17,0
199,0	1516,6	58,8	41,2	10,8	30,4
201,0	409,5	18,6	81,4	68,2	13,2
203,0	1573,9	61,0	39,0	8,6	30,4
197,0	1242,3	49,9	50,1	37,7	12,4
187,0	1405,8	54,1	45,1	12,8	33,1

svarende Horisonter fra de to Profiler var blandede sammen. Det var da for Lyng-4,67 %. De forholdsvis smaa Variationer i Volumenvægten i de to Profilers tilsvarende »Humus«indholdet.

Formentlig giver dog disse Bestemmelser værdifulde Oplysninger, der tydeligt fremgaar af Tallene i hosstaaende Tabel II. Det fremgaar af denne, at det er Humusindholdet og dettes store vandholdende Evne (hvorom ogsaa senere skal oplyses nærmere, se Tabel IV), der dominerer saadanne Størrelser som Volumenvægten, Porevolumen og det virkelige Luftvolumen, af hvilke det sidste, særlig i Humusalen, selv om det her er ringere, i naturlig Tilstand vilde være i Regelen endnu mindre og ofte vel endda

lig Nul. Det i Virkeligheden ringe saavel »Porevolumen« som Luftvolumen i de humusfattige Lag, Blegsandet og Jernalen viser yderligere, hvor tæt pakkede disse Lag er i deres naturlige Lejring, hvor smaa Partikler kiler sig tæt ind mellem de større.

Tilsammen viser disse Bestemmelser, hvor ugunstig for Plantelivet den uberørte Hedejord er med Henblik paa de fysiske Betingelser, den byder dette, og alene heraf kan det forklares, hvorfor det kun er et meget begrænset Antal Plantearter, der kan opretholde Livet paa saadan jomfruelig Jord, hvor f. Eks. Skovtræerne, selv om de tidligere havde dækket den (hvilket de dog næppe har paa denne Lokaltet), ikke uden Hjælp fra Menneskets Haand kan vinde varigt Fodfæste. Selve Podsoleringsprocessen har tilvejebragt en saa ugunstig fysisk Tilstand, at selv Udstrøning af Kalk og alsidig Kunstgødning, der kunde bøde paa den uheldige Tilstand, samt Udsæd af Frø af andre Planter næppe vilde fremkalde gennemgribende, varige Forandringer i Vegetationsbilledet. Først en dybtgaaende mekanisk Bearbejdning af den Slags Jord, hvorved dens fysiske Tilstand radikalt forandres, i Forbindelse med saadan kemisk Behandling, at den forstyrrede Podsolering ikke straks tager fat igen, vil varigt kunne ændre dens Flora. Og dette vilde da forøvrigt ogsaa ske, selv om man ikke hverken saaede eller plantede paa et saadant Areal, idet en helt anden vildtvoksende Planterverden da vilde indfinde sig af sig selv. —

c. **Hygroskopicitet og vandholdende Evne.** I de senere Aar er det ofte blevet fremhævet, hvilken afgørende Betydning (sammen med den mikrobiologiske) en Jordbunds fysiske Tilstand og Egenskaber har for Plantelivet, og hvor ringe en Rolle de kemiske Faktorer (Næringsstof-

indholdet) — der altid kan reguleres — spiller, hvor Jordens Struktur og Indhold af fysisk Substrat for Stof- og Energiomsætninger ikke er i Orden. For Hedejordens Vedkommende er saaledes Vand- og Iltforsyningen de alt dominerende Faktorer, idet dog den sidste overvejende er afhængig af den første, saa vi her kan nøjes med nærmere at betragte denne.

Det er jo ikke saaledes, at Hedeegnene i vort Land har en ringere Nedbør end andre Egne. Tværtimod har nogle af dem, saaledes i den centrale Del af Sydjylland, endog et Maksimum af Nedbør, idet der her aarlig falder op mod 800 mm mod knap 600 mm gennemsnitligt i den nordøstlige Del af Jylland og den nordvestlige Del af Sjælland. Men den største Fare, der stadig truer Hedeagerbruget, er dog selv i de nedbørsrige Egne Tørkeperioder i Sommer-tiden. Denne Fare bliver ganske vist mindre, efterhaanden som Hedejorden bliver underkastet en mere rationel Behandling. Men den vigtigste Begrundelse for den rette Behandling af Hedejord er netop ogsaa, at denne først og fremmest maa modvirke Faren for Udtørring i tørre Perioder og for Forsumpning i fugtige, kort sagt, at Jordens Vandforsyning reguleres. Saa længe Lyngskjolden og Alen ligger ubrudte, vil en stærk Nedbør have vanskeligt ved at trænge ned gennem begge disse Lag, idet deres Kolloidhinder bulner ud og danner en Hindring for, at Vandet kan synke tilstrækkelig hurtigt nedad. Og i tørre Perioder fordamper Lyngskjoldens og Blegsandets løsere bundne Vand ofte fuldstændigt, medens det endnu fugtige Allag hindrer Grundvandet i kapillært at stige til Vejrs, og den ovenover liggende Jord da ikke kan forsyne Planterne med tilstrækkeligt Vand.

Men da der paa den anden Side saavel i Lyngskjolden som i Alen, og særlig Humusalen, i den uberørte Hede findes et relativt stort Indhold af Bestanddele, der begærligt opsuger og fastholder Vand, og det ved at bryde Alen vil blive muligt at bringe baade den nedadgaaende og den opadgaaende Vandbevægelse i en ellers opdyrket Jord i Orden, gælder det om at faa disse vandholdende Bestanddele dels bevarede i Jorden i størst mulig Udstrækning, dels eventuelt forøgede ved Nydannelse af organisk Stof og Forvitring af Mineralier, og dels endelig saaledes fordelte, at de er jævnt blandede i hele Dyrkningslaget. Det er dette Synspunkt, jeg har gjort mig til Talsmand for i de Retningslinjer for Opdyrkning af Hedejord, jeg har givet i nogle almen forstaaelige Publikationer¹ i de sidste Aar. Ved Paavisning af det store Indhold af saavel organiske som uorganiske Kolloider i Lyngskjolden og Alen og disse Kolloiders store Hygroskopicitet, i Forbindelse med de Erfaringer, praktiske Hedyrkere har gjort, var det velbegrundet at tillægge de kolloidrige Lag i Hedejorden Størsteparten af dennes vandholdende Evne. Men da denne gaar langt ud over disse Bestanddeles Evne til at fastholde hygroskopisk bundet Vand (som man mener holdes saa fast, at Planterødderne ikke kan fravriste Jorden det), idet Kolloidpartiklerne i Kraft af deres Hydrofili kan omgive sig med relativt mægtige, stærkt vandsugende Hinder (som geléagtige Stoffer, der bulldner ud i Fugtighed), var det ønskeligt at faa et mere nøjagtigt Maal for denne Egenskab. Derfor blev der, efter en simpel Metode, som netop var

¹ Se FR. WEIS: Betragtninger over Hedejordens Værdi til Opdyrkning. Dansk Skovforenings Tidsskrift. 1929.

FR. WEIS: Om Hedejordens Egenskaber og Metoder til dens Opdyrkning. Hedeselskabets Tidsskrift. 1929.

FR. WEIS: Den jyske Hedes Opdyrkning. Nordisk Tidsskrift. 1930.

udarbejdet af G. J. Bouyoucos (se S. 12—13) udført en Række Bestemmelser af Hedejordens vandholdende Evne, samtidig med almindelige Bestemmelser af dens Hygroskopicitet.

Om det hygroskopisk bundne Vand er der her ikke Anledning til at anføre stort ud over, hvad jeg har gjort opmærksom paa i mit foran citerede Arbejde fra 1929 (S. 66—73): at det nøje følger Fordelingen af »Humus« og uorganiske Kolloider, og at de sidste stadig viser den relativt største Hygroskopicitet, saaledes at de paa disse Stoffer rigeste Allag trods et meget ringere »Humus« indhold (navnlig Humusalen) giver ofte lige saa store og undertiden større Tal herfor end den i Regelen paa »Humus« langt rigere Lyngskjold. I mit Arbejde fra 1929 er der S. 72 anført en Tabel over Stigningen med Dybden af Forholdet mellem hygroskopisk bundet Vand og »Humus« + uorganiske Kolloider betegnet ved $\frac{H_2O}{\text{Kolloider}}$.

Tabel III. Gennemsnit af Profilerne IV—X i
Grindsted Hedeslette.

Average of profiles IV—X, Grindsted Heath.

Horizont Horizon	i Procent af Tørstof in per cent of dry matter				Hygroskopisk Vand Samlede Kolloider $\frac{\text{Hygroscopic water}}{\text{Total colloids}}$
	Hygroskopisk Vand Hygroscopic water	»Humus« »Humus«	Uorgani- ske Kol- loider Inorganic colloids	»Humus« + uorg. Kolloider »Humus« + inorgan. colloids	
Lyngskjold A ₁ . . Raw humus	4,64	32,27	0,29	32,56	0,142
Blegsand A ₂ Bleached sand	0,26	1,97	0,05	2,02	0,129
Humusal A ₃ Humus hardpan	2,97	12,57	1,31	13,88	0,214
Jernal B ₁ Iron hardpan	1,54	2,94	1,88	4,82	0,320
Undergrund C . . Subsoil	0,20	0,14	0,41	0,55	0,364

Ved at udregne denne Faktor af det her foreliggende Analyse-materiale fra 7 Profiler, hvis vandholdende Evne samtidig blev bestemt (se Tabel IV, S. 52—57) faaes da ogsaa en lignende Stigning (Tabel III, S. 49).

Sammenholdt med Tabel V (S. 58) og Fig. 10 (S. 59) viser disse Tal ogsaa, hvor vigtigt det er at faa de dybere, paa uorganiske Kolloider relativt rige, Lag op til Overfladen og her blandede godt med den »humus«rige Lyngskjold.

Det har nu ogsaa sin Interesse at sammenligne Hygro-skopiciteten i denne Hedejord med den, der findes i andre Jorder, og til Sammenligning skal derfor anfores folgende Tal (efter Mitscherlich)¹.

Hygroskopiciteten i (Hygrosopicity of)	
	Vægtprocent Per cent of weight
Mosejord	17
Peat soil	
Stiv Lerjord	14
Heavy clay soil	
Humusrig Sandjord	4,2
Sandy soil rich in humus	
Humøs Sandjord	1,8
Humus sandy soil	
Sandet Lerjord (Lehm)	1,6
Sandy loam	
Leret Sandjord	1,3
Loamy sandy soil	
Sandjord	0,9
Sandy soil	

Mosejord kan jo som bekendt indeholde op til 90—100 % organisk Stof. Sammenligner vi hermed den Profil (V, se Tabel IV, S. 53) fra Grindsted Hede, hvis Lyngskjold var rigest

¹ Citerede efter FR. SCHUCHT: Grundzüge der Bodenkunde. 1930. S. 116.

paa »Humus«, 51,73 ‰, og desuden af uorganiske Kolloider indeholdt 0,41 ‰, saa viste denne et Indhold af hygroskopisk Vand paa 7,78 eller meget nær det halve af Mosejordens og lidt mere end Halvdelen af den tunge Lerjords. Humusalen kommer jo gennemsnitlig med 2,97 ‰ op til c. det dobbelte af sandet Lerjord med 1,6 ‰ hygroskopisk Vand, og Jernalen naar samme Højde med 1,54 ‰, medens Blegsand og Undergrund staar betydeligt tilbage for de almindelige Sandjorder, med henholdsvis 0,26 ‰ og 0,20 ‰ mod 0,9 ‰.

Imidlertid er det jo ikke alene Hygroskopiciteten, men ogsaa andre Egenskaber ved en Jord, hvorpaa det kommer an, og hvorom de følgende Bestemmelser vil give yderligere Oplysninger.

Bestemmelserne af den vandholdende Evne blev udført paa alle Horisonter i 8 Profiler (IV—XI)¹ af lufttør Jord fra Grindsted Hedeslette. Middeltallet af 3 Bestemmelser blev anvendt til Beregning af den relative vandholdende Evne paa Tørstof, idet følgende Formel blev benyttet: $\frac{(m + h) \cdot 100}{100 \div h}$, hvor m er Middeltallet og h hygroskopisk Vand. I hosstaaende Tabel IV er da Tallet for vandholdende Evne sammenholdt med de paagældende Jordprøvers Indhold af hygroskopisk Vand, »Humus« og uorganiske Kolloider (udtagne af Tabel XIV S. 74 ff.), af hvilke Størrelser den vandholdende Evne saa aabenbart for aller Størstedelen er afhængig. Dette fremgaar smukt saavel af alle de enkelte Bestemmelser som af de i Tabel V udregnede Gennemsnitstal for 7 typisk podsolerede Profiler (IV—X).

Det fremgaar umiddelbart af Tallene i de to sidste Tabeller (se ogsaa Fig. 10, S. 59), at det drejer sig om en betydelig vandholdende Evne i Lyngskjolden og Humusalen, i første Række aabenbart paa Grund af disses store Indhold

¹ Af Profilerne I—III var der ikke tilstrækkeligt Materiale tilbage.

Tabel IV.

Profil Profile	Horizont Horizon	Relativ vand- holdende Eyne i luft- tørret Jord i Procent Relative moisture equivalent in air dried soil, per cent.		Relativ vandh. Eyne beregnet paa Tørstof i Procent Relative moisture equivalent in percent- age of dry matter	Hygro- skopisk Vand Procent Hygro- scopic water per cent.	»Humus« Procent "Humus" per cent.	Samlede uorga- niske Kolloider Procent Total inorganic colloids per cent.	»Humus« + uor- ganiske Kolloider Procent "Humus" + in- organic colloids per cent.	Total Vand Saml. Kolloider Ratio: Total water Total colloids
		Enkelte Bestem- melser Single deter- minations	Middelt Average						
Nr. IV	Lyngskjold A ₁ Raw humus	$\left\{ \begin{array}{l} 53,13 \\ 56,94 \\ 55,05 \end{array} \right\}$	55,04	63,66	4,65	30,71	0,30	31,01	2,053
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 6,26 \\ 6,43 \\ 6,29 \end{array} \right\}$	6,33	6,53	0,19	1,38	0,07	1,48	4,427
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 16,47 \\ 17,32 \\ 17,24 \end{array} \right\}$	17,01	20,42	2,83	12,22	1,23	13,45	1,518
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 9,22 \\ 8,79 \\ 9,23 \end{array} \right\}$	9,08	10,86	1,61	3,21	1,83	5,04	2,155
—	Undergrund C Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 3,91 \\ 3,57 \\ 4,02 \end{array} \right\}$	3,83	4,05	0,18	0,15	0,36	0,51	7,941

Nr. V	Lyngskjold A ₁ Råv humus	$\left\{ \begin{array}{l} 67,11 \\ 68,63 \\ 66,92 \end{array} \right\}$	67,55	81,69	7,78	51,73	0,41	52,14	1,567
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 5,97 \\ 6,48 \\ 6,04 \end{array} \right\}$	6,16	6,36	0,19	1,42	0,09	1,51	4,215
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 15,15 \\ 15,82 \\ 16,08 \end{array} \right\}$	15,68	18,27	2,19	9,85	0,79	10,64	1,717
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 6,07 \\ 6,36 \\ 6,57 \end{array} \right\}$	6,33	7,35	0,95	2,08	0,97	3,05	2,410
—	Undergrund C Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 3,09 \\ 3,24 \\ 3,62 \end{array} \right\}$	3,32	3,58	0,25	0,16	0,35	0,51	7,020
Nr. VI	Lyngskjold A ₁ Råv humus	$\left\{ \begin{array}{l} 24,57 \\ 24,82 \\ 24,89 \end{array} \right\}$	24,76	27,68	2,29	17,18	0,17	17,35	1,595
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 7,43 \\ 7,04 \\ 7,90 \end{array} \right\}$	7,46	7,76	0,28	2,16	0,09	2,25	3,450
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 19,08 \\ 18,82 \\ 17,93 \end{array} \right\}$	18,61	21,64	2,49	11,92	0,95	12,87	1,689
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 7,38 \\ 6,49 \\ 6,97 \end{array} \right\}$	7,05	8,31	1,16	2,56	1,30	3,86	2,153
—	Undergrund C Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 4,94 \\ 4,77 \\ 4,61 \end{array} \right\}$	4,84	5,06	0,16	0,12	0,29	0,41	12,341

Tabel IV (fortsat).

Profil Profile	Horizont Horizon	Relativ vand- holdende Evne i luft- tørret Jord i Procent Relative moisture equivalent in air dried soil, per cent.		Relativ vandh. Evne beregnet paa Tørstof i Procent Relative moisture equivalent in percent- age of dry- matter	Hygro- skopisk Vand Procent Hygro- scopic water per cent.	»Humus« Procent "Humus" per cent.	Samlede uorga- niske Kolloider Procent Total inorganic colloids per cent.	»Humus« + uor- ganiske Kolloider Procent "Humus" + in- organic colloids per cent.	Total Vand Saml. Kolloider Ratio: Total water Total colloids
		Enkelte Bestem- melser Single deter- minations	Middcl Average						
Nr. VII	Lyngskjold A ₁ Rau' humus	{ 51,43 } { 53,23 } { 52,36 }	52,34	59,94	4,75	33,21	0,28	33,49	1,790
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	{ 7,23 } { 6,93 } { 7,41 }	7,19	7,58	0,36	2,94	0,08	3,02	2,512
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	{ 18,52 } { 18,40 } { 18,17 }	18,36	21,42	2,52	11,82	1,11	12,93	1,657
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	{ 6,71 } { 7,13 } { 6,47 }	6,77	8,03	1,17	2,30	1,47	2,77	2,899
—	Undergrund C Subsoil	{ 3,90 } { 3,96 } { 3,83 }	3,90	4,09	0,18	0,11	0,31	0,42	9,738

Nr. VIII	Lyngskjold A ₁ Raw humus	$\left\{ \begin{array}{l} 42,08 \\ 38,71 \\ 40,08 \end{array} \right\}$	40,29	47,15	4,66	32,91	0,24	33,15	1,422
	Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 7,37 \\ 7,35 \\ — \end{array} \right\}$	7,36	7,54	0,17	1,24	0,13	1,37	5,504
	Humusal A ₃ Humus hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 18,12 \\ 17,77 \\ 16,85 \end{array} \right\}$	17,58	20,82	2,68	10,49	1,12	11,61	1,793
	Jernal B ₁ Iron hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 11,89 \\ 11,97 \\ 12,65 \end{array} \right\}$	12,17	14,73	2,23	4,66	2,98	7,64	1,928
	Undergrund C Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 5,43 \\ 4,96 \\ 4,86 \end{array} \right\}$	5,08	5,33	0,24	0,20	0,72	0,92	5,793
Nr. IX	Lyngskjold A ₁ Raw humus	$\left\{ \begin{array}{l} 51,30 \\ 51,95 \\ 51,37 \end{array} \right\}$	51,54	59,36	4,91	34,13	0,35	34,48	1,722
	Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 7,32 \\ 7,06 \\ 7,06 \end{array} \right\}$	7,15	7,49	0,32	2,45	0,14	2,59	2,892
	Humusal A ₃ Humus hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 22,79 \\ 23,69 \\ 22,40 \end{array} \right\}$	22,96	28,65	4,42	15,48	2,65	18,13	1,580
	Jernal B ₁ Iron hardpan	$\left\{ \begin{array}{l} 11,04 \\ 10,08 \\ — \end{array} \right\}$	10,56	13,10	2,25	3,86	3,05	6,91	1,896
	Undergrund C Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 5,20 \\ 5,54 \\ 4,61 \end{array} \right\}$	5,12	5,31	0,18	0,15	0,52	0,67	7,925

Tabel IV (fortsat).

Profil Profile	Horizont Horizon	Relativ vand- holdende Evne i luft- tørret Jord i Procent Relative moisture equivalent in air dried soil, per cent.		Relativ vandh. Evne beregnet paa Tørstof i Procent Relative moisture equivalent in percent- age of dry matter	Hygro- skopisk Vand Procent Hygro- scopic water per cent.	»Humus« Procent "Humus" per cent.	Samlede uor- ganske Kolloider Procent Total inorganic colloids per cent.	»Humus« + uor- ganiske Kolloider Procent "Humus" + in- organic colloids per cent.	Total Vand Saml. Kolloider Ratio: Total water Total colloids
		Enkelte Bestem- melse- Single deter- minations	Middel Average						
Nr. X	Lyngskjold A ₁ Raw humus	{ 35,76 35,79 37,67 }	36,40	41,27	3,45	26,04	0,28	26,32	1,568
—	Blegsand A ₂ Bleached sand	{ 5,41 6,63 6,04 }	6,03	6,33	0,28	1,80	0,13	1,93	3,280
—	Humusal A ₃ Humus hardpan	{ 18,25 18,21 19,50 }	18,65	23,13	3,64	15,64	1,86	17,50	1,322
—	Jernal B ₁ Iron hardpan	{ 6,24 6,66 5,92 }	6,27	7,78	1,40	2,89	1,59	4,48	1,737
—	Undergrund C. Subsoil	{ 3,98 3,99 3,49 }	3,82	4,00	0,17	0,13	0,31	0,44	9,091

Nr. XI, A	a. Græstovr A ₁ Gras peat	$\left\{ \begin{array}{l} 32,80 \\ 32,40 \\ 33,53 \end{array} \right\}$	32,91	37,64	3,44	22,11	0,31	22,42	1,679
—	b. Blegsandslign. Lag A ₂ Bleached sand-like layer	$\left\{ \begin{array}{l} 7,79 \\ 7,10 \\ 7,35 \end{array} \right\}$	7,41	7,65	0,22	0,98	0,01	0,99	7,759
—	c. Blegsandslign. Lag A ₂ Bleached sand-like layer	$\left\{ \begin{array}{l} 5,11 \\ 5,29 \\ 5,23 \end{array} \right\}$	5,21	5,27	0,06	0,23	0,08	0,31	16,945
—	d. Blegsandslign. Lag A ₂ Bleached sand-like layer	$\left\{ \begin{array}{l} 5,40 \\ 5,10 \\ 5,59 \end{array} \right\}$	5,36	5,42	0,06	0,18	0,06	0,24	23,063
Nr. XI, B	f. Lyngskjold A ₁ . . . Raw humus	$\left\{ \begin{array}{l} 39,97 \\ 40,81 \end{array} \right\}$	40,39	46,62	4,25	28,98	0,29	29,27	1,593
—	g. Blegsand A ₂ Bleached sand	$\left\{ \begin{array}{l} 6,85 \\ 6,89 \end{array} \right\}$	6,87	7,03	0,15	0,63	0,09	0,72	9,777
—	h. Allag A ₃ -B ₁ Hardpan layer	$\left\{ \begin{array}{l} 5,70 \\ 6,00 \end{array} \right\}$	5,85	7,80	1,81	2,33	1,55	3,88	2,010
—	i. Undergrund C . . . Subsoil	$\left\{ \begin{array}{l} 3,96 \\ 4,41 \end{array} \right\}$	4,19	4,28	0,09	0,18	0,13	0,31	13,806

Tabel V. Gennemsnitstal for Profilerne IV—X i
Grindsted Hedeslette.

Average figures of profiles IV—X. Grindsted Heath.

	Lyngskjold Raw humus	Blegsand Bleached sand	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan	Undergrund Subsoil
	%	%	%	%	%
»Humus« + uorganiske Kolloider ... Humus + inorganic colloids	32,56	2,02	13,88	4,82	0,55
Hygroskopisk Vand Hygroscopic water	4,64	0,26	2,97	1,54	0,20
Vandholdende Evne Moisture equivalent	54,39	7,08	22,05	10,02	4,49
Hygroskopisk Vand					
Samlede Kolloider Ratio: $\frac{\text{Hygroscopic water}}{\text{Total colloids}}$	0,142	0,129	0,214	0,320	0,364
Total Vand *)					
Samlede Kolloider Ratio: $\frac{\text{Total water}}{\text{Total colloids}}$	1,670	3,507	1,589	2,079	8,098

*) Denne Kvotient er udregnet af Summerne for »Vandholdende Evne« og »Samlede Kolloidindhold« af alle Horisonter af Lyngskjold, Blegsand etc. hver for sig.

af organiske Stoffer, desuden en relativ stor vandholdende Evne i Jernalen, der gennemgaaende kun har et ringe Indhold af Humus (se Tabel XV, S. 83), men en endnu mindre Evne hos Blegsandet og særlig Undergrunden. Hvad der findes af Vand i denne sidste, er aabenbart for Størstedelen overfladeadsorberet og kapillært tilbageholdt Vand, som ogsaa er dominerende i Blegsandet, (der dog har kendelig Mængder »Humus«), og hvis Størrelse hovedsagelig vil være bestemt af Sandkornenes Findelingsgrad (se Tabellerne VII—XII S. 64—68). Men som der er gjort Rede for i mit forrige Arbejde¹, er Hedejordens vandholdende Evne kun

¹ FR. WEIS: Undersøgelser over danske Hedejorder. 1929. S. 66—73.

for en forholdsvis ringe Del betinget af dens Indhold af finere uorganiske, faste Partikler, hvis disses Størrelse ikke naar saa langt ned (under 0,02 mm), at de maa henregnes til de kolloidale Bestanddele. Paa den anden Side kan man selv i en Sandjord ikke vente, at den vandholdende Evne

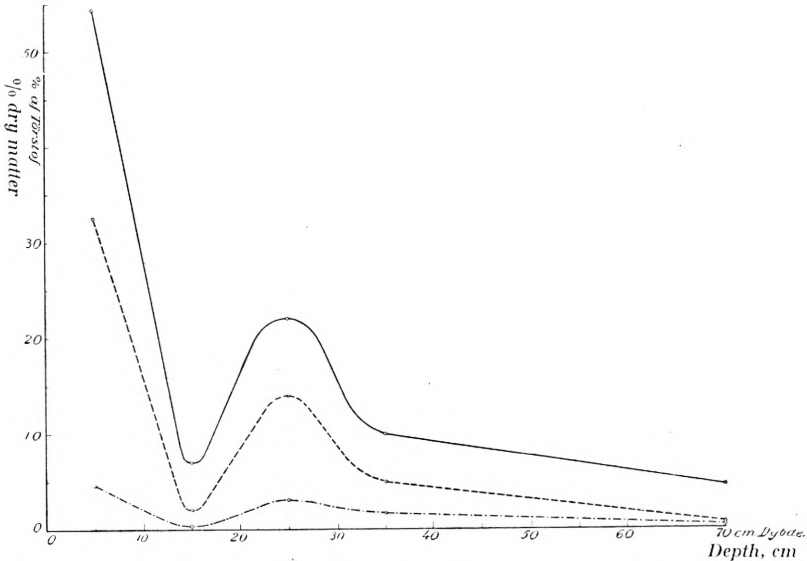


Fig. 10. Forholdet mellem vandholdende Evne, samlede Kolloidindhold og hygroskopisk Vand i forskellige Horisonter i Gennemsnit af Profilerne IV—X paa Grindsted Hedeslette.

Relation between moisture equivalent, total colloids and hygroscopic water in average of profiles IV—X. Grindsted Heath.

Signaturer (signs):

- Vandholdende Evne.
Moisture equivalent.
- »Humus + uorganiske Kolloider.
Humus + inorganic colloids.
- · - · - · - Hygroskopisk Vand.
Hygroscopic water.

gaar ned under et vist Minimum, vel beliggende omkring 3—4 $\frac{0}{0}$, eller ganske lidt under den her behandlede Undergrunds, hvis Jorden ikke har en ganske grov Beskaffenhed

som Grus eller Smaasten. Først naar vi naar op til det faste, nøgne Fjæld, bestaaende af kompakte, ikke porøse Klippemasser, nærmer den vandholdende Evne sig Nulpunktet. Men da er der heller ikke længere Tale om, hvad vi forstaar ved en »Jordbund«. Det maa yderligere tilføjes, at det overfladeadsorbere eller kapillært forekommende Vand sikkert ikke fastholdes med nogen synderlig Kraft, men hurtigt bortgaar ved Fordampning.

Hvor højt man nu skal vurdere den vandholdende Evne i Lyngskjolden og Allagene, forstaas imidlertid bedst, naar man kan sammenligne den med andre Jorder, der netop er kendte for at besidde denne Evne i fremtrædende Grad. G. J. BOUYOUCOS, der ogsaa tillægger de kolloidale Bestanddele af Jordbunden dens vandholdende Evne, har nogle Bestemmelser udførte efter samme (hans egen) Metode, hvoraf nogle skal anføres her til Sammenligning¹. Han har kun arbejdet med udpræget mineralske Jorder, af hvilke de, han betegner ved »loam« er muldede sandblandede Lerjorder eller lerede Sandjorder, medens »clay« (Ton) er typiske Lerjorder. »Silt« betegner et mere findelt Sand (Lehm). Det maa dog her bemærkes, at hans Kolloidbestemmelser er udførte efter hans egen Hydrometermetode, om hvis Nøjagtighed der maa henvises til Bemærkningerne S. 16. (Se Tabel VI, næste Side).

Det ses af disse Tal, at Sandjordernes vandholdende Evne ligger paa samme Niveau som Blegsandets og Undergrundens i Hedejorderne, medens de udprægede Lerjorder med den maksimale vandholdende Evne paa c. 38 % tilsyneladende ligger betydeligt under en stærk humusholdig Lyngskjolds, med henholdsvis ved 63,66 og 81,69 % i Pro-

¹ G. J. BOUYOUCOS: A New Simple and Rapid Method for Determining the Moisture Equivalent of Soils and the Role of Soil Colloids on this Moisture Equivalent. Soil Science XXVII. 1929. S. 233.

Tabel VI. (Efter Bouyoucos).

Percentage of moisture equivalent, colloidal content and relationship between these two sets of results for the various kinds of soil.

Jordbundens Art Kinds of soil	Indhold af Kolloider % Percentage of colloids	Tilbageholdt Vand % Percentage of water	$\frac{\text{Vand}}{\text{Kolloider}}$ Ratio: $\frac{\text{water}}{\text{colloids}}$
Calumet sand	8,70	5,60	0,644
Michigan sand C	8,50	5,74	0,675
Fox loam B ₂	18,08	11,95	0,657
Ontanogon silt loam A ₂	63,82	32,70	0,512
California Yolo clay	56,80	35,16	0,618
Michigan silt loam	36,00	19,00	0,528
Wabash clay	54,20	38,50	0,710
Bremer clay	55,40	38,20	0,689
Gennemsnit, Average . . . . .	..	..	0,629

filerne IV og V, (se Tabel IV). Her maa det imidlertid erindres, at Vandet, der her er bestemt i Vægtprocent, er fordelt over et større Rumfang i Lyngskjold end i Lerjord, der i Almindelighed vil have 3—4 Gange saa stor Rumfangsvægt som Lyngskjolden, dels paa Grund af Humusstoffernes ringere Vægtfylde, dels paa Grund af en meget løsere Struktur (større »Porevolumen«), hvorom Tabellerne I og II (S. 37—39 og 44—45) giver Oplysninger. Derimod ligger de kompakte Allags Rumfangsvægt omtrent paa Højde med Lerets, saa den vandholdende Evne, der i Humusalen kan gaa op til 28,65 % (Profil IX) og i Gennemsnit for de 7 Profiler ligger ved 22,05 % (se Tabel V) direkte kan sammenlignes med Bouyoucos' stærkt lerede Jorder.

Da Bouyoucos har udregnet den Faktor, der gælder for Forholdet mellem tilbageholdt Vand og Indholdet af Kolloider, der for alle hans Jorder ligger ret konstant ved 0,63, har jeg foretaget samme Beregning for mine Bestem-

melsers Vedkommende. Den viste sig at være ikke meget varierende for Lyngskjoldens og Humusalens Vedkommende, men rigtignok betydeligt højere beliggende, ved gennemsnitlig henholdsvis 1,67 og 1,60, hvilket dels kan skyldes den store Humusrigdom i Hedejordshorizonterne, dels at selve Kolloidbestemmelserne er udførte efter ganske forskellige Metoder. Men her maa da ogsaa gøres opmærksom paa, at medens der i Hedeprofilerne fandtes den samme regelmæssige Stigning i Kvotienten $\frac{\text{Hygroskopisk Vand}}{\text{Samlede Kolloider}}$ med Dybden, som tidligere var fundet for andre Hedejorders Vedkommende, saa viste Kvotienten $\frac{\text{Total Vand}}{\text{Saml. Kolloider}}$ ikke nogen tilsvarende Regelmæssighed her. Gennemsnitlig laa den for Blegsandets Vedkommende ved 3,58 og for Undergrundens ved 8,17, i begge Tilfælde med meget store indbyrdes Variationer, og for Profil XI's Vedkommende, der ikke er medtaget i Gennemsnitsudregningerne, gaar den for blegsandslignende Lags Vedkommende meget højere op til 13,80, 17,12 ja endog ved 22,80. Disse høje Tal kan nu meget let forklares, fordi der i de paagældende Jordlag kun findes minimale Mængder af Kolloider, og det fundne Vand ganske overvejende er overfladeadsorberet eller kapillært fastholdt. Først naar den fastholdte Vandmængde kommer over den af disse Kræfter bestemte Minimumsgrænse, viser den lovmæssige Afhængighed mellem tilbageholdt Vand og Kolloidindholdet sig.

Den i alle Tilfælde dog betydelige vandholdende Evne, der her er konstateret hos kolloidrig Hedejord, fortjener, synes det mig, den største Opmærksomhed. Da den er knyttet til de samme Bestanddele, som betinger Jordens Absorptionsevne overfor Gødningsstoffer, vil den ogsaa kunne danne Grundlaget for

Bedømmelsen af saadanne Jorders Dyrkningsværdi. For at opretholde denne i størst mulig Udstrækning vil det da være overmaade vigtigt stadig at bevare et stort Humusindhold i Jorden, bl. a. ved at erstatte den Del af Raahumusen, der normalt forsvinder ved Formuldnings Oksydationsprocesser, med de Rodrester og andet organisk Affald, som gode Afgrøder altid efterlader i Jorden, ved rigelig Tilførsel af naturlig Gødning (Staldgødning) eller eventuelt ved regelmæssig Nedpløjning af Grøntgødningsafgrøder. Vigtigt vil det ogsaa være, saaledes som det netop bør tilstræbes i Hedejord, at have et dybt Pløjelag, adskilligt dybere end det, man sædvanlig opretholder paa den rent mineralske Jord. Og giver man da de manglende Plantenæringsstoffer, hvoraf de lerede Jorder jo stadig frigør en Del ved Forvitring, i Form af Gødning med tilstrækkeligt Indhold af Kalk, Kali, Magnesia og Fosforsyre, vil man efter al Sandsynlighed kunne tage omtrent de samme Afgrøder paa en Hedejord som paa Landets almindelige sandede Lerjorder eller lerede Sandjorder. Men der rejser sig nu ogsaa det Spørgsmaal, som nærmere bør undersøges, hvorledes det gaar med Hedejordens vandholdende Evne, naar de adsorptivt umættede Kolloider helt eller delvis mættes med Baser som Kalk, Kali og Ammoniak, og den sure Humus gaar over til »mild« Humus eller Muld. Efter hvad der foreligger for andre Jorders Vedkommende, skulde dette kun forøge den vandholdende Evne.

d. **De mekaniske Analyser.** Medens saadanne blev anstillede paa alle de Jordprøver, som blev undersøgte i mit tidligere Arbejde, og Resultaterne heraf i Hovedsagen stemte med dem, som flere andre Forskere har fundet, blev af de her behandlede Jordprøver mekaniske Analyser kun udførte paa en af Blokprøverne fra Grindsted Hede

(Profil XIII). Og da Resultaterne heraf i Hovedtrækkene var de samme som tidligere fundne i Prøver fra Skovsende Plantage, er de sikkert et almengyldigt Udtryk for den samlede Hedeslettes Struktur paa denne Lokalitet, bortset fra pletvise Variationer i Indholdet af Sten og Grus (se Profilbeskrivelserne S. 24 ff.). Til Sammenligning skal dog medtages nogle Sigtninger og Slemninger i 3 Horisonter fra en Bakke-lokalitet, Grimlund Hede paa Varde-Aadum Bakkeo.

Der anvendtes til disse Analyser dels Sigtning, dels Slemning efter ANDREASENS og BOUYOUCOS' Metoder, saaledes som beskrevet S. 13 ff..

Ved Udførelsen af Sigtningerne var de grovere Bestanddele (Smaasten, Rodstumper og i det hele Partikler over 2 mm i Diameter) fjernede, og Resultaterne var da følgende:

Tabel VII. Grindsted Hedeslette.
Grindsted Heath Plain.
Sigtningsanalyser. Sifting analyses.

Partikelstørrelse Size of particles	Lyng- skjold Raw humus	Blegsand Bleached sand	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan	Under- grund Subsoil
	%	%	%	%	%
2 —1,2 mm.	2,7	2,0	2,1	2,0	0,4
1,2 —0,54 —	21,2	17,6	17,2	14,5	18,0
0,54—0,25 —	45,3	47,7	49,7	48,1	62,8
0,25—0,12 —	19,4	21,0	21,4	22,0	13,6
under 0,12 —	11,4	11,7	9,6	13,4	5,2

Med Undtagelse af Undergrunden viser de forskellige Horisonter omtrent samme Indhold af Partikler af de her opførte Størrelsesklasser, og ligesom i Skovsende-Analyserne fra mit forrige Arbejde overvejer Partikelstørrelserne mellem 0,54 og 0,12 saa stærkt, at de udgør omkring $\frac{2}{3}$ af hele Materialet, noget mere end i Skovsende-Prøverne, hvor

de finere Partikler optræder i noget større Mængde, i Overensstemmelse med, at Skovsendelokaliteten er en ældre Danelse end Grindsted Hedeslette (se S. 20—22), og at Forvitringen derfor paa den første er noget videre fremskreden.

I nogle fra Dr. med. K. A. HASSELBALCHS Ejendom »Heimdal« modtagne Alknoide med vedhængende Bleg-sand, der var udtagne paa den forannævnte Bakkeø-Lokalitet, blev de samme Sigtninger udførte og gav følgende Resultater:

Tabel VIII. Varde-Aadum Bakkeø. Grimlund Hede.
Varde-Aadum Hill Island. Grimlund Heath.
Sigtningsanalyser. Sifting analyses.

Partikelstørrelse Size of particles	Blegsand ¹ Bleached sand	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan
	0/0	0/0	0/0
2 —1,2 mm	0,5	0,5	0,4
1,2 —0,54 —	10,4	10,1	11,2
0,54—0,25 —	55,4	47,5	50,2
0,25—0,12 —	22,2	23,8	20,3
under 0,12 —	11,5	18,1	17,9

¹ Egentlig Overgangslaget mellem Blegsand og Humusal.

Her er, ligesom i Skovsende Plantage, et noget større Indhold af de fineste Partikler. Men Bakkeø-Heden er jo sikkert ogsaa betydeligt ældre end Grindsted Hedeslette, saa der intet overraskende er heri. Størrelsegruppen 0,54—0,25 dominerer igen her og udgør sammen med den følgende Gruppe (mellem 0,25 og 0,12) henimod $\frac{3}{4}$ eller mere af det samlede Materiale.

Ved Slemningsanalyserne er der nu efter Andrea-sens Metode udført en yderligere Sortering af de finere Partikler (under 0,12 mm), hvorved der altsaa bl. a. skulde faaes Oplysning om, hvor stor en Del af disse der kan

Tabel IX. Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.
 Flutration analyser, Andreasens method.
 Grindsted Hedeslette.
 Grindsted Heath Plain.

Lynsksjold Hav humus	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0.12 mm.	17,5	2,0	0,0225	8,6	1,0	0,0221	16,3	1,66	0,0225	12,6	1,69	0,0219	7,4	0,38	
Blegsand Bleached sand	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0.12 mm.	17,5	2,0	0,0225	8,6	1,0	0,0221	16,3	1,66	0,0225	12,6	1,69	0,0219	7,4	0,38	
Humusal Humus hardpan	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0.12 mm.	17,5	2,0	0,0225	8,6	1,0	0,0221	16,3	1,66	0,0225	12,6	1,69	0,0219	7,4	0,38	
Jernal Iron hardpan	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0.12 mm.	17,5	2,0	0,0225	8,6	1,0	0,0221	16,3	1,66	0,0225	12,6	1,69	0,0219	7,4	0,38	
Undergrund Subsoil	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0.12 mm.	17,5	2,0	0,0225	8,6	1,0	0,0221	16,3	1,66	0,0225	12,6	1,69	0,0219	7,4	0,38	
0,0028 0,0015	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	0,12— 0,0271	82,5	9,4	0,12— 0,0225	91,4	10,7	0,12— 0,0221	83,7	8,04	0,12— 0,0225	87,4	11,71	0,12— 0,0219	92,6	4,82
	Vægtprocent af samlede Jordmgd. Weight percentage of total soil	0,18	0,02	0,0023	0	0	0,0023	0,2	0,02	0,0023	0,51	0,07	0,0023	0	0	
0,0015	Vægtprocent af samlede Jordmgd. Weight percentage of total soil	0,17	0,01	0,0013	0	0	0,0013	0,2	0,02	0,0013	0,17	0,02	0,0013	0	0	

Tabel X. Slemningsanalyser efter
Andreasens Metode.

Elutriation analyses, Andreasens method.
Grimlund Hede. Varde-Aadum Bakkeø.
Grimlund Heath. Varde-Aadum Hill Island.

Overgang mellem Blegsand og Humusal Transition between bleached sand and humus hardpan			Humusal Humus hardpan			Jernal Iron hardpan		
Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	Vægtprocent af Partik- ler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0,12 mm.	Vægtprocent af sam- lede Jordmgd. Weight percentage of total soil	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	Vægtprocent af Partik- ler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0,12 mm.	Vægtprocent af sam- lede Jordmgd. Weight percentage of total soil	Kornstørrelse i mm Size of particles, mm.	Vægtprocent af Partik- ler under 0,12 mm Weight percentage of particles below 0,12 mm.	Vægtprocent af sam- lede Jordmgd. Weight percentage of total soil
0,12— 0,0225	86,8	9,48	0,12— 0,0221	78,2	14,15	0,12— 0,0225	72,0	12,89
0,0225	13,2	1,52	0,0221	21,8	3,95	0,0225	28,0	5,01
0,0129	5,9	0,68	0,0127	10,4	1,88	0,0129	15,5	2,78
0,0073	4,1	0,47	0,0072	5,3	0,96	0,0073	8,1	1,45
0,0040	3,6	0,41	0,0039	4,7	0,85	0,0040	6,4	1,15
0,0023	3,6	0,41	0,0023	4,2	0,76	0,0023	5,3	0,95
0,0013	3,6	0,41	0,0013	3,6	0,65	0,0013	4,7	0,84

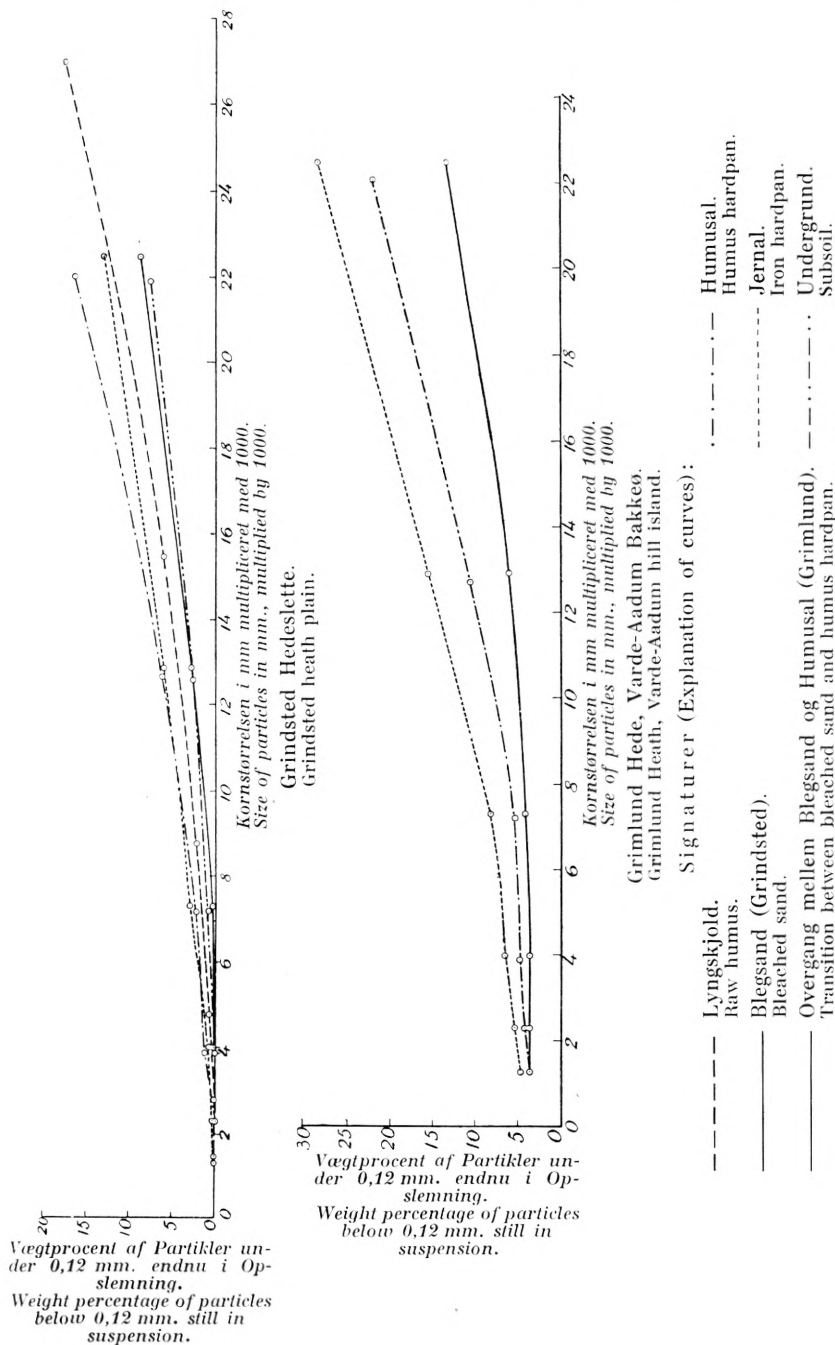
henregnes til den kolloidale Fraktion (efter Bouyoucos vel nok lidt vilkaarligt ansatte Grænse af 0,02 mm Partikelstørrelse og derunder), og efter Bouyoucos' Metode er der umiddelbart i de oprindelige Jordprøver (den samlede Jordmængde under 2,0 mm) foretaget de S. 15—18 omtalte Bestemmelser. Det maa her bemærkes, at det ofte, paa Grund af Skumdannelse o. l., er svært at aflæse Flydevægtens Stand nøjagtig.

Tabel XI. Slemningsanalyser efter
 Bouyoucos' Metode.
 Elutriation analyses, Bouyoucos' method.
 Grindsted Hedeslette.
 Grindsted Heath Plain.

Tid for Sedimentation Rate of sedimentation	Kornstørrelser i mm Size of particles mm	Vægtprocent af Partikler endnu i Opslemning Weight percentage of particles still in suspension				
		Lyngskjold Raw humus	Blegsand Bleached sand	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan	Undergrund Subsoil
40 Sek. sec.	Sand	11,0	5,4	9,7	8,1	3,8
1 Min. min.	0,0779	10,0	4,9	8,7	7,6	3,6
2 —	0,0551	9,4	4,5	8,1	6,1	3,3
5 —	0,0348	6,9	3,3	6,1	6,0	3,1
15 —	0,0201	5,8	2,8	5,1	4,6	2,8
30 —	0,0142	4,4	2,8	3,0	4,0	2,8
60 —	0,0101	4,1	2,3	3,0	3,5	2,3

Tabel XII. Slemningsanalyser efter
 Bouyoucos' Metode.
 Elutriation analyses, Bouyoucos' method.
 Grimlund Hede. Varde-Aadum Bakkeø.
 Grimlund Heath. Varde-Aadum Hill Island.

Tid for Sedimentation Rate of sedimentation	Kornstørrelser i mm Size of particles mm	Vægtprocent af Partikler endnu i Opslemning Weight percentage of particles still in suspension		
		Overgang mell. Blegsand og Humusal Transition betw. Bleached sand and Humus hardpan	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan
40 Sek. sec.	Sand	8,5	11,4	12,9
1 Min. min.	0,0779	7,5	10,9	11,9
2 —	0,0551	6,0	9,9	10,9
5 —	0,0348	5,5	6,9	9,4
15 —	0,0201	4,2	5,4	6,8
30 —	0,0142	3,4	3,9	6,1
60 —	0,0101	2,8	3,4	6,1



I de vedføjede Tabeller (IX—XII) er opført Resultaterne af Slemningsanalyserne efter disse Metoder. Ved ANDREASSENS Metode er Kornstørrelsen bestemt efter Formlen $k = 0,0142 \left(\frac{h}{t(\zeta - 1)} \right)^{\frac{1}{2}}$, hvor ζ er det undersøgte Stofs Vægtfylde, k Kornstørrelsen maalt i Millimeter, h Faldhøjden i Centimeter, og t Sedimentationstiden maalt i Minuter. Da Vægtfylden af Materialet fra de forskellige Horisonter er forskellig, vil Kornstørrelsen efter den samme Sedimentationstid ogsaa blive varierende, som i Tabellerne anført f. Eks. 0,0271, 0,0225, 0,0221 o. s. v.

Betragtes nu først de Tabeller og Figur 11, der giver Resultaterne efter ANDREASSENS Metode, bør der særlig lægges Mærke til de Kolonner, der angiver Indholdet af de fineste Bestanddele i Vægtprocent af det samlede Materiale (Jordpartikler under 2 mm). Her er Tallene for Partikler under Kolloidgrænsen (c. 0,02 mm) jo forholdsvis smaa for Grindsted Hedeslette, men betydeligt større for den ældre Dannelse, Grimlund Hede. De vedføjede Kurver for Fordelingen af de forskellige Størrelsesklasser (Fig. 11) viser dette endnu tydeligere, og disse Figurer giver ogsaa et talende Diagram for Jordprøvernes Struktur med Henblik paa de finere og fineste Bestanddele.

Imidlertid er der ret betydelige Afvigelser saavel mellem de absolute som mellem de relative Mængder af kolloidale Bestanddele, fundne efter ANDREASSENS og BOUYOUCOS' Metoder. Dette fremgaar tydeligt, naar Tallene for Fraktionerne omkring Partikelstørrelsen 0,02 mm stilles sammen (se Tabel XIII), men hvis man her tillige medtager »Humus«-bestemmelserne for de paagældende Horisonter, bliver Afvigelserne noget bedre forstaaelige, idet BOUYOUCOS' Metode (efter hans egen Angivelse) jo svigter ved Undersøgelsen af

særligt humusrige Jorder. De mindste Afvigelser findes da ogsaa i de humusfattige Horisonter.

Tabel XIII.
Grindsted Hedeslette.
Grindsted Heath Plain.

Comparison between the Andreasen and Bouyoucos elutriation methods.

	Lyng- skjold Raw humus	Bleg- sand Bleached sand	Humus- al Humus hardpan	Jern- al Iron hardpan	Under- grund Sub- soil
Efter ANDREASEN:					
Kornstørrelse i mm Size of particles	0,0271	0,0225	0,0221	0,0225	0,0219
Kolloidale Bestanddele Colloids	2,0 %	1,0 %	1,56 %	1,69 %	0,38 %
Efter BOUYOUCOS:					
Kornstørrelse 0,0201 mm Size of particles	—	—	—	—	—
Kolloidale Bestanddele Colloids	5,8 %	2,8 %	5,1 %	4,6 %	2,8 %
»Humus«indhold »Humus« content	26,39 %	1,30 %	12,85 %	4,67 %	0,56 %

Grimlund Hede. Bakkeø.
Grimlund Heath. Hill Island.

	Overgang mell. Blegsand og Humusal Transition betw. bleached sand and humus hardpan	Humusal Humus hardpan	Jernal Iron hardpan
Efter ANDREASEN:			
Kornstørrelse i mm Size of particles	0,0225	0,0221	0,0225
Kolloidale Bestanddele Colloids	1,52 %	3,95 %	5,01 %
Efter BOUYOUCOS:			
Kornstørrelse 0,0201 mm Size of particles	—	—	—
Kolloidale Bestanddele Colloids	4,2 %	5,4 %	6,8 %
»Humus«indhold »Humus« content	3,63 %	9,99 %	7,34 %

Sammenlignes disse Bestemmelser nu endelig med Analyserne for uorganiske Kolloider, udførte efter den TAMM'ske kemiske Metode (se Tabel XVIII S. 97 ff. og i Noten S. 102), saa er der en vis Overensstemmelse mellem Resultaterne for Humusal, Jernal og Undergrund i Grindsted Hedeslette fundne efter ANDREASENS og TAMMS Metoder, medens Lyngskjolden og Blegsandet viser større Afvigelser. En Tendens i samme Retning, men mindre tydelig udtalt, kan ogsaa for de to Metodors Vedkommende paavises ved Sammenstilling af Resultaterne fra Grimlund Hede. Men Tallene fundne efter BOUYOUCOS' Metode ligger jo alle i et betydeligt højere Plan og giver næppe noget rigtigt Udtryk for hverken det uorganiske eller det organiske Kolloidindhold. I det store og hele maa denne Metode da siges at have svigtet ved Undersøgelse af humusrige Jordbundstyper som Hedejorderne, medens den, som vi senere skal se, bedre lader sig anvende ved mere udpræget mineralske Jordlag som Leral (se Tabel XXVIII).

Men alt i alt faar man gennem mekaniske Analyser, som de her anvendte, dog næppe saa paalidelige Oplysninger om Hedejordernes Indhold af uorganiske Kolloider som ved den TAMM'ske kemiske Metode i alt Fald ikke Resultater, der direkte kan sammenlignes¹, dels fordi den Grænse for Partikelstørrelse, der fastsættes som angivende Kolloidindholdet, foreløbig er ret vilkaarlig sat, dels fordi den kombinerede kvalitative og kvantitative Analyse af uorganiske Kolloider sikkert har betydelig større Interesse ved Fremskaffelsen af Oplysninger om de mest betydningsfulde Jordbestanddele, Zeolithkomplekset, end de rent mekaniske Analyser. Derfor er disse ingenlunde uden Betydning i anden Henseende, og ved kraftige Lerjorder

¹ Se forøvrigt Bemærkningerne herom Side 9.

er de vel foreløbig de bedste til at skaffe kvantitative Udtryk for en Jordbunds kolloidale Bestanddele.

2. Kemiske Bestemmelser.

Alle de her anførte Analyser er foretagne efter de samme Metoder som i mit forrige Arbejde¹, og i den følgende Tabel er de opførte paa samme Maade som tidligere, idet blot de mekaniske Analyser er udeladte. Naar ingen Rubriker findes for Salpeter- og Ammoniak-Kvælstof, er det, fordi der absolut intet findes heraf i denne uberørte Hedejord (gentagne Prøver gav aldeles negative Resultater). Til Gengæld er det saa anført, hvor stor en Procent Totalkvælstoffet udgør af Humusindholdet, hvilket har en mere almen Interesse, som der bliver Lejlighed til at komme noget nærmere ind paa i det følgende.

Hvad der i disse Analyser har særlig Interesse i Sammenligning med de tidligere udførte, er, at hver Profils forskellige Hørizonter er holdt skarpt ude fra hinanden, og at den hele Undersøgelse er udført paa uberørt Hedejord, der aldrig har været underkastet nogen mekanisk Bearbejdning, og hvor Lyngtørven ikke bærer Mærke af, at den tidligere har været brændt eller paa anden Maade fjernet (hvilket dog ikke er helt udelukket, for lang Tid tilbage). Her findes da ogsaa helt andre Tal for »Humus« i de øverste Lag og en udpræget Forskel paa Humusindholdet i henholdsvis Humusalen og Jernalen. Af Blegsandet er der ogsaa helt igennem udtaget Prøver i dettes mellemste Parti og ikke, hvor det gaar uskarpt over i Lyngskjolden foroven eller Humusalen forneden. Man faar da ogsaa heraf et anderledes klart Billede af en typisk Podsoljords oprindelige Beskaffenhed end af de Analyser, der af Forfatteren tidligere blev anstillede paa delvis bearbejdet Jordbund.

¹ FR. WEIS: Undersøgelser over Hedejord. 1929. S. 39—44.

Tabel XIV.

Grindsted

Grindsted

Kemiske Analyser.

Profil Profile	Hori- zont Horizon	Beskrivelse Description	Dybde cm Depth cm.
I	A ₁	Lyngskjold: sort med ujævn Overgang til Blegsand .. Raw humus: black with uneven transition to bleached sand	0—10
—	A ₂	Blegsand: med temmelig mange humøse Partikler. Skarpe Sten .. Bleached sand: with rather many humic particles, sharp stones	13—18
—	A ₃	Humusal: meget haard og fast Al, de øverste cm med mange hvide Korn .. Humus hardpan: very strong hardpan, the top layers with many white grains	18—24
—	B ₁	Jernal: rødligbrun, grynet, ret skør. 2—3 vand- rette Glestriber .. Iron hardpan: reddish-brown, gravel, rather brittle. 2—3 gley horizons	24—31
—	C	Undergrund: groft, storkornet, marmoreret Sand, ogsaa med Glestriber .. Subsoil: coarse, large grained, marbled sand, also with gley horizons	65 og deru.
II	A ₁	Lyngskjold: sort til sortbrun .. Raw humus: black to blackish-brown	0—11
—	A ₂	Blegsand: lyst, med ret mange Smaasten .. Bleached sand: light, with rather many pebbles	15—25
—	A ₃	Humusal: sort, fast og ganske haard, med mange hvide Korn øverst .. Humus hardpan: black, hard and rather strong, with many white grains in the upper layer	25—32
—	B ₁	Jernal: rødbrun, skør og grynet med enkelte Smaasten .. Iron hardpan: reddish-brown, brittle and gravelly	32—40
—	C	Undergrund: lyst, gulbrunt, meget groft Sand .. Subsoil: light, yellow-brown, very coarse sand	70 og deru.
III	A ₁	Lyngskjold: sort, tørveagtig .. Raw humus: black, peaty	0—8
—	A ₂	Blegsand: med ret mange mindre Sten .. Bleached sand: with rather many smaller stones	13—19
—	A ₃	Humusal: meget haard, sort .. humus hardpan: very hard, black	19—26
—	B ₁	Jernal: rødbrun, øverst lidt tørveagtig, nede skør og grynet .. Iron hardpan: reddish-brown, uppermost slightly peaty, below brittle and gravelly	26—33
—	C	Undergrund: lyst, næsten hvidgult Sand .. Subsoil: light, nearly whitish-yellow sand	60 og deru.

Table XIV.
Hedeslette.
Heath Plain.
Chemical analyses.

pH	Hygro- skopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrosc. water per cent.	»Hu- mus« $\frac{0}{0}$	Total N $\frac{0}{0}$	Total N i $\frac{0}{0}$ af »Hu- mus« Total N in p. c. of »humus«	SiO ₂ $\frac{0}{0}$	Fe ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Al ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids per cent.
3,6	2,71	17,28	0,34	1,96	0,017	0,068	0,083	0,17
3,9	0,25	1,64	0,027	1,65	0,018	0,017	0,042	0,08
4,0	3,66	16,17	0,39	2,41	0,040	0,58	1,28	1,90
4,6	0,57	1,31	0,027	2,06	0,034	0,59	0,34	0,96
4,7	0,31	0,30	0,006	2,00	0,053	0,084	0,17	0,31
3,5	2,88	19,16	0,35	1,83	0,014	0,049	0,096	0,16
4,0	0,13	1,05	0,018	1,71	0,035	0,009	0,017	0,06
4,3	3,68	11,84	0,26	2,20	0,033	0,92	1,40	2,35
4,6	0,79	1,86	0,037	1,99	0,190	0,35	0,41	0,95
4,6	0,48	0,81	0,016	1,97	0,060	0,15	0,36	0,57
3,6	1,23	7,98	0,14	1,75	0,022	0,040	0,048	0,11
4,0	0,21	1,77	0,030	1,69	0,018	0,015	0,010	0,04
4,3	3,32	11,11	0,28	2,52	0,038	0,60	0,99	1,63
4,7	0,85	1,81	0,040	2,21	0,042	0,43	0,46	0,93
4,6	0,24	0,24	0,005	2,08	0,043	0,07	0,16	0,27

Tabel XIV

Profil Profile	Hori- zont Horizon	Beskrivelse Description	Dybde cm Depth cm.
IV	A ₁	Lyngskjold: sort Raw humus: black	0—8
—	A ₂	Blegsand: ret svært, uden større Indblanding af humøse Partikler Bleached sand: rather heavy with no large admixture of humose particles	12—20
—	A ₃	Humusal: sort, tørveagtig, meget haard og fast Humus hardpan: black, peaty, very hard and firm	20—26
—	B ₁	Jernal: sortbrun med enkelte Smaasten, ret grynet og skør Iron hardpan: blackish-brown, with a few pebbles, rather gravelly and brittle	26—34
—	C	Undergrund: lyst, ret gult Sand, meget groft Subsoil: light, rather yellow sand, very coarse	55 og deru.
V	A ₁	Lyngskjold: sort Raw humus: black	0—8
—	A ₂	Blegsand: med mange skarpe og ret store Sten Bleached sand: with many sharp and rather large stones	12—22
—	A ₃	Humusal: meget haard, i nederste Del mange ret store Sten Humus hardpan: very hard, in lower part many rather large stones	22—30
—	B ₁	Jernal: rødbrun, skør og grynet med temmelig mange Sten Iron hardpan: reddish-brown, brittle and gravelly with rather many stones	30—34
—	C	Undergrund: lyst, meget groft, rødligbrunt Sand Subsoil: light, very coarse, reddish-brown sand	70 og deru.
VI	A ₁	Lyngskjold: sort Raw humus: black	0—8
—	A ₂	Blegsand: uden Sten Bleached sand: without stones	12—16
—	A ₃	Humusal: meget haard og fast, øverst med mange hvide Korn humus hardpan: very hard and firm, uppermost many white grains	16—24
—	B ₁	Jernal: rødbrun, ret tørveagtig, med baade runde og skarpe Sten Iron hardpan: reddish-brown, rather peaty with both round and sharp stones	24—30
—	C	Undergrund: stærkt marmoreret, lange Altunger. Nogle Sten Subsoil: strongly marbled, long tongues of hardpan. Some stones	60 og deru.

(fortsat, continued).

pH	Hygroskopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrose. water per cent.	»Humus« $\frac{0}{0}$	Total N $\frac{0}{0}$	Total N i $\frac{0}{0}$ af »Humus« Total N in p. c. of humus«	SiO ₂ $\frac{0}{0}$	Fe ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Al ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids per cent.
3,5	4,65	30,71	0,62	2,02	0,023	0,14	0,14	0,30
3,7	0,19	1,38	0,024	1,74	0,012	0,044	0,016	0,07
4,0	2,83	12,22	0,27	2,21	0,026	0,44	0,75	1,23
4,4	1,61	3,21	0,072	2,24	0,037	1,12	0,66	1,82
4,8	0,18	0,15	0,004	2,67	0,050	0,16	0,15	0,36
3,5	7,78	51,73	1,06	2,05	0,023	0,18	0,21	0,41
4,0	0,19	1,42	0,024	1,69	0,025	0,04	0,024	0,09
4,0	2,19	9,85	0,21	2,13	0,023	0,15	0,62	0,79
4,0	0,95	2,08	0,048	2,31	0,048	0,39	0,53	0,97
4,4	0,25	0,16	0,004	2,50	0,045	0,13	0,17	0,35
3,7	2,29	17,18	0,30	1,75	0,015	0,085	0,068	0,17
4,5	0,28	2,16	0,035	1,62	0,020	0,043	0,026	0,09
4,0	2,49	11,92	0,26	2,18	0,026	0,23	0,69	0,95
4,4	1,16	2,56	0,067	2,62	0,130	0,62	0,55	1,30
4,7	0,16	0,12	0,003	2,50	0,035	0,12	0,13	0,29

Tabel XIV

Profil Profile	Hori- zont Horizon	Beskrivelse Description	Dybde cm Depth cm.
VII	A ₁	Lyngskjold: sort Raw humus: black	0—8
—	A ₂	Blegsand: med mange store, skarpe, mest gule Sten Bleached sand: with many large, sharp, mostly yellow stones	12—18
—	A ₃	Humusal: meget haard og fast. Hist og her en enkelt mindre Sten Humus hardpan: very hard and firm. Here and there a single medium sized stone	18—23
—	B ₁	Jernal: rødbrun, foroven tørveagtig, nederst skor og grynet, mange Sten Iron hardpan: reddish-brown, uppermost peaty, below brittle and gravelly, many stones	23—29
—	C	Undergrund: rent gult Sand, meget groft og uden Sten Subsoil: pure yellow sand, very coarse and without stones	68 og deru.
VIII	A ₁	Lyngskjold: sort til sortbrun Raw humus: black to blackish-brown	0—11
—	A ₂	Blegsand: med meget faa Sten, smaa og skarpe Bleached sand: with very few, but small and sharp stones	14—24
—	A ₃	Humusal: meget haard og fast Humus hardpan: very hard and firm	24—34
—	B ₁	Jernal: rød og rødbrun med faa ærtestore Sten Iron hardpan: red and reddish-brown with a few stones, the size of a pea	34—38
—	C	Undergrund: lyst, gult og meget groft Sand Subsoil: light, yellow and very coarse sand	80 og deru.
IX	A ₁	Lyngskjold: sort til sortbrun Raw humus: black to blackish-brown	0—7
—	A ₂	Blegsand: med mange smaa, skarpe, hvide og gullige Sten Bleached sand: with many small, sharp, white and yellow stones	11—15
—	A ₃	Humusal: sort og temmelig haard Humus hardpan: black and rather hard	15—25
—	B ₁	Jernal: brun til rødbrun, mange ret store, næsten kun gule Sten Iron hardpan: brown to reddish-brown, many rather large, almost only yellow stones	25—30
—	C	Undergrund: groft, rødgult Sand Subsoil: coarse, reddish-yellow sand	70 og deru.

(fortsat, continued).

pH	Hygro- skopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrose. water per cent.	»Hu- mus« $\frac{0}{0}$	Total N $\frac{0}{0}$	Total N i $\frac{0}{0}$ af »Hu- mus« Total N in p. c. of »humus«	SiO ₂ $\frac{0}{0}$	Fe ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Al ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids per cent.
3,5	4,75	33,21	0,61	1,84	0,019	0,13	0,13	0,28
3,7	0,36	2,94	0,045	1,53	0,018	0,058	0,012	0,08
3,9	2,52	11,82	0,30	2,54	0,024	0,47	0,62	1,11
4,4	1,17	2,30	0,063	2,74	0,035	1,00	0,43	1,47
4,8	0,15	0,11	0,003	2,73	0,048	0,14	0,12	0,31
3,6	4,66	32,91	0,52	1,57	0,012	0,11	0,12	0,24
3,8	0,17	1,24	0,019	1,53	0,034	0,050	0,045	0,13
4,2	2,68	10,49	0,24	2,29	0,012	0,35	0,76	1,12
4,6	2,23	4,66	0,10	2,15	0,039	1,91	1,03	2,98
5,0	0,24	0,20	0,006	3,00	0,043	0,50	0,18	0,72
3,6	4,91	34,13	0,55	1,61	0,016	0,16	0,17	0,35
3,9	0,32	2,45	0,042	1,71	0,027	0,067	0,04	0,14
4,2	4,42	15,48	0,36	2,33	0,037	1,47	1,14	2,65
4,6	2,25	3,86	0,097	2,51	0,061	2,14	0,85	3,05
5,9	0,18	0,15	0,004	2,67	0,091	0,24	0,19	0,52

Tabel XIV

Profil Profile	Hori- zont Horizon	Beskrivelse Description	Dybde cm Depth cm.
X	A ₁	Lyngskjold: sort til sortbrun Raw humus: black to blackish-brown	0—13
—	A ₂	Blegsand: med ret store, skarpe, hvide og gule Sten Bleached sand: with rather large, sharp, white and yellow stones	13—20
—	A ₃	Humusal: sort, haard og fast med en Del store Sten Humus hardpan: black, hard and firm with several large stones	20—27
—	B ₁	Jernal: ret haard, noget skørere og mere grynet i nederste Del. Iron hardpan: rather hard, more brittle and gravelly in the lowest section	27—37
—	C	Undergrund: lyst, gult, meget groft Sand Subsoil: light, yellow, very coarse sand	72 og deru.
XI A. a.	A ₁	Græstørv (i Midten af Hullet) Clad (in the center of the hole)	0—12
— b.	A ₂	Blegsandslignende Sand Similar to bleached sand	20
— c.	A ₂	Blegsandslignende Sand Similar to bleached sand	40
— d.	A ₂	Blegsandslignende Sand Similar to bleached sand	60
— B. a.	A ₁	Overgang mellem Græs og Lyng: Lyngskjold Transition between gras and heather. Raw humus	0—10
— b.	A ₂	Overgang mellem Græs og Lyng: Blegsand Transition between gras and heather. Bleached sand	10—65
— c.	A ₃ —B ₁	Overgang mellem Græs og Lyng: Allag Transition between gras and heather. Hardpan	65—67
— d.	C	Overgang mellem Græs og Lyng: Undergrund Transition between gras and heather. Subsoil	67 og deru.

a. **Reaktionen (Brintionkoncentrationen, pH).** Her viser Lyngskjolden en forbavsende Konstans, idet pH-Værdien i 12 Profiler kun svinger mellem 3,5 og 3,7. Blegsandet viser noget større Variationer, mellem 3,7 og 4,5, Humusalen svinger mellem 3,9 og 4,3, Jernalen mellem 4,0

(fortsat, continued).

pH	Hygro- skopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrosce. water per cent.	»Hu- mus« $\frac{0}{0}$	Total N $\frac{0}{0}$	Total N i $\frac{0}{0}$ af »Hu- mus« Total N in p. c. of »humus«	SiO ₂ $\frac{0}{0}$	Fe ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Al ₂ O ₃ $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids per cent.
3,5	3,45	26,04	0,45	1,70	0,017	0,11	0,15	0,28
3,9	0,28	1,80	0,039	2,17	0,025	0,067	0,039	0,13
4,1	3,64	15,64	0,37	2,37	0,043	0,52	1,30	1,86
4,6	1,40	2,89	0,074	2,56	0,060	0,94	0,59	1,59
4,7	0,17	0,13	0,004	3,08	0,048	0,11	0,15	0,31
3,6	3,44	22,11	0,46	2,08	0,021	0,15	0,14	0,31
3,9	0,22	0,98	0,035	3,58	0,017	0,036	0,013	0,07
4,3	0,064	0,23	0,012	5,21	0,031	0,033	0,017	0,08
4,2	0,06	0,18	0,008	4,44	0,012	0,029	0,014	0,06
3,5	4,25	28,88	0,56	1,93	0,013	0,14	0,14	0,29
3,9	0,15	0,63	0,021	3,33	0,026	0,036	0,027	0,09
4,3	1,81	2,33	0,066	2,83	0,037	0,92	0,59	1,55
4,2	0,09	0,18	0,008	4,44	0,008	0,098	0,028	0,13

og 4,7 (kun i 1 Tilfælde ligger Tallet under 4,4) og Undergrunden mellem 4,4 og 5,9 (det er dog ogsaa her kun i 1 Tilfælde, at Tallet gaar over 5,0).

I Almindelighed ligger da Reaktionstallene ved følgende pH-Værdier:

For	Lyngskjold	Blegsand	Humusal	Jernal	Undergrund
	Raw humus	Bleached sand	Humus hardpan	Iron hardpan	Subsoil
pH ved	3,6	3,9	4,1	4,5	4,8

Bestemmelserne viser altsaa en meget regelmæssig Stigning af Reaktionstallene (pH-Værdien) eller Fald i Brintionkoncentrationen mod Dybden, hvilket i Almindelighed er Tilfældet med podsolerede Jorder. Det er værdt at bemærke den meget høje Surhedsgrad i Lyngskjolden, der, i Forbindelse med et kvantitativt meget stort Indhold af sure Humusstoffer, vil kræve en meget stor Kalkmængde for at tilvejebringe neutral Reaktion. At en saadan aabenbart ikke er nødvendig og heller ikke ønskelig, fordi den tit foraarsager Gulpidsyge og Lyspletsyge i Kornarterne, og man ved et betydeligt lavere Reaktionstal (omkring 6) kan opnaa maksimale Afgrøder af de fleste Agerbrugsplanter, er dels berørt i en tidligere Afhandling¹ og dels i Overensstemmelse med talrige Erfaringer, som de praktiske Hede dyrkere har gjort. Yderligere Bemærkninger om denne Sag er der ikke Anledning til at gøre paa dette Sted.

b. „Humus.“ I mit forrige Arbejde fra 1929 har jeg i Hovedtabellerne V—VII gengivet Tallene fra nogle Bausch-Analyser fra 3 Profiler, hvori Horisonterne A₁, A₂, A₃, B₁ og C fra uberørt Hedejord var undersøgte hver for sig, og der bl. a. ogsaa var Tal for »Humus«indholdet, medens en saadan skarp Adskillelse paa Grund af Materialets Natur (fra bearbejdede, delvis dyrkede Hedearealer) ikke havde kunnet gennemføres for de øvrige Analyser Vedkommende (Hovedtabellerne I—IV). De her foreliggende Bestemmelser, der ganske vist ikke omfatter Bausch-Analyser, har derimod alle kunnet udføres i vel adskilte Horisonter og frem-

¹ FR. WEIS: Undersøgelser over danske Hedejorder 1929. S. 66.

byder derved formentlig en betydelig Interesse som Supple-
 menter til de tidligere offentliggjorte. Og ganske særligt op-
 lyser de om det ofte meget store Indhold af »Humus«, der
 kan forekomme i Lyngskjolden og Humusalen, i Sammen-
 ligning med Jernalen, der er relativt fattig paa Humus. Et
 Blik paa Tabel XIV giver umiddelbart et Indtryk heraf,
 men et Uddrag af denne store Tabel og en Sammenstilling
 af de paagældende Tal, som er foretaget i nedenstaaende
 Tabel XV, gør disse Ejendommeligheder og Forskelligheder
 endnu mere iøjnefaldende.

Tabel XV. »Humus«indholdet i de forskellige
 Horisonter i Grindsted Hedeslette.

»Humus« content in various horizons. Grindsted Heath.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁ Raw humus	Blegsand, A ₂ Bleached sand	Humusal, A ₃ Humus hardpan	Jernal, B ₁ Iron hardpan	Under- grund, C Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	17,28	1,64	16,17	1,31	0,30
II	19,16	1,05	11,84	1,86	0,81
III	7,98	1,77	11,11	1,81	0,24
IV	30,71	1,38	12,22	3,21	0,15
V	51,73	1,42	9,85	2,08	0,16
VI	17,18	2,16	11,92	2,56	0,12
VII	33,21	2,94	11,82	2,30	0,11
VIII	32,91	1,24	10,49	4,66	0,20
IX	34,13	2,45	15,48	3,86	0,15
X	26,04	1,80	15,64	2,89	0,13
Gennemsnit Average	27,03	1,79	12,65	2,65	0,24

Vi ser af denne Tabel, at det gennemsnitlige Humus-
 indhold i Lyngskjolden gaar op over $\frac{1}{4}$, i en enkelt Profil
 endog over Halvdelen af det samlede Tørstof i Vægtprocent,
 og at det da i Rumfangsprocent vil gaa betydeligt højere op.
 Lyngskjolden er i det hele taget en Dannelse, der ofte

meget nærmer sig en Mosetørv i Kulstofindhold. Det er derfor ikke mærkeligt, at den almindelig gaar under Navnet »Lyngtørv«, og at den i de træløse Hedeegne i saa udstrakt Grad er bleven anvendt til Brændsel. Tallene giver dernæst et klart Udtryk for, hvor langt »Humus«procenten gaar ned i det egentlige Blegsand. Men her maa dog bemærkes, at de udtagne Prøver hidrører fra Horizontens midterste Lag, der ofte uden skarp Grænse gaar over i Lyngtørven opad, saa der dog ofte i den samlede Horizont af Blegsand (A_2) findes betydelig større Mængder af »Humus«, mest i Form af nedslemmede, faste, kulagtige Partikler. Det ringe Indhold af hygroskopisk Vand og Blegsandets ringe vandholdende Evne viser, at de organiske Stoffer her kun findes i forsvindende Mængder som kolloidal Humus. — Derimod indeholder Humusalen igen stærkt stigende Mængder af aabenbart for Størstedelen ægte, kolloidal Humus. Men her ses ikke noget konstant Forhold mellem Lyngskjoldens og Humusalsens Humusindhold, idet vi f. Eks. i Profil V har den største Mængde heraf (51,73 %) i Lyngskjolden samtidig med den mindste Mængde (9,85 %) i Humusalen, og omvendt i Profil I (med henholdsvis 17,28 og 16,17 %). — Heller ikke er der noget bestemt Forhold mellem Humus- og Jernalens Humusindhold (sml. f. Eks. Profilerne I og VIII i Tabel XV). — I Undergrunden forsvinder Humus'en jo næsten fuldstændig, og de ringe Mængder, der findes heraf, hidrører sikkert væsentligst fra Altunger eller tilfældigt dybtgaaende Rødder.

Naar jeg i mit forrige Arbejde (S. 80—90 og specielt S. 89) argumenterede for, at man ikke burde bruge Betegnelserne »Humusal« og »Jernal« til at adskille to forskellige Altyper, saaledes som bl. a. P. E. MÜLLER har ment

at kunne karakterisere henholdsvis Hedesletternes og Bakkeøernes Alformer, men at man i Almindelighed blot skulde tale om »Al« som en Fællesbetegnelse for alle de fast sammenkittede Lag af sort, rød-brun, gul eller endog graalig Farve, der opstaar i mange udpræget podsolerede Jorder, saa mener jeg fremdeles, at der intet naturligt Grundlag findes for at karakterisere Hedesletternes Al som en udpræget »Humusal« og Bakkeøernes som en udpræget »Jernal«. Foruden de Analyser, der taler herimod, og som jeg har anført i et Par Smaatabeller i mit forrige Arbejde (S. 83 og S. 86), kan jeg her yderligere anføre et Par Analyser fra en Bakkeø (Grimlund Hede, Varde-Aadum Bakkeø, Dr. HASSELBALCHS Ejendom »Heimdal«), hvor der i, hvad jeg kalder »Humusal«, fandtes 9,99, og i hvad jeg kalder »Jernal«, 7,34 $\frac{0}{0}$ Humus. Her er der ganske vist et forholdsvis lavt Humusindhold i Humusalen, men til Gengæld et usædvanligt stort Indhold i Jernalen, større end jeg nogensinde har fundet det paa Hedeslattelokaliteter. Men naar jeg dog i det foreliggende Arbejde stadig benytter Udtrykkene og skelner mellem »Humusal« og »Jernal«, saa er det, fordi der aabenbart i de fleste udprægede Aldannelser findes to tydeligt adskilte Lag¹, i Regelen endog saa skarpt afgrænsede, som om Jernalens Grænse opad var dannet af en blankt skinnende Plade, og Farveforskellighederne plejer at være lige saa udprægede, paa den ene Side sort, paa den anden brun, rustfarvet. De to Dannelser er sikkert ogsaa af helt forskellig Oprindelse, Humusalen repræsenterende en eluvial, og Jernalen en illuvial Horizont (henholdsvis A₃ og B₁). Og da Hedens Befolkning stadig bruger disse Betegnelser, og disse Alformer gennem

¹ Jeg kender ganske vist kraftige Aldannelser, hvori jeg ikke har kunnet konstatere noget særligt Jernallag, og omvendt.

deres Farver praktisk let lader sig adskille, finder jeg det naturligt at knæsatte disse Betegnelser ogsaa i den videnskabelige Terminologi, skønt der ofte, som jeg baade tidligere har fremhævet og ogsaa senere vil komme tilbage til, findes et større Indhold af baade Total-Jern og kolloidalt Jernhydroksyd i Humusalen end i Jernalen.

c. **Hedejordens Kvælstofindhold.** Af de værdifulde Bestanddele, Hedejorden indeholder, har jeg tidligere fremhævet foruden de organiske og uorganiske Kolloider dens store Indhold af Kvælstof, der, hvis det bliver muligt at mobilisere denne Beholdning som Plantenæringstoffer (Ammoniak og Salpetersyre) i passende Tempo, vilde betyde en overordentlig stor Vinding for Hededyrkingen¹. I hvilken Grad og hvorledes denne Mobilisering lader sig realisere, har jeg, med Støtte af Det Zeuthenske Mindelegat, taget op til særlig Undersøgelse, og en stor Mængde Forsøg paa at løse denne vigtige Opgave er f. T. i Gang paa mit Laboratorium. Forhaabentlig kan jeg ogsaa faa disse Laboratorieundersøgelser kombinerede med praktiske Dyrkningsforsøg paa Heden, og i hvert Fald vil der senere fremkomme en speciel Meddelelse om Resultaterne heraf. Derfor skal selve Mobiliseringsproblemet ikke nærmere omtales her, men en yderligere Konstatering af, hvad der kan findes af selve Raamaterialet, Total-Kvælstoffet, i Hedejorden giver de her udførte Analyser yderligere Oplysninger om.

Kvælstoffet i den uberørte Hedejord forekommer alene i faste organiske Forbindelser, som en Bestanddel af det, vi her kalder »Humus«. Hvor der er »Humus«, er der da

¹ Se de i Indledningen citerede Arbejder og desuden FR. WEIS: Endnu et Par Ord om Hedejordens Kvælstofindhold og Muligheden af dets Mobilisering. Hedeselskabets Tidsskrift 1929 Nr. 21.

ogsaa Kvælstof. I den rent mineralske Jord findes der intet af det, med mindre Jorden bliver underkastet en Bearbejdning, navnlig i Forbindelse med en Kalkning, hvorefter der af det organiske Kvælstof kan frigøres mindre eller større Mængder af Ammoniak.

Det siger da sig selv, at det særlig er i Hedejordens Lyngskjold og Allag, at vi kan vente at finde større Mængder Kvælstof, og et Blik paa Tabel XVI giver ogsaa straks Oplysning om, at der bestaar et nøje Forhold mellem Jordlagenes »Humus«- og deres Kvælstofindhold. Hvor man derfor har fjernet Lyngskjolden ved at skære den af som Tørv til Brændsel, hvor den er brændt (i Bunden), eller hvor man har dyrket Heden ved at pløje ovenpaa Alen og uden at give Jorden tilstrækkelig Gødning, saa Hovedparten af Lyngskjolden er fortæret (formuldet), og Pløjelaget væsentligt kun bestaar af Blegsand — dér maa man ikke vente at finde meget Kvælstof tilbage i de øverste Lag. Sammen med Kulstoffets Forsvinden er det frigjort som Ammoniak og Salpetersyre, og saa enten optaget af de dyrkede Planter eller sivet ned med Regnvandet i Undergrunden. Imidlertid findes der en Beholdning tilbage i Alen, hvis denne endnu er i Behold, og skønt Kvælstoffet i denne synes at være endnu fastere bundet end i Lyngskjolden, er der dog stadig en Mulighed for at faa i hvert Fald noget af det frigjort, navnlig hvis man faar Alen op i Pløjelaget. Skulde det vise sig, at denne Reserve af Kvælstof kun i begrænset Grad lader sig frigøre, er det dog altid en Trøst, at i saa Tilfælde bevares i samme Forhold Alens Humusindhold, saa det kan blive ved at fungere som vandholdende og næringsstof-absorberende Materiale. Ti Kvælstoffets Frigørelse hænger nøje sammen med en tilsvarende Mine-

ralisering af »Humus« en. Bliver denne fortæret, vil ogsaa alt Kvælstof være frigjort som Plantenæring¹.

I de undersøgte Jordprøver fra Grindsted Hede viste der sig nu ogsaa i Overensstemmelse med deres »Humus« et tilsvarende stort Kvælstofindhold, hvilket bedst fremgaar af nedenstaaende Tal, uddragne af den store Tabel XIV. Tallene repræsenterer det samlede Indhold af Kvælstof i Procent af hele den paagældende Horizont.

Tabel XVI. Grindsted Hedeslette. Kvælstofindhold i Procent. (Jfr. Tabel XV).
Grindsted Heath. Nitrogen content p. c. (Comp. Table XV).

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁	Blegsand, A ₂	Humusal, A ₃	Jernal, B ₁	Under- grund, C
	Raw humus	Bleached sand	Humus hardpan	Iron hardpan	Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	0,34	0,027	0,39**	0,027	0,006
II	0,35	0,018	0,26	0,037	0,016
III	0,14*	0,030	0,28	0,040	0,005
IV	0,62	0,024	0,27	0,072	0,004
V	1,06	0,024	0,21	0,048	0,004
VI	0,30	0,035	0,26	0,067	0,003
VII	0,61	0,045	0,30	0,063	0,003
VIII	0,52	0,019	0,24	0,100	0,006
IX	0,55	0,039	0,37**	0,074	0,004
X	0,45	0,042	0,36**	0,097	0,004
Gennemsnit Average	0,49	0,03	0,29	0,06	0,006

* Her fandtes ogsaa kun en meget lav »Humus«procent (7,98).

** Her fandtes en paafaldende høj »Humus«procent (16,17, 15,48 og 15,64).

¹ Man kunde heraf slutte, at det slet ikke vilde være ønskeligt at faa Kvælstoffet frigjort, naar da samtidig de organiske Kolloider ogsaa omsættes til uorganiske Forbindelser. Men man maa ikke glemme, at i en dyrket Jord vil der af Rodrester, Affald af de overjordiske Skud og Blade, af tilført organisk Gødning og af døde Smaadyr, Svampe og Bakterier stadig nydannes Humus, saa det er muligt dog at bevare et nogenlunde konstant maaske endog stigende Indhold heraf, og i des højere Grad, jo mere intensivt Jorden dyrkes.

Sammenholdte med den foregaaende Tabel XV over disse Lags »Humus«indhold viser Tallene den skønneste Overensstemmelse og Samhørighed mellem »Humus« og Kvælstof. Og yderligere viser de et forbavsende stort Kvælstofindhold i Lyngskjold og Humusal, endnu betydelig større, end hvad mine tidligere Analyser viste, og hvoraf jeg uddrog mine Slutninger om den uberørte Hedejords store Kvælstofrigdom. I en tidligere Publikation¹ har jeg anslaaet denne til at udgøre c. 0,2 % af Hedejorden i en Dybde af c. 30 cm (et godt Pløjelag), svarende til c. 15000 kg Kvælstof eller c. 100000 kg Chilesalpeter pr. ha. Her i Grindsted Hede, hvor Humusalen gennemgaaende ligger i indtil c. 30 cm Dybde og den sammen med Lyngskjolden udgør c. $\frac{2}{3}$ af dette Jordlag (man maa ikke glemme, at navnlig den øverste Del af Blegsandet er ret humusrigt) vil vi da her (i c. 30 cm Dybde) kunne regne med et Kvælstofindhold paa gennemsnitlig 0,3 % eller svarende til c. 150000 kg Chilesalpeter pr. ha, hvis det skulde blive muligt at mobilisere hele denne store Beholdning og regulere dens Frigørelse saaledes, at den kom de dyrkede Planter tilgode. I en almindelig frugtbar Agerjord findes der i Almindelighed blot mellem 0,1 og 0,2 % Kvælstof i Pløjelaget, hvoraf sikkert ogsaa kun en mindre Del er direkte tilgængelig for Planterne, efterhaanden som den frigøres, saa Hedejorden i saa Henseende ikke staar tilbage for den almindelige, dyrkede, frugtbare Jord.

Det maa nu blive Fremtiden forebeholdt at løse det for Praksis saa vigtige Spørgsmaal, hvorledes denne Kvælstofrigørelse kan realiseres. At den foregaar i betydeligt Omfang, saa snart Hedejorden bearbejdes og kalkes, har jeg

¹ FR. WEIS: Om Hedejordens Værdi til Opdyrkning. Dansk Skovforenings Tidsskrift 1929. p. 103.

tidligere paavist¹. Her skal kun tilføjes, at alle Prøver for saavel Ammoniak som Salpetersyre i alle Horisonter af den uberørte Grindsted Hede kun gav negative Resultater. Kvælstoffrigørelsen kommer først i Gang, naar Hedejorden bearbejdes, og den standser hurtigt igen, hvis Bearbejdningen ikke stadig fortsættes, med mindre der samtidig med en Bearbejdning tilføres Jorden saamegen Kalk og tilvejebringes en saadan Vegetation (f. Eks. ved Beplantning), at der indfinder sig Regnorme eller andre Smaadyr, som kan opretholde en stadig Blanding og Gennemluftning af de øvre Jordlag.

Nærværende, i Forbindelse med mine tidligere, Analyser af Hedejord kan imidlertid bidrage til at belyse et Spørgsmaal af foreløbig overvejende, men dog ikke blot, teoretisk Interesse, om hvilket den f. T. føres en livlig Diskussion i den videnskabelige Literatur om Jordbundsspørgsmaal, nemlig Humusstoffernes procentiske Indhold af Kvælstof eller nøjere udtrykt Forholdet mellem Kulstof og Kvælstof, $\frac{C}{N}$, i de organiske Forbindelser, som forekommer i Jordbunden.

Allerede i mit forrige Arbejde har jeg udførlig omtalt dette Spørgsmaal (S. 90 ff.) ud fra S. A. WAKSMANS² Paa-stand om, at Forholdet mellem Kulstof og Kvælstof i Humusstofferne ligger ret konstant mellem 12:1 og 8:1 og i Regelen ved 10:1, svarende til et Kvælstofindhold paa c. 6⁰/₀. I en Række senere Arbejder, som dog ikke her skal refereres,

¹ Se FR. WEIS: Undersøgelser over danske Hedejorder. 1929. S. 90—106 og Hovedtabellerne I—IV samt d. S. 86 citerede Meddelelse i Hedeselskabets Tidsskrift 1929. Nr. 21.

² SELMAN A. WAKSMAN: The Origin and Nature of Soil Organic Matter and Soil »Humus«. I—V. Soil Science Vol. XXII. 1926.

idet jeg kan nøjes med at henvise til Forfatterens nye, 2den Udgave af »Principles of Soil Microbiology«¹⁾ og følgende Uddrag af et Brev af 27. April 1931, hvori han i Korthed gør Rede for sit nuværende Standpunkt i denne Sag, har han dog paa væsentlige Punkter ændret sine Anskuelser:

». . . We have been carrying on recently investigations dealing with the chemical and physico-chemical relations between the nitrogenous complexes of the soil organic matter and their influence upon the resistance of these complexes to the action of microorganisms. I hope that these investigations will throw light upon the C:N ratio in soil.

I believe that your results concerning the carbon-nitrogen ratio in the soil organic matter in different horizons of forest soil² profiles can be very readily explained. My contention of a definite carbon-nitrogen ratio of soil organic matter holds true only of inorganic soils and not of forest or peat soils. But even in the case of inorganic soils, there is marked variation in the ratio, depending on climate, which influences the rapidity and nature of organic matter decomposition, depth of soil, as shown by various investigators, soil type, etc.

In the case of forest or heath soils with a high organic matter content in the surface layer, we must consider the fact that this organic matter has not been as yet sufficiently decomposed, as shown by the abundance of cellulose.

You have thus two distinct factors influencing the C:N ratio in soil humus, 1) the extent of decomposition, as shown by presence of undecomposed cellulose and hemi-celluloses, and 2) the nature of decomposition, as influenced by environmental conditions. In other words, to use an old

¹ S. A. WAKSMAN and R. L. STARKEY: The Soil and the Microbe. 1931.

² Skal være »heath soil«.

expression, the degree of »humification« and nature of »humification«. Further, the problem is still more complicated by the fact that some of the organic complexes are washed into the deeper layers of the soil more rapidly than others, as shown by your own results on the very high nitrogen content in the lower layers of the podsol profile. The carbon-nitrogen ratio of soil thus presents a series of complicated problems, which can be explained only by considering the various processes of decomposition of organic matter in soil by microorganisms, the mobility of the various humus constituents, etc. Far be it from me to insist upon the constancy of this ratio.

The idea of the simplicity of »humus« and existence of »humic acids«, prevalent among chemists, from Sprengel and Berzelius to Odén and Page, must be given up as fantastic, unreal and totally unbased upon experimental evidence. Humus is highly complex, with various composition, depending upon the nature of the original plant residues, decomposition processes, as influenced by the microorganisms active in these processes, and environmental conditions influencing these organisms, climate, especially the moisture and temperature relationships, depth of soil, aeration, etc. All these factors will influence the relative nitrogen content of the soil organic matter or the soil humus and hence also the C:N of the soil or of the soil humus . . .«

Naar jeg her gengiver saa fyldigt et Uddrag af Professor WAKSMANS Brev, saa er det, fordi disse hans egne Ord bedre gengiver denne vor Tids mest fremragende Humusforskere Opfattelse end et kort Referat af hans mange Arbejder vilde kunne gøre.

Jeg havde jo nemlig i mit forrige Arbejde (se Tabellerne

S. 94 og 95) fundet meget varierende og ofte langt højere Kvælstofprocenter i »Humus« (fra c. 1 op til over 22) end de af WAKSMAN antagne, der skulde ligge omkring 6. Forholdet C:N varierede da ogsaa i mine Analyser mellem 61,7 og 2,6¹, og det laa kun i relativt faa Tilfælde omkring 10. Men der var en anden, som det syntes, lovmæssig og for mig paafaldende Stigning i Kvælstofprocenten med Dybden, saaledes at den steg gennemsnitlig for alle mine Profiler (Hedeflade- og Bakkeølokaliteter under ét) fra 2,08 i Horizont A₁—A₂ (Lyngskjold + Blegsand), til 2,24 i A₃—B₁ (Humusal + Jernal), til 3,99 i B₂ (Laget under Alen), og 8,44 i C (Undergrunden). Men denne Stigning var størst paa Bakkeølokaliteten (Mangehøje), hvor den gik op til gennemsnitlig 9,89 ‰, medens den paa Hedefladelokaliteten kun gik op til gennemsnitlig 6,77 ‰. Til dette interessante Forhold skal jeg snart vende tilbage.

Men imidlertid var der ogsaa fra anden Side kommen Meddelelser, der rokkede ved WAKSMANS paastaaede konstante C:N Forhold, saaledes fra W. R. LEIGHTY and EDMUND C. SHOREY², der havde undersøgt en stor Mængde, dog ogsaa udpræget mineralske, Jorder og heri fundet C:N Forholdet varierende fra 35,2 til 3,5, omend Gennemsnittet for alle Prøverne mærkeligt nok laa ved 10,5:1, for alle Overfladeprøverne ved 12,8:1 og for alle Dybdeprøver ved 8,2:1. Der var udtaget Prøver i varierende Dybder fra 0 til 36 Tommer, og i saa at sige alle Profiler var der en udpræget Stigning af Kvælstofprocenten og en tilsvarende Aftagen af C:N Forholdet med Dybden, som i mine tidligere Analyser.

¹ Der er her regnet med et Kulstofindhold i »Humusen« paa 60 ‰.

² WILBUR R. LEIGHTY and EDMUND C. SHOREY: Some Carbon-Nitrogen Relations in Soils. Science XXX. Oct. 1930.

Jeg skal her blot berøre, men forbeholder mig at komme nærmere tilbage hertil i et senere Arbejde, at der nu foreligger en Række Undersøgelser, bl. a. af H. L. JENSEN¹ og CHR. BARTHEL², der synes at vise, at de paa Kvælstof særlig rige Humusforbindelser kun vanskelig frigør noget af dette Kvælstof i Form af Ammoniak og Salpetersyre. Som før bemærket vil dette derfor ogsaa have til Følge, hvis Forholdet viser sig at have Almengyldighed, at det i Humusstofferne indeholdte Kulstof da heller ikke frigøres, men at de organiske Kolloider frembyder en særlig Stabilitet, hvilket igen vil sige, at Allagenes organiske Kolloidindhold bevares meget længere end Lyngskjoldens, og dette saaledes vil være et yderligere Argument for at faa Alen op i Pløjelaget.

I mine Analyser af Profilerne fra Grindsted Hedeslette fandt jeg nu imidlertid en langt ringere Stigning af Kvælstofindholdet i Procent af »Humus« med Dybden end i Mangelhøje og Skovsende Plantager. De absolute Tal fra hver enkelt Analyse og Gennemsnitsprocenten for hver Horizont findes sammenstillede i hosstaaende Tabel XVII.

Efter et ubetydeligt Fald i Kvælstofprocenten fra Lyngskjold til Blegsand (der her er adskilte) er der vel en udpræget Stigning i Humusalen, der, efter et lille Fald i Jernalen, viser samme Kvælstofindhold som Undergrunden (her viser dog 2 Prøver 3 % og derover). Forholdet C:N svinger her mellem 37,9 og 18,8 og naar altsaa i intet Tilfælde ned til Maksimumsgrænsen 12 (efter WAKSMAN).

¹ H. L. JENSEN: The influence of the Carbon: Nitrogen Ratios of Organic Material on the Mineralisation of Nitrogen. Journ. of Agric. Science. Vol. XIX. Part I. 1929.

² CHR. BARTHEL: Bidrag til frågan om stallgödselkväfvets nitrification i åkerjorder. Meddelande No. 382 från Centralanstalten för försöksväsandet på jordbruksområdet. Bakteriologiske avdelningen No. 53. 1930.

Tabel XVII. Kvælstofindholdet i Procent af
»Humus« i Prøver fra Grindsted Hedeslette.

Nitrogen content in per cent. of »humus« in samples
from Grindsted Heath Plain.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁ Raw humus	Blegsand, A ₂ Bleached sand	Humusal, A ₃ Humus hardpan	Jernal, B ₁ Iron hardpan	Under- grund, C Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	1,96	1,65	2,41	2,06	2,00
II	1,83	1,71	2,20	1,99	1,97
III	1,75	1,69	2,52	2,21	2,08
IV	2,02	1,74	2,21	2,24	2,67
V	2,05	1,69	2,13	2,31	2,50
VI	1,75	1,62	2,18	2,62	2,50
VII	1,84	1,53	2,54	2,74	2,73
VIII	1,57	1,53	2,29	2,15	3,00
IX	1,61	1,71	2,33	2,51	2,67
X	1,70	2,17	2,37	2,56	3,08
Gennemsnit Average	1,81	1,71	2,52	2,34	2,52

Jeg havde i min Afhandling fra 1929 (S. 97) forklaret eller fremsat som Formodning, at Aarsagen til en stærkere Stigning i Kvælstofindholdet med Dybden i Mangehøje end i Skovsende Plantage skyldtes, at den første var en meget ældre Dannelse (Bakkeø) end den sidste (Hedeslette). Ifølge V. MILTHERS geologiske Undersøgelser, som er refererede S. 20 ff., skal Grindsted Hedeslette imidlertid være en endnu yngre Dannelse, fra Senglacialtiden, medens Skovsende Hede skal stamme fra Tiden før den sidste Inter-glacialtid. For saa vidt skulde det da ogsaa være naturligt at finde den svagere Stigning med Dybden i Humusstoffer-nes Kvælstofindhold paa Grindsted Hedeslette, og muligvis kunde saaledes Kvælstoffets Forhold til Kulstoffet i Humus-

stofferne blive et Hjælpemiddel for Geologerne til at bestemme vore Heders Alder¹.

Viser det sig nu at være en almengyldig Lov, at Kvælstoffet mobiliseres des lettere, jo større Faktoren for C:N-Forholdet er, eller jo yngre de paagældende Dannelser er i geologisk Forstand, skulde de gennemgaaende yngre Hedesletter (i Forhold til Bakkeøerne) frembyde den Fordel, at deres, ofte meget store, Kvælstofbeholdning lettere sættes i Cirkulation end de ældre Dannelsers. Jeg har tidligere vist², at Kvælstoffet i Lyngskjolden fra en ung Hede ved Kalkning meget lettere nitrificeres end i Lyngskjolden fra en ældre Hede, og det samme kan da sandsynligvis ogsaa være Tilfældet med Kvælstoffet i Allagene. Men i og for sig vil det være en Fordel, om Alens Kvælstof kun omsættes yderst langsomt, dels fordi der er rigeligt deraf i en uberørt Lyngskjold, dels fordi det betyder den ovennævnte store Fordel, at Alens Kulstofforbindelser i det hele taget — og dette vil sige dens organiske Kolloider — da samtidig bevares og vedbliver at udgøre en saa fortræffelig Indblanding i Jordbundens øverste Lag, naar de ved den rationelle Bearbejdning er førte herop.

d. **Det uorganiske Kolloidkompleks** (SiO_2 , Fe_2O_3 og Al_2O_3). Om dets Betydning i Almindelighed, om hvor

¹ Jeg vil dog ikke undlade at anføre nogle faa Kvælstofbestemmelser i Blegsand, Humusal og Jernal fra Grimlund Hede (Dr. HASSELBALCHS Ejendom) paa Varde-Aadum Bakkeø, der gav henholdsvis 2,18 (Blegsand), 2,40 (Humusal) og 2,18 % (Jernal) Kvælstof i Humus'en. Her synes da heller ikke at være nogen paafaldende Kvælstofrigdom eller Stigning med Dybden. Men af Alderen af denne Hede, der danner et ret jævnt Plateau paa Bakkeøen, har vore Geologer, saa vidt mig bekendt, endnu ikke foretaget nogen Bestemmelse, og man kan jo heller ikke drage Slutning af saadan et Par Tal.

² FR. WEIS: Om Salpetersyrens Forekomst og Dannelse i Muld og Mor. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. II. Bd. 1908.

Se ogsaa: Centralbl. für Bacteriologie. II. Abt. 28. Bd. 1910.

meget der hidtil er fundet deraf i Hedejord samt om dets Fordeling heri, maa jeg henvise til mit tidligere Arbejde fra 1929 (S. 106—135). Nærværende Undersøgelser bekræfter smukt Forekomsten af omtrent de samme Mængder heraf paa en ny Hedelokalitet, men da der ved Prøveudtagningen paa denne er sondret skarpt mellem de enkelte Horisonter i hver aabnet Profil, giver de mere detaljerede Oplysninger om Fordelingen. Bl. a. har det vist sig, at der findes ikke helt ubetydelige Mængder af uorganiske Kolloider i Lyngskjolden og i Undergrunden. Den bedste Oversigt herover faaes ved af den store Tabel XIV at uddrage de paagældende Tal fra de 10 Profiler i Grindsted Hedeslette.

Tabel XVIII. Det uorganiske Kolloidkompleks i Grindsted Hedeslette.

The inorganic colloid complex. Grindsted Heath Plain.

Kolloidal Kiselsyre (SiO_2).

Colloidal silicic acid.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁ Raw humus	Blegsand, A ₂ Bleached sand	Humusal, A ₃ Humus hardpan	Jernal, B ₁ Iron hardpan	Under- grund, C Sub- soil
	<i>o</i> / _o	<i>o</i> / _o	<i>o</i> / _o	<i>o</i> / _o	<i>o</i> / _o
I	0,017	0,018	0,040	0,034	0,058
II	0,014	0,035	0,033	0,190	0,060
III	0,022	0,018	0,038	0,042	0,043
IV	0,023	0,012	0,026	0,037	0,050
V	0,023	0,025	0,023	0,048	0,045
VI	0,015	0,020	0,026	0,130	0,035
VII	0,019	0,018	0,024	0,035	0,048
VIII	0,012	0,034	0,012	0,039	0,043
IX	0,016	0,027	0,037	0,061	0,091
X	0,017	0,025	0,043	0,060	0,048
Gennemsnit Average	0,018	0,023	0,030	0,068	0,052

Tabel XVIII (fortsat, continued).

Jernhydroksyd (Fe_2O_3).

Iron hydroxide.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁ Raw humus	Blegsand, A ₂ Bleached sand	Humusal, A ₃ Humus hardpan	Jernal, B ₁ Iron hardpan	Under- grund, C Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	0,068	0,017	0,58	0,59	0,08
II	0,049	0,009	0,92	0,35	0,15
III	0,040	0,015	0,60	0,43	0,07
IV	0,140	0,044	0,44	1,12	0,16
V	0,180	0,040	0,15	0,39	0,13
VI	0,085	0,043	0,23	0,62	0,12
VII	0,130	0,058	0,47	1,00	0,14
VIII	0,110	0,050	0,35	1,91	0,50
IX	0,160	0,067	1,47	2,14	0,24
X	0,110	0,067	0,52	0,94	0,11
Gennemsnit Average	0,11	0,04	0,57	0,95	0,17

Aluminiumhydroksyd (Al_2O_3).

Aluminum hydroxide.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁ Raw humus	Blegsand, A ₂ Bleached sand	Humusal, A ₃ Humus hardpan	Jernal, B ₁ Iron hardpan	Under- grund, C Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	0,083	0,042	1,28	0,34	0,17
II	0,096	0,017	1,40	0,41	0,36
III	0,048	0,010	0,99	0,46	0,16
IV	0,140	0,016	0,75	0,66	0,15
V	0,210	0,024	0,64	0,53	0,17
VI	0,068	0,026	0,69	0,55	0,13
VII	0,130	0,001	0,62	0,43	0,12
VIII	0,120	0,045	0,76	1,03	0,18
IX	0,170	0,040	1,14	0,85	0,19
X	0,150	0,039	1,30	0,59	0,11
Gennemsnit Average	0,12	0,03	0,96	0,59	0,17

Tabel XVIII (fortsat, continued).

Samlede uorganiske Kolloidkomplex ($\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$).
Total inorganic colloid complex.

Profil Profile	Lyng- skjold, A ₁	Blegsand, A ₂	Humusal, A ₃	Jernal, B ₁	Under- grund, C
	Raw humus	Bleached sand	Humus hardpan	Iron hardpan	Sub- soil
	%	%	%	%	%
I	0,17	0,077	1,90	0,96	0,31
II	0,16	0,061	2,35	0,95	0,57
III	0,11	0,043	1,63	0,93	0,27
IV	0,30	0,072	1,23	1,82	0,36
V	0,41	0,089	0,79	0,97	0,35
VI	0,17	0,089	0,95	1,30	0,29
VII	0,28	0,077	1,11	1,47	0,31
VIII	0,24	0,13	1,12	2,98	0,72
IX	0,35	0,14	2,65	3,05	0,52
X	0,28	0,13	1,86	1,59	0,31
Gennemsnit Average	0,25	0,10	1,56	1,60	0,40

De vedføjede Kurver, Fig. 12 og 13, samler Billedet af Kolloidernes Fordeling paa endnu mere overskuelig Maade. Og sammenlignede med Tabellerne og Figurerne 11—13 i min forrige Afhandling (1929) viser disse Tal vel gennemgaaende noget mindre Mængder af uorganiske Kolloider i Allagene, men dog den samme regelmæssige Ophobning i disse og aftagende Mængder baade i de over- og underliggende Lag. Men medens der kun findes minimale Mængder heraf i Blegsandet, er der dog et ikke helt ubetydeligt Indhold i Lyngskjolden, hvis organiske Stoffers Askebestanddele under den begyndende Humificering antagelig afgiver Hovedkontingentet deraf.

En nærmere Betragtning af de enkelte Kolloiders Fordeling giver for Kiselsyrens Vedkommende samme Billede som i mine forrige Analyser. Men medens Jernet i disse oftere (og baade paa Bakkeø og Hedeslette) var ophobet i

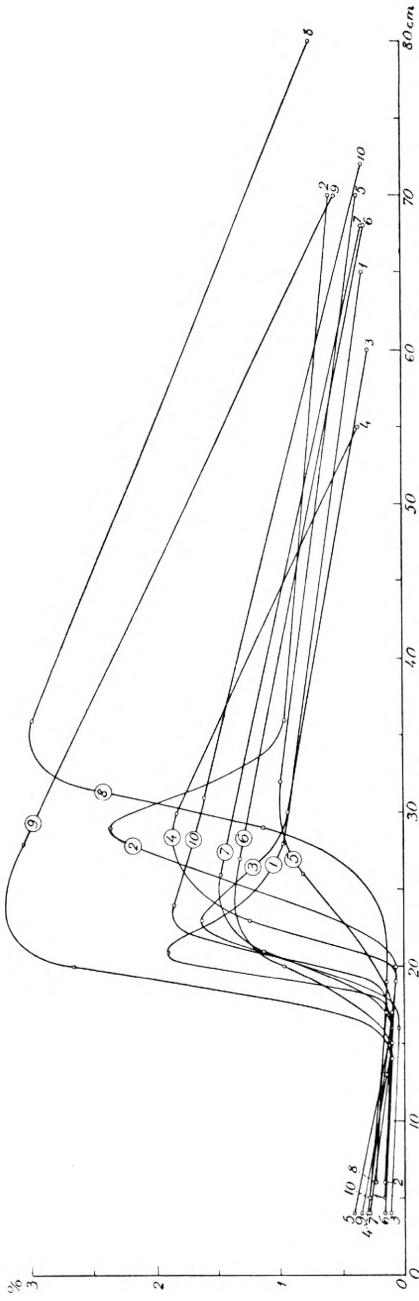


Fig. 12. Fordelingen af det samlede uorganiske Kolloidindhold i 10 Profiler i Grindsted Hedeslette. Ordinaterne angiver Kolloidmængderne i Procent af Tørstof, Abscisserne Dybderne, og Tallene paa Kurverne svarer til Profilmønstrene.

Distribution of the total inorganic colloid content in 10 profiles, Grindsted Heath. The ordinals indicate the amount of colloids in percentage of dry matter, the abscissa the depths, and the figures on the curves correspond to the numbers of the profiles.

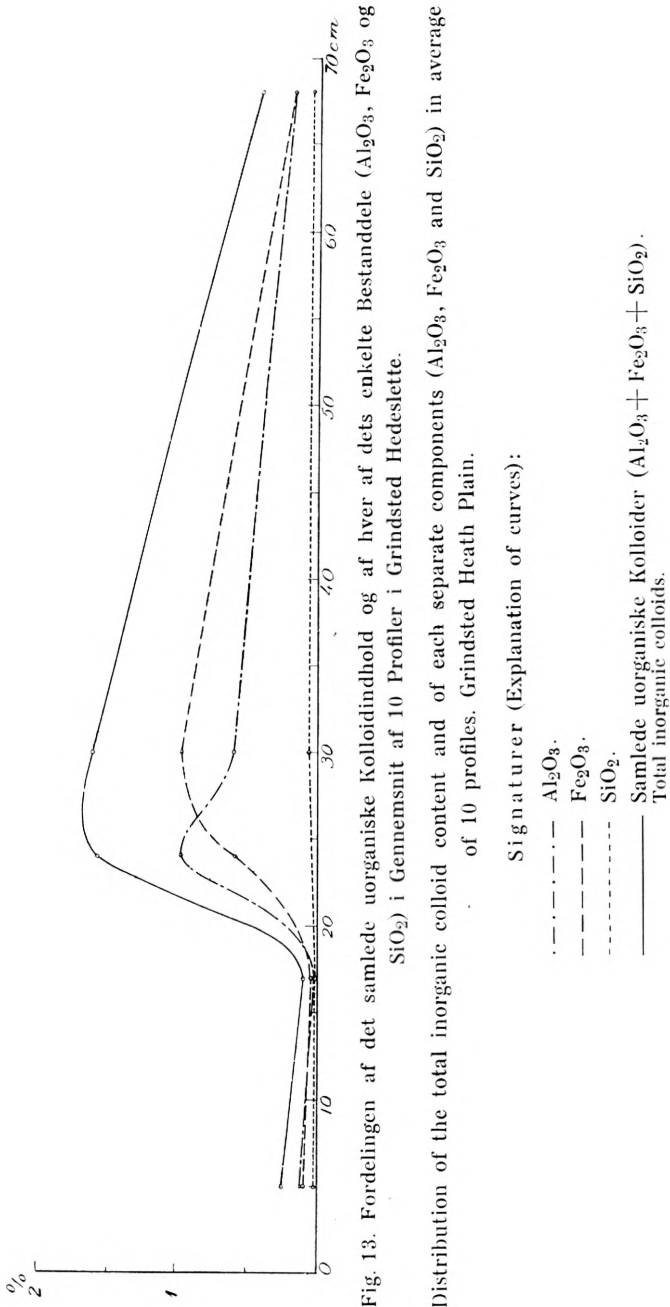


Fig. 13. Fordelingen af det samlede uorganiske Kolloidindhold og af hver af dets enkelte Bestanddele (Al₂O₃, Fe₂O₃ og SiO₂) i Gennemsnit af 10 Profiler i Grindsted Hedeslette.

Distribution of the total inorganic colloid content and of each separate components (Al₂O₃, Fe₂O₃ and SiO₂) in average of 10 profiles. Grindsted Heath Plain.

Signaturer (Explanation of curves):

- — — — — Al₂O₃.
- - - - - Fe₂O₃.
- · - · - · - SiO₂.
- Samlede uorganiske Kolloider (Al₂O₃ + Fe₂O₃ + SiO₂).
- Total inorganic colloids.

større Mængder i Humusalen end i Jernalen, og Lerjorden i 2 Bakkeprofiler var til Stede praktisk talt i samme Mængde i Humusal og Jernal, i Hedesletteprofilen derimod i større Mængde i Humusalen end i Jernalen (se mit forrige Arbejde, Tabellerne S. 86 og 137), er Jernet i Grindstedprofilerne regelmæssig stærkest ophobet i Jernalen og Lerjorden gennemsnitligt (men dog med langt større indbyrdes Variationer) i samme Mængde ophobet i Humusalen. Dog er der stadig saa meget Jern i Humusalen, at det ikke kan rokke ved min tidligere fremsatte Paastand (mit forrige Arbejde S. 136—138), at der intet Grundlag findes for at karakterisere Bakkeøernes Al som en udpræget Jernal og Hedesletternes som en udpræget Humusal, som P. E. MÜLLER i sin Tid havde gjort¹.

Det bekræftes yderligere ved disse Analyser, at de uor-

¹ Jeg undlader dog ikke at vedføje nogle Kolloidbestemmelser, sammenholdt med Humusindholdet, fra en Bakkeø, Grimlund Hede, Dr. HASSELBALCHS Ejendom (Varde-Aadum Bakkeø).

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Samlede uorgan. Kolloider Total inorganic colloids	»Humus«
	%	%	%	%	%
Overgang mellem Blegsand og Humusal.....	0,04	0,12	0,15	0,31	3,63
Transition between bleached sand and humus hardpan					
Humusal.....	0,03	0,35	0,73	1,11	9,99
Humus hardpan					
Jernal.....	0,03	2,32	1,01	3,36	7,34
Iron hardpan					

Her er vel et paafaldende stærkt Indhold af Jern, men ogsaa af »Humus«, i Jernalen, men da der andetsteds saavel paa Bakkeø som paa Hedeslette er fundet et større Indhold af Jern i Humusalen end i Jernalen, og disse to Dannelser som oftest er skarpt adskilte paa begge Lokalteter, rækker dette ikke noget ved ovenanførte Slutninger (se mit Arbejde fra 1929, Tabellerne S. 86 og Hovedtabellerne V og VII).

ganiske Kolloiders Fordeling er et typisk Udtryk for Hedejordernes Podsoleringsgrad, og med Henblik paa disse Stoffers store Betydning for Jordbundens vandholdende og baseudvekslende Evne er der fremdeles Grund til at skænke dem den største Opmærksomhed som et særlig værdifuldt Materiale i disse Jorder og som et brugbart Middel ved deres Bonitering.

De mekaniske Analyser har vel vist et større Indhold af uorganiske Kolloider i de udpræget mineralske HORIZONTER som det rene Blegsand¹ og Undergrunden, hvor Indholdet af organiske Kolloider ikke har kunnet spille nogen nævneværdig Rolle som Indblanding i Kolloidfraktionerne. Men den ringe Hygroskopicitet og vandholdende Evne i disse mineralske Lag tyder dog paa, at man ikke kan tillægge den Kolloidfraktion, man faar ved den mekaniske Analyse, samme Betydning som de Bestanddele, der bestemmes ved den Tammske kemiske Metode, og som aabenbart er de specielt baseudvekslende, komplekse Zeolither. Den livlige Diskussion, der f. T. fores om, hvad man skal forstaa ved egentlige Kolloider, om dette alene er et Partikelstørrelsesbegreb, eller om den kemiske Kvalitet af Partiklerne er det afgørende, i hvert Fald for de Stofomsætninger i Jordbunden og forskellige værdifulde fysiske Egenskaber, som er knyttede til Kolloiderne, føler Forfatteren sig ikke kompetent til at deltage i. Men han hælder dog nærmest til den sidste Anskuelse og mener at maatte advare mod alt for vidtgaaende Slutninger fra de Bestemmelser af Kolloider, der faas som de fineste Fraktioner ved de mekaniske Slemningsanalyser eller ved

¹ Hvad der findes i Blegsandet af organisk Stof (her kaldet »Humus«), er sikkert kun for en yderst ringe Del i kolloidal Tilstand.

Hydrometermetoden. Tamms Metode, der saa fortræffeligt lader sig anvende paa sandede Jorder som de her behandlede, synes ikke at have vakt den Opmærksomhed, den fortjener, idet man ved Bestemmelsen af uorganiske Kolloider i Jord f. T. næsten udelukkende lader sig nøje med mekaniske Analyser, hvortil de forskellige Metoder, anvendte paa samme Slags Jord, foreløbig giver alt for store indbyrdes Afvigelser og derved røber deres Unøjagtighed.

En meget anset russisk Jordbundsforsker, ALEXANDER STEBUTT, har nylig i en original og meget interessant Fremstilling af Jordbundslæren¹ betegnet Zeolitherne som »Jordbundens Protoplasma«, som det kolloide System, hvortil de vigtigste Stof- og Energiomsætninger er knyttede, og som giver Jorden en Struktur, der svarer til de levende Væseners Celleprotoplasma. Jordbunden er i sig selv at betragte som et organiseret Legeme, der foruden sine døde Skeletdele indeholder de labile kolloidale Zeolither. Og ligesom det levende Stof (ægte Protoplasma) stadig optager livløst Stof udefra, assimilerer det og gør det levende, saaledes kan Jordbundszeolithernes Mængde ogsaa forøges ved Forvitring af krystallinske Silikatminerale, hvoraf der dannes de vandholdige kolloide Komplekser af Kiselsyre, Lerjords- og Jernhydroksyd. Af Kiselsyre i krystallinske Forbindelser er der jo ubegrænsede Mængder til Raadighed for Dannelsen af kolloidal Kiselsyre, men denne Proces foregaar dog yderst langsomt, eller ogsaa krystalliserer Kiselsyren meget let igen, saa den stadig nydannes i kolloidal Tilstandsform.² Af Aluminium- og Jernforbindelser er der relativt større Mængder (op mod

¹ ALEX. STEBUTT: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde. Der Boden als dynamisches System. Berlin 1930. S. 3.

² At man ved den TAMM'ske Ekstraktionsmetode næppe faar al den kolloidale Kiselsyre med, vil jeg komme tilbage til i et senere Arbejde.

Halvdelen) til Stede i kolloidal Tilstand, men dertil alt-
saa endnu en Reserve, hvoraf nye Kolloider kan dannes (se
Bausch-Analyserne, Tabellerne V—VII i min forrige Af-
handling og Teksten S. 136). Og en saadan Kolloiddannelse
foregaar stadig ved Forvitring i rigtig dyrket Jord.

Af ganske lignende Betydning er nu sikkert
ogsaa de organiske Kolloider, de ægte Humus-
stoffer, i Jordbunden, saa de ogsaa maa regnes
til dennes »Protoplasma«bestanddele. Og netop
ved Bedømmelsen af Hedejord er det vigtigt at tage begge
disse kolloidale Stofgrupper i Betragtning. I den naturlige,
jomfruelige Hedejord kan de være til Stede i betydelige
Mængder¹, navnlig i Lyngskjolden og Alen, men i en saa
uheldig fysisk Tilstand og Fordeling samt delvis i Forbin-
delse af saa udpræget sur Karakter, at de ikke kan komme
til at medvirke ved saadanne normale Stof- og Energi-
skifteprocesser i Jordbunden som dem, der er Betingelsen
for et mere intensivt Planteliv. En saadan Jordbund er
syg, dens »Vitalitet« i høj Grad nedsat, men den er ikke
helt »død«, og en Helbredelse med stærkt forøget »Vitalitet«
er mulig ved blot at bringe den uheldige Lagdeling til
Ophør, sørge for en ligelig Blanding af Kolloiderne i det
øverste dyrkede Lag, dermed ogsaa for en Regulering af
Jordens Vandforsyning og en delvis eller fuldstændig Op-
hævelse af dens sure Reaktion ved Kalkning eller Merg-
ling, som uskadeliggør det Overskud af Brintioner, der har
ophobet sig i den.

Naar man da paa den Maade har skabt et sundt Sub-
strat for Planteliv, vil man altid, med relativt smaa Drifts-

¹ Desværre mangler vi endnu nøjagtige Metoder til at bestemme, hvor meget af de organiske Stoffer i Jordbunden der er tilstede i kolloidal Tilstand, saa vi foreløbig maa nøjes med indirekte Maal herfor.

omkostninger, i Form af Gødning kunne tilføre de andre Plantenæringsstoffer, der mangler eller er til Stede i utilstrækkelige Mængder i Hedejorden, og endda, hvis det lykkes at mobilisere dennes store Kvælstofforraad i passende Tempo, spare paa dette det dyreste af alle Gødningsstoffer.

Naar der i det foreliggende Arbejde ikke — som i mit forrige fra 1929 — er medtaget fuldstændige kemiske, saakaldte Bausch-Analyser af de vigtigste Bestanddele i Hedejorden, er det, fordi intet tyder paa, at Grindsted Hedeslette vilde have givet afvigende Resultater fra dem, der blev fundne i Mangehoje og Skøvsende Plantager (se mit forrige Arbejde, Hovedtabellerne V—VII), som ogsaa i alle væsentlige Træk er i Overensstemmelse med tidligere udførte Analyser (af TUXEN og RØRDAM) af danske Hedejorder og (RAMANN) af slesvig-holstenske og Lüneburger Heide. Hvor der ikke netop — som jævnligt i Bakkeøerne — findes Mergelaflejringer, men en kraftig Podsoldannelse med tykt Blegsandslag og en veludviklet, haard Al, er der ingen Grund til at vente, at der skal være mere af de egentlige mineralske Plantenæringsstoffer, Kalium, Kalcium, Magnium, Svovl og Fosfor i opløselig Form end de minimale Mængder, der hidtil er fundne, saa det nærmest vilde være overflødigt Arbejde at lade udføre flere af disse tidsrovende og besværlige Bausch-Analyser.

IV. Podsolering m. m. paa et Sandflugtsareal i Haarup Sande, ved Silkeborg.

A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser.

Selv de »fattigste« Hedejorder eller rettere de, der hidtil har vist sig vanskeligst at opdyrke, rager dog i Ydeevne (Frugtbarhed) højt op over visse i vort Land ret udbredte Omraader, der betegnes som »afføgne Sande«. Disse er nemlig veritable, golde Ørkener, hvor selv Lyngen ikke vil trives, og den nøjsomste af vore dyrkede Træarter, Bjergfyrren, i 50 Aars Alderen ofte kun naar op i Knæhøjde, eller blot bliver en krybende Busk.

Saadanne Arealer findes rundt omkring paa de jyske Heder, men ogsaa udenfor de egentlige Hedeegne, som Tilfældet netop er med den Lokalitet, her skal beskrives. De opstaar som Følge af Sandflugt inde i Landet, (ikke af det ved Kysterne opskyllede Sand), i Regelen efter at det af Plantevækst dannede jordbundsbeskyttende Humuslag er brændt, eller man ved anden uforsigtig Behandling har blottet en sandet Jordbunds øverste Lag. Brænder f. Eks. foruden Lyngen ogsaa Lyngskjolden, vil det derunder liggende Blegsand let blive sat i Bevægelse af Vinden, og den derefter blottede Al vil da i Løbet af nogen Tid smuldre, saa dens finere Bestanddele ogsaa blæser bort, hvorefter en uforvitret Undergrund, dækket af grovere Grus og Sten, som Vinden ikke har kunnet magte, bliver tilbage. Det Sand, der blæser bort, danner saa i Nærheden Klitter (Indsande, Kytter), og disse, der kommer til at bestaa dels af forvitret Blegsand, dels af Al med et vist Indhold af Kolloider, bliver, hvis de falder til Ro, som oftest let bevoksede med ret god Lyng og dennes Ledsageplanter. De viser sig i Regelen ogsaa ganske velegnede til Beplantning, og mange

af vore Hedeplantager er for en større Del netop anlagte paa saadanne Indsande. Smukke Eksempler paa deres Evne til at bære Trævækst har vi f. Eks. i Frederikshaab Plantage (i Randbøl Statsskovdistrikt) og i Gludsted Sande (i Palsgaard Statsskovdistrikt), hvor man finder dem Side om Side med de golde, afføgne Sande.

Da de paagældende Kytter er dannede af det samme mineralogiske Urmateriale, som forefindes paa de afføgne Partier af et saadant Sandflugtsomraade, frembød det en stor Interesse at faa opklaret Grundene til deres forskellige Evne til at bære Plantevækst, her specielt Bevoksninger af Træer. Den fysiske Tilstand af Jorden paa de afføgne Partier kan nemlig tilsyneladende være den samme som i de sammenblæste Kytter, ofte med et stærkt Indhold af fint Sand mellem de grovere, grusede eller stenede Bestanddele, og der vil her aldrig findes sure Humuslag, Blegsand eller Al, saa i denne Henseende skulde de endog være gunstigere for Planterne. Det omvendte har imidlertid som sagt vist sig at være Tilfældet, og det blev derfor en lokkende Opgave for videnskabelig Forskning at paavise Aarsagerne hertil og om muligt herigennem at finde Midlerne til af saadan raa Undergrund at skabe en virkelig Jordbund, som det vilde lønne sig at beplante eller opdyrke til Agerbrug. Da en gunstig Lejlighed til et Forsøg af den første Art frembød sig, gik jeg derfor med stor Interesse i Gang med at prøve paa at løse en saadan Opgave.

Nogle faa Kilometer uden for Silkeborg, Nord for Aarhus Landevej, findes et saadant Flyvesandsareal, Haarup Sandflugt (Fig. 14), paa ialt c. 150 ha, Kytter og afføgne Sletter iberegnet. Arealet og den Bevoksning, man har søgt at fremskaffe paa det for at dæmpe Sandflugten, er ind-

gaaende beskrevet af JOHS. HELMS¹. Denne mener (ifl. EDV. EGEBERG²), at Sandflugten først er opstaaet omkring 1750, men i et senere Arbejde af EGEBERG (1924)³ anføres bl. a. følgende: »Et af Birkeretten i 1739 beskikket Syn over Tilstandene paa Silkeborg Hede . . . siger, at de har forhørt sig hos de ældste Mænd i Haarup, og disse forklarer »at det ungefåhr kand være 45 Aar siden (altsaa ved Aar 1694), da et skarnagtigt Menneske uden nogens Tilladelse satte Ild paa Lyngen og Heden, og ved at det afbrændte saa dybt ned i Jorden har der ingen Lyng kunnet vokse, hvoraf Sandflugten Aar efter anden siden mere og mere tiltager««. Ogsaa J. C. SCHYTTE⁴ omtaler i en Amtsbeskrivelse, nedskreven 1842, Haarup Sandflugt og nævner efter BEGTRUPS Oeconomiske Correspondent for 1818, »at de i Gjærn Herred værende Indsande have udgjort tilsammen 264 $\frac{1}{2}$ Tdr. Land, men at, efter Sandflugts-Commissairernes Indberetning, de 112 Tdr. Land deraf allerede vare dæmpede i 1816. Landinspecteur og Sandflugts-Commissair Sørensen, der beboede Lavind-Hougaard, dæmpede for en Del Haarup Sandflugt ved at udsaae og udplante Birke«. Muligvis er Heden først opstaaet, efter at en tidligere paa samme Areal staaende Skov er afbrændt, idet HELMS (efter EGEBERG) mener, at omkring 1600 har Skoven strakt sig lige fra Silkeborg Slot, som laa der, hvor nu Papirfabrikens Have er, langs Langsøen og Gudenaen til »Krudthuset« ved Resebro, altsaa over den Strækning, hvoraf Sandflugten nu er en væsentlig Del.

¹ JOHS. HELMS: De gamle Skovfyrbevoksninger paa Silkeborg Skovdistrikt. Dansk Skovforenings Tidsskrift Bd. VII. 1922. S. 378—386 og 407—428.

² EDV. EGEBERG: Linaa Sogn i gamle Dage. Aarbøger, udgivne af Historisk Samfund for Aarhus Amt. VII. 1914.

³ EDV. EGEBERG: Silkeborg Slot. III. Bd. (1924). S. 210 o. flg.

⁴ J. C. SCHYTTE: Skanderborg Amt. 1843.

Om denne Dannelses Oprindelse hersker der saaledes aabenbart ret stor Usikkerhed. De mægtige Aldannelser, der forekommer i Kytterne, og som straks skal omtales, gør det usandsynligt, at de kan være opstaaede i saa kort et Spand af Tid. Sikkert har der været Sandflugt til forskellige Tider, og sandsynligvis er den begyndt meget langt tilbage i Tiden, hvorefter den da igen med Mellemrum har været dæmpet. Da hele Omraadet hører til Gudenaens Floddal, har der været rigeligt af letbevægeligt Flodsand, der efter nogen Tids Forvitring har været velegnet til at bære saavel Skovvegetation som Lynghede. Og begge Dele i Forening kan da have produceret de betydelige Humusaflejringer, som synes at have været nødvendige for Dannelsen af saa mægtige Blegsands- og Allag, som her forekommer.

Fra 1834 til 1850 blev et Areal paa omtrent 180 Tdr. Land Flyvesand (og afføgne Sande) besaaet med Skovfyr. Disse slog godt an paa de sammenblæste Partier, Kytterne, der optræder i 3 Hovedrevler, og hvor der nu staar en særdeles velformet, omend ikke videre høj Bestand af disse Træer (Fig. 15). Men paa de mellemliggende afføgne, flade Partier gik Skovfyrrer enten helt ud eller er kun bevaret i Form af nogle enkelte forkrøblede, buskagtige Individuer (Fig. 16).

Fra 1880 begyndte man saa i Stedet at plante Bjergfyr, hvor Skovfyrrer havde slaaet fejl. Bevoksningen paa det Stykke af det afføgne Omraade, der ligger mellem 1ste og 2den Revle, beplantet med Bjergfyr i 1885, og hvor der senere blev anlagt det nedenfor omtalte Forsøg, karakteriserer HELMS (1922, S. 422), saaledes: »Af den oprindelige Skovfyrcultur er der kun enkelte lave, forkrøblede Træer tilbage (se Fig. 17), men der er senere plantet Bjergfyr, som



Johs. Helms fot.

Fig. 15. Skovfyrbevoksningen paa første Revle. Afd. 100.

Stand of pine on dune sand.



Johns. Helms fot.

Fig. 16. C. 90-aarig Skovfyr paa afføgen Flade i Afd. 105. 1915.
90-year old pine on windblown plain.

vel danner en nogenlunde sluttet Bevoksning, men Væksten er meget tarvelig«. Det kan her tilføjes, at mellem de aabne Rækker af Bjergfyr trivedes Lyngen ogsaa kun slet, repræsenteret af spredte Tuer med Rensdyrlav og andre Laver imellem sig.



Axel S. Sabroe fot.

Fig. 17. C. 50-aarig Bjergfyr paa afføgen Flade lige Vest for Forsøgsarealet (se Fig. 18). Stokken er $1\frac{1}{2}$ m høj.

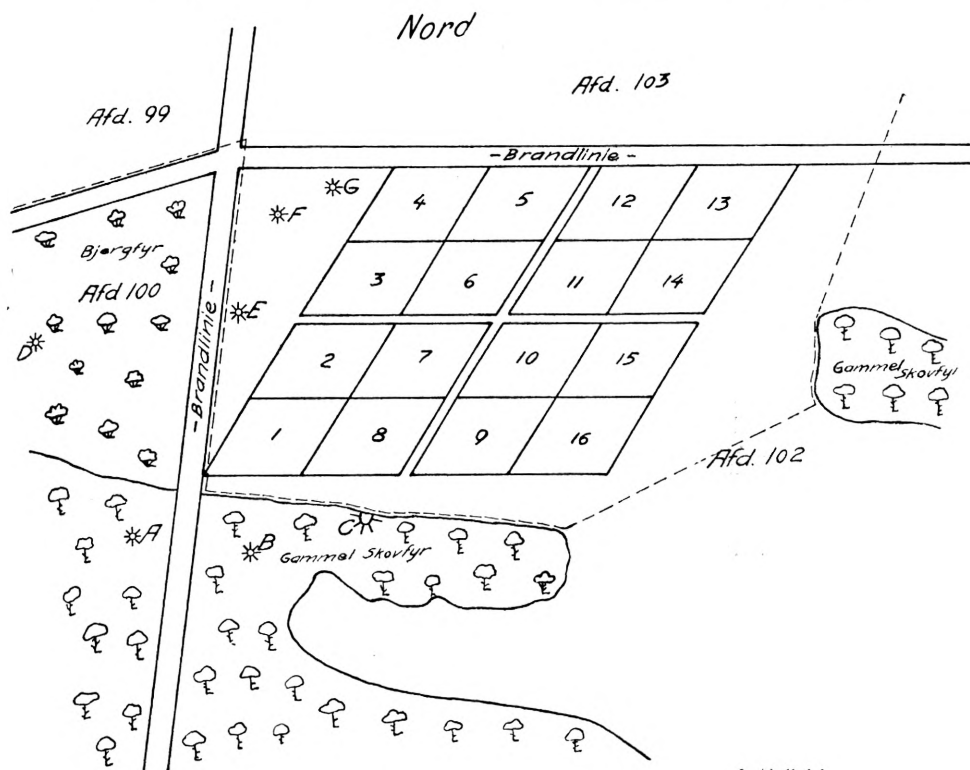
Fifty year old mountain pine on windblown plain due west of experimental area (see fig. 18). The pole is $1\frac{1}{2}$ m high.

Den 3. Juli i den usædvanlig tørre Sommer 1921 antændtes Plantningerne af Gnister fra Silkeborg—Langaa Banen, og 77 ha af Bevoksningerne brændte. Denne Brand gik særlig ud over Bjergfyrrene paa de afføgne Sande, medens de gode Skovfyr paa Kytterne for Størstedelen gik fri, skønt det paa flere Steder mellem dem brændte i Bunden, og Stammerne blev svedne forneden.

Idet hele Humuslaget paa det afbrændte Areal dermed ogsaa gik op i Luer meldte Faren for ny Sandflugt sig igen, og faktisk har der ogsaa været en Del Sandflugt her i de

siden forløbne Aar, skønt en tynd Skorpe af Laver og smaa Mosser har dækket den brændte Jordbund.

Skovvæsenet stod da over for den Opgave at skulle beplante paany for at forhindre Sandflugt, men at begynde



J. Abell del.

Fig. 18. Forsøgsarealet i Haarup Sandflugt. Afd. 102. Parcellerne er angivne med Tal, de udenfor aabnede Profiler med Bogstaverne A—G og en Stjerne.

Experimental area in Haarup Sand Blown Plain, near Silkeborg. The letters A—G and a star indicate the opened profiles.

igen med Bjergfy — den eneste Træart, man hidtil havde faaet frem her — var ikke meget fristende. Det blev da overdraget mig i Forbindelse med Skovrider H. H. BOJESSEN at forsøge paa at faa Jorden dækket med andre Træ-

arter, og paa den afføgne Slette mellem første og tredje Revle, Vest for anden Revle, valgte jeg et Areal paa 16000 m² til et Beplantningsforsøg (Fig. 18).

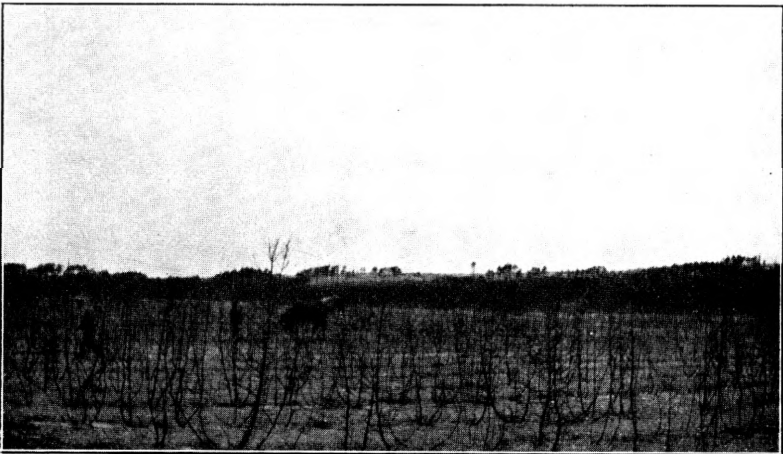
Ud fra den Antagelse, at Aarsagerne til Jordens Sterilitet paa det afføgne Areal var den, at man her kun havde uforvitret Undergrund for sig, idet det fine Sand, der fyldte Porerne mellem det grovere Materiale (Grus og Smaasten) og den tynde Skorpe af Laver og Mosser, som dækkede det helt, i Forbindelse med, at der af Mangel paa organisk Stof ikke fandtes noget Bakterieliv i Jorden, forhindrede Forvitringen i at tage fat, ræsonnerede jeg, at det gjaldt om at faa denne i Gang og »Liv« i Jorden, før man kunde tænke paa at plante Træer, som senere skulde overlades til sig selv.

Efter at have ryddet hveranden Række af de afsvedne Bjergfyrbuske (Fig. 19) og have givet Jorden en Bearbejdning med SARAUWS Hakke samt efter Paaførselen af 5000 kg Kalk pr. ha (paa den ene Halvdel af Arealet) og alsidig Kunstgødning tilsaaedes Arealet i Foraaret 1923 med nøjsomme Grøngødningsplanter, Lupiner og Seradella, som blev podede med Nitragin, men ikke fik Kvælstofgødning, og Spergel og Sommerhvede, der fik alle Slags Gødning. Disse Planter gav dog kun — tildels som Følge af ugunstig Vejr og flittigt Besøg af Harer — kummerlige Afgrøder, som blev gravede ned om Efteraaret, sammen med den ret rige Ukrudtsflora, som til Forskel fra Arealet udenfor Forsøgstykket, der fremdeles var saa at sige uden Blomsterplanter, havde indfundet sig.

Det blev saa besluttet at gentage Tilsaanningen med Grøngødningsplanter endnu et Aar, og dette fandt da ogsaa Sted i Sommeren 1924 med adskilligt bedre Resultat end Aaret forud. Ukrudtsfloraen, der bestod af næsten mands-



A. Howard Grøn fot.



A. Howard Grøn fot.

Fig. 19. Forsøgsarealet ved Besaaningen i 1923. Hveranden Række af afbrændte Bjergfyr er borttagne. Foroven ses den nøgne, sandede Jord mellem de tilbagestaaende Rækker, fornedet, hvorledes en Hest trækker et Slæbebrædt hen over Jorden for at dække Sæden.

The experiment area, after sowing in 1923. Every other row of the burned mountain pine has been removed. The upper picture shows the bare sandy soil between the remaining rows, the lower a horse drawing a beard over the soil to cover the seed.

hoje Skov-Brandbæger, Gederams, Ferskenbladet Pileurt med flere (der taltes over 20 forskellige) Blomsterplanter, bidrog ogsaa til Forøgelsen af det organiske Stof, man ønskede indblandet i Jorden, og var i sig selv et Tegn paa, at der var kommet mere »Liv« i denne, sammenlignet med Arealet udenom, hvor *Carex arenaria*, Sandstar, og *Weingärtneria canescens*, Sandskæg, i spredte smaa Tuer bogstavelig talt var de eneste forekommende Blomsterplanter (Lyng var endnu næsten ikke til at paavise).

Tredie Aar, 1925, blev Arealet saa beplantet med en Række forskellige Træarter, dels Naaletræer som Sitkagran, japansk Lærk, Skovfyr og Contortafyr, dels Lovtræer som Hvidel, Birk, Seljeron og Havtorn (*Hippophaë rhamnoides*), idet hver af de 16 Parceller, hvori Arealet var inddelt, igen blev delt i 4 Underparceller (a, b, c og d), og Træerne blev blandede saaledes, at der altid fandtes Repræsentanter for dem, der har kvælstofbindende Mikroorganismer i Knolde paa deres Rødder, som Hvidel, Havtorn og senere *Caragana arborescens*, *Robinia pseudoacacia* og Gyvel.

Det er nu ikke Meningen her at gøre Rede for denne Beplantnings videre Udvikling. Det skal blot siges, at alle de indførte Træarter straks slog udmærket an, indtil en vedholdende Tørke i Midtsommeren 1925 fik en stor Del til at gaa ud, men at disse saa næste Sommer erstattedes med andre Træarter som *Picea Engelmanni*, *Abies nobilis*, *Quercus rubra*, *Caragana* og *Robinia*, og der senere (1928) paa Halvdelen af Arealet indsaædes Gyvel.

For Øjeblikket, Sommeren 1931, staar der en nu næsten overalt sluttet Bevoksning af Hvidel, japansk Lærk, Sitka, Skovfyr, *Picea Engelmanni* og, paa den kalkede Del, *Hippophaë*, med en Frodighed, som man ikke kan ønske sig stort bedre paa god Jord, medens de samme Planter,

anbragte i nogle Rækker udenfor Forsøgsarealet og uden at have faaet den tilsvarende Behandling, enten er døde eller staar hensygnende, og her stadig væk er øde og goldt med Mos og Lav over Jorden og enkelte svage Lyngbuske spredte med store Mellemrum.

I Foraaret 1929 kom saa det Tidspunkt, da jeg fik Lyst til at undersøge, om jeg kunde paavise, hvilke Forandringer der var sket med Jordbunden, og i den Anledning blev der udtaget en Række Jordprover, dels inde i, dels udenfor Forsøgsarealet. For da muligvis ogsaa at faa en Forklaring paa, hvad der betingede den forholdsvis gode Vækst af Træerne paa Kytterne i Sammenligning med de afføgne Partier, blev der saa ogsaa udtaget Jordprover i de første. Den Gravning, som var nødvendig herfor, bragte imidlertid straks de største Overraskelser og afslørede Profiler, om hvis Eksistens jeg tidligere ikke havde haft nogen Anelse, og som er den egentlige Anledning til, at disse Undersøgelser medtages her, som en Parallel til Podsoldannelserne paa den typiske Hede.

Ved Gravning inde mellem de velvoksne Skovfyr paa de højeste Partier af den Kytte (første Revle), der ligger lige Syd for Forsøgsarealet, og som kun hæver sig 2—3 m over dette, ned til godt $1\frac{1}{2}$ m Dybde, viste der sig nemlig en meget udpræget og højst interessant Podsolering. Der blev da gravet to (dybe) Huller (Profilerne A og B), i en indbyrdes Afstand af c. 20 m, det første i Afd. 100, det andet i Afd. 102, og udtaget Jordprover fra forskellige karakteristiske Lag. Men da Profilerne her var vanskelige at tegne, endsige fotografere, og en Afbildning var meget ønskelig, gravedes der en Stolle (Gang) ind i Kyttens Nordside ud mod Forsøgsarealet (Afd. 102) og i Flugt med dettes Overflade, idet der ogsaa her udtoges Jordprover (Profil C). Denne Stolle

er senere uddybet et Par Gange, og de Beskrivelser, som er optagne af den til forskellige Tider, af hvilke her dog kun skal gengives en enkelt, Geologen, Dr. phil. H. ØDUMS fra 13. Aug. 1930, har derfor Maal for Lagenes Beliggenhed, der ikke ganske falder sammen med den Afbildning af Profilen, som blev udført af Fru STRUBBERG efter en ny Oprensning af Stollen i Juli 1931, som igen afviger noget fra en fotografisk Gengivelse, efter en ny Oprensning, d. 13. Aug. 1931. Lagene gaar nemlig ikke horizontalt i en saadan Podsolprofil, lodrette Tunger af Al har et i horizontal og vertikal Retning meget afvekslende Forløb, men alt i alt giver disse Maal og Afbildninger dog tilsammenlagt et karakteristisk Billede af denne mærkelige Podsoldannelse. De Profilbeskrivelser, som herefter følger, skyldes forøvrigt, hvor andet ikke er anført, Hr. Forstassistent AXEL S. SABROE, der har ydet mig saa mange store Tjenester ved Undersøgelsen af hele denne Lokalitet.

Paa den afføgne Flade, hvor Beplantningsforsøget blev anlagt, blev der desuden gravet en Række Huller, dels udenfor Forsøgsarealet (Profilerne D, E, F og G), dels i hver af de 16 Parceller i dette. Profil D blev aabnet mellem levende Bjergfyr i et ikke afbrændt Areal (Afd. 100) ganske nær ved (6,5 m fra) det afbrændte, hvori Profilerne E, F og G blev optagne. Paa denne Flade blev der baade af mig og Dr. ØDUM gravet Huller paa indtil 1,5 m Dybde, uden at vi kunde paavise nogen typisk Podsolering. Dr. ØDUM giver af en af disse Profiler følgende Beskrivelse, der kan gælde for hele Fladen: »Overfladen er afblæst, ret stærkt smaastenet. Den 1,5 m dybe Profil viser udelukkende groft, lidt smaastenet Smeltevandssand, meget lyst, omtrent hvidt, næsten udelukkende bestaaende af Kvarts. Ingen udtalt Podsolering. Der er en Anelse af Affarvning lige under

den meget tarvelige Vegetationsskorpe, og herunder en Anelse af Rødfarvning, strækkende sig til 10—15 cm Dybde. Derfor er der heller ikke i Fladeprofilerne udtaget Jordprøver i de dybere Lag, i Regelen kun 5—10 cm, i nogle Tilfælde dog ogsaa 30—35 cm fra Overfladen.

Profilbeskrivelser.

Profil A. Kytte under Skovfyr.

0—10 cm. Mor.

10—15 cm. Blegsand.

15—65 cm. Lyst, rødbrunt Sand.

65—70 cm. Svag Blegsandsdannelse, foroven med 1 cm. mørk Skygge (gammel Mor).

70—90 cm. Mørkebrun, ret fast, lysspættet Al, øverst sortagtig, derefter stærk Okkerindblanding og hvidlige Konkretioner. Typiske Tunger, der gaar langt ned. Skarp Grænse mellem den sorte og den brune Al.

90—100 cm. Mørkt, brungult Sand med lyse Striber.

100—135 cm. Grovere, lysere Sand.

Profil B. Kytte under Skovfyr.

0—10 cm. Mor.

10—15 cm. Antydning af Blegsand.

15—100 cm. Gulbrunt Sand, der i 45 cm Dybde bliver noget mørkere med graabrune Striber.

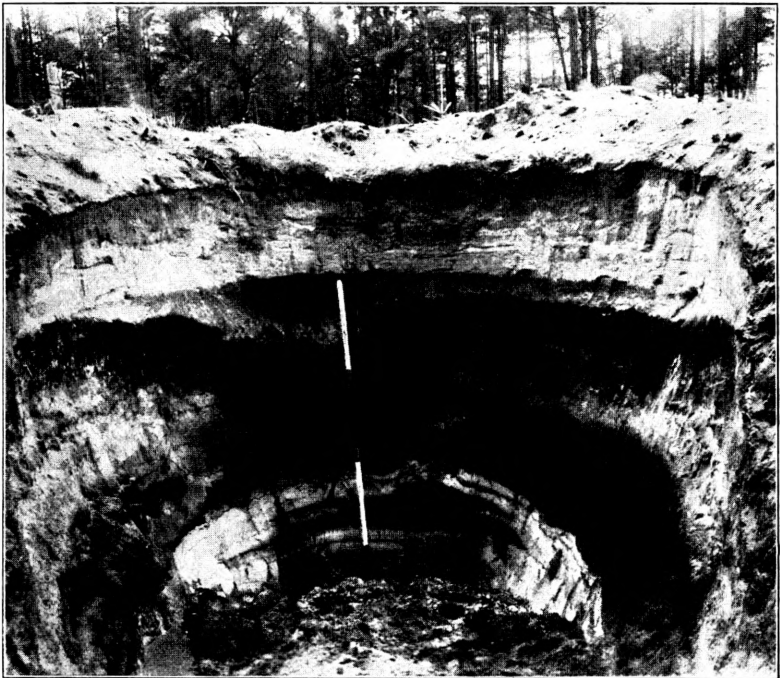
100—110 cm.	$\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \text{ cm. Svag Morstribе.} \\ 2 \text{ — Blegsandsstribе.} \\ 0,5 \text{ — Morstribе.} \\ 2 \text{ — Blegsandsstribе.} \\ 1 \text{ — Lidt kraftigere Mor.} \\ 2,5 \text{ — Blegsand.} \end{array} \right.$
-------------	---

110—128 cm. Mor og Blegsand uden skarpe Grænser, nedad mørkere, gaaende over i

128—153 cm. Mørk, stærkt sammenkittet Al, der i c. 1,5 m Dybde afløses af rødbrunt Sand. (Rødde i 1,5 m. Dybde).

Profil C. (Beskr. af Dr. ØDUM). Den i Kytten udgravede Stolle. (Figg. 20 og 21).

- 0—54 cm. Rent gult Sand, ret groft, men med tydelig Lagdeling (uroilig — horizontal). Øverst en tynd Morskorpe og Vegetation af Hedelyng, *Festuca ovina*, *Polytrichum* og *Lichener*, under denne en Anelse af Affarvning, men ingen udtalt Podsolering.
- 54—75 cm. Stærkt affarvet Blegsand, øverst skarpt afgrænset mod det gule Sand ved en meget tynd, sort Stribe, sandsynligvis



H. Pors fot.

Fig. 20. Profil C i Kytten lige Syd for Forsogsarealet, udfør Parcel 8. Stokken er $1\frac{1}{2}$ m høj (se nærmere Forklaring i Teksten).

Profile C in the dune south of experimental area opposite plot 8. The pole is $1\frac{1}{2}$ m. high.

Rester af en ældre Lyngtørv, af hvilken dog intet strukturelt er tilbage. Nedad gaar Laget med mørkere Farve jævnt over i 75—81 cm. Sort »Tørveal«,¹ meget fast, med lyse Sandkorn. I Underkanten optræder en Mængde gamle Rodder i ganske tynd Horizont.

81—110 cm. Sort haard Al, stærkt varierende i Tykkelse, med Ud-

¹ ∴ Humusal.



B. Strubberg pinx.

Fig. 21. Farvelagt Billede af en Del af den højre Side af Profil C (Fig. 20).

Coloured picture of a section of the right side of profile C (Fig. 20).

løbere helt ned til ca. 130 cm. Selv i den massiveste Del af Laget optræder der rødgyule Pletter lige under Overgrænsen, især hvor Laget er tyndest; nedad, imellem Forsænkningerne af Laget, udvikler dette sig til rent »Leopardskind«, okkerfarvede Pletter og et Netværk af sort Al.

110—132 cm. Laget under den egentlige Al bestaar af gult og rødt Sand, tydeligt lagdelt, men uden skarp Grænse mod Allammerne fra oven. Selv hvor disse mangler helt, er dette Lag gennemsat af tynde, sorte og brune Striber, horizontalt forløbende, men altid meget mere bølgende end den rigtige Lagdeling i Sandet. Nedad bliver disse Striber mægtigere og danner (uden skarp Grænse)

132—152 cm. Et Lag »Al«, formodentlig Glei, brunlig sort, meget haardt. Ogsaa dette Lag varierer i Tykkelse, nedad er det skarpt afgrænset, men opad gaar det over i de ovennævnte Striber og kan stedvis næsten naa sammen med Forsænkninger og Udløbere fra det øvre Lag virkelig Al (81—110 cm), mens det paa andre Punkter kun er c. 4—5 cm tykt (i saa Fald dog i Virkeligheden »erstattet« ved Mørkfarvning af Laget ovenover).

152—205 cm. Gult skarpt Sand af samme Farve som det øverste i Profilen. Ogsaa dette Lag indeholder dog tynde, sorte Striber, horizontalt bølgede, stedvis toner disse ud opad og bliver til Brunfarvning, mens de altid er skarpt begrænsede nedad.

205—209 cm. Et tyndt Lag meget fint, lerholdigt Sand, der er skarpt begrænset opad, mens der stedvis strækker sig smaa mørkfarvede Tunger fra Overgrænsen nedad i Laget.

209— cm. Groft, af og til smaastenet Sand, hvidgult eller omtrent hvidt, kan indeholde Okkerstriber.

Lagene fra 0—205 cm Dybde er Flyvesand, mens Bunden under 205 cm er det samme Smeltevandssand som Sletten udenfor Klitten, liggende i omtrent samme eller ganske samme Niveau. De forskellige Podsoleringshorizonte forsvinder ud mod Skraaningen af Klitten.

Profil D. Paa Fladen. Mellem levende (ikke afbrændte) Bjergfyr, men i et Hul, hvor selv dette Træ ikke trives. Ingen Lyng, kun Rensdyrlav. Bjergfyren knæhøj. I Hullet øverst Antydning af Humuslag og ligeledes af Blegsandslag, derunder lyst groft Flodsand.

(Prøver udtagne i 5—10 og 30—35 cm Dybde).

Profil E. Paa Fladen, mellem afbrændte Bjergfy, Vest for Forsøgsarealet. Under tæt Dække af lav Polytrichum og Lichener c. 2 cm mørkere og 10 cm rødbrunt Sand, derefter lyst, groft Sand som i (D).

(Prøver udtagne i 5—10 og 30—35 cm Dybde).

Profil F. Paa Fladen, nogle faa Meter Nord for (E). 12 cm mørk, flammert Overgrund, ellers som (E).

(Prøver udtagne i 5—10 og 30—35 cm Dybde).

Profil G. Paa Fladen, nogle faa Meter Nord-Øst for (F). Øverste Lag mindre flammert, iøvrigt som de foregaaende Profiler.

(Prøver udtagne i 5—10 og 30—35 cm Dybde).

Inde i Forsøgsarealet er der desuden, som nævnt, udtaget Jordprøver i hver af de 16 Parceller, i dem alle i 5—10 cm Dybde, i en Del tillige i 30—35 cm Dybde. Da de øverste Jordlag her har været bearbejdede, kan der ikke tales om egentlige Profiler. Som anført foran, kan der heller ikke paavises nogen egentlig Podsolering her, hvor vi har at gøre med en Undergrund, der endnu ikke er nogen rigtig »Jordbund«.

B. Resultater af Undersøgelserne.

Som før omtalt afslørede Gravninger i en Kytte for at udtage Jordprøver til Undersøgelse en saa kraftig og flere Gange gentagen Podsolering, at ogsaa en Sammenligning med den podsolerede Hedejord vilde frembyde Interesse. En saadan knyttedes særlig til Forekomsten og Fordelingen af Jordernes Kolloidindhold, og Undersøgelserne planlagdes derfor efter samme Skema, som var anvendt ved mine tidligere Hedeundersøgelser (fra 1929), idet der dog ikke blev udført mekaniske Analyser, fordi man i For-

vejen ved god Besked med, hvilke Størrelsesklasser af Sandkorn Klitterne i Almindelighed bestaar af¹. Paa denne Klit, hvor der voksede Skovfyr af middel Vækstbonitet, vil man (efter R. ALBERT) kunne regne med et Indhold af »Finsand« (under 0,2 mm) paa op til 20 0/0. At Indholdet af saadant Finsand paa de afføgne Flader imidlertid ikke er den afgørende Betingelse for Trævegetation, har de Plantningsforsøg, der i 1925 blev anlagte i Haarup Sandflugt (se S. 118), givet Beviset for.

Bestemmelserne, der er opførte paa de vedføjede Tabeller XIX og XX, kom derfor i det væsentligste kun til at omfatte Reaktionen (pH-Værdien), hygroskopisk Vand, »Humus«, Totalkvælstof og de uorganiske Kolloider SiO_2 , FeO_3 og Al_2O_3 , i et enkelt Tilfælde tillige den totale Mængde af Fe_2O_3 , af SiO_2 samt af Gruppen $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, der bestemtes som en samlet Fraktion.

Jeg havde paa Forhaand troet, at de mægtige, oftest dybt mørkfarvede Allag i Kytten vilde have vist et særligt stort Indhold baade af »Humus« og af uorganiske Kolloider. Men Analyserne frembød i saa Henseende store Overraskelser. Ikke blot laa Indholdet af »Humus« i de mest mørkfarvede Allag, som jeg derfor ogsaa har kaldt Humusal, kun i et enkelt Tilfælde saa højt som ved 10,19 0/0, men i Almindelighed kun mellem 4 og 5 0/0. Og det højeste Indhold af samlede uorganiske Kolloider var 2,3 0/0, i Regelen betydelig lavere, medens jeg i Al fra Mangehøje og Skovs-ende Plantager jævnlige fandt op mod 4 0/0 og derover, i et enkelt Tilfælde endog 4,7 0/0. Men der var dog en udtalt Ophobning af saavel organiske som uorganiske Kolloider i Kyttens Allag, og i Betragtning af disses store Mægtighed (se Profilbeskrivelserne S. 121 ff.) vil den absolute Mængde af

¹ Se FR. WEIS: Undersøgelser over danske Hedejorder. 1929. S. 53 ff.

Tabel XIX.
 Haarup Sandflugt, Silkeborg
 Haarup Sand Blown Plain.
 Profiler i en
 Profiles of

Profil Profile	Kort Lokalitetsbeskrivelse Brief description of locality	Dybde cm Depth cm
A.	Klit (Kytte) med velvoksen Skovfyr. Umiddelbart under 10 cm Mor. Typisk Blegsand. Dune with well developed pine (<i>Pinus silvestris</i>). Sample drawn just below 10 cm raw humus. Typical bleached sand.	10—12
»	Under første Blegsandslag, lyst rødbrunt Sand. Under first layer of bleached sand, light reddish-brown sand.	c. 30
»	Andet Blegsandslag. Second layer of bleached sand.	c. 65
»	Sort Humusal. Black humus hardpan.	70—80
»	Brunsort Al (Jernal). Brownish-black iron hardpan.	80—90
»	Laget under Alen, marmoreret og tunget. Layer below hardpan, marbled and running in tongues.	c. 100
»	Groft, grynet, hvidgult Sand. Coarse, gravelly whitish-yellow sand.	c. 135
B.	Kytte med velvoksen Skovfyr. Blysand lige under øverste Morlag. Dune with well developed pine. Bleached sand just below the upper raw humus layer.	10—12
»	Gulbrunt Sand. Yellowish-brown sand.	30—35
»	Noget mørkere Sand med graabrune Striber. Somewhat darker sand with greyish-brown stripes.	75—80
»	Mor og Blegsand uden skarpe Grænser. Raw humus and bleached sand without sharp limits.	115—120

Table XIX.

Statsskovdistrikt. Nordskoven.

Silkeborg State Forest Reserve.

Klit (Kytte).

a dune.

pH	Hygroskopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrose. water per cent.	»Humus« $\frac{0}{0}$	Total-N. $\frac{0}{0}$	N. i $\frac{0}{0}$ af »Humus«	Kolloidal SiO_2 $\frac{0}{0}$	Kolloidal Fe_2O_3 $\frac{0}{0}$	Kolloidal Al_2O_3 $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids, per cent.
3,8	0,37	1,71	0,025	1,46	0,066	0,068	0,047	0,18
4,6	0,16	0,39	0,008	2,05	0,018	0,052	0,057	0,13
4,7	0,24	1,37	0,017	1,24	0,014	0,020	0,057	0,09
4,6	2,56	10,19	0,190	1,86	0,030	0,340	1,020	1,39
4,7	1,60	3,91	0,065	1,66	0,041	1,210	1,050	2,30
4,9	0,27	0,56	0,010	1,79	0,025	0,088	0,260	0,37
4,9	0,11	0,16	0,004	2,50	0,015	0,040	0,087	0,14
3,9	0,32	1,07	0,023	2,15	0,042	0,120	0,027	0,19
4,7	0,16	0,27	0,008	2,96	0,035	0,028	0,130	0,19
5,2	0,12	0,17	0,005	2,94	0,043	0,087	0,130	0,26
4,1	0,29	2,05	0,033	1,61	0,017	0,026	0,019	0,06

Tabel XIX

Profil Profile	Kort Lokalitetsbeskrivelse Brief description of locality	Dybde cm Depth cm
B.	Sort Alklump—Humusal. Total Mængde af } Fe_2O_3 : 0,85 %, SiO_2 : 86,1 % Black hardpan clump—humus hard- } $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$: 3,54 % pan. Total amount of	c. 140
»	Brun Alklump—Jernal. Brown hardpan clump—Iron hardpan.	c. 150
»	Rødbrint Sand. Reddish-brown sand.	under 150 below
C.	Stolle (Gang) ind i Kytte med velvoksen Skovfyr, øverste Lag gult Sand, svagt græs- og lyngbevokset. Svag Morstribе. Trench in a dune with well developed pine. upper layer yellow sand, thin grass- and heather cover. Slight stripe of raw humus.	0—15
»	Stærkt affarvet Blysand, ganske skarpt afgrænset baade for oven og for nedен. Very light bleached sand, sharply defined above and below.	57—67
»	Sort Humusal med mange gamle Rødder i ganske tynd Horizont. Black humus hardpan with many old roots in very thin horizon.	75—81
»	Mørk Jernal, stærkt marmoreret med kraftige Tunger og mange Gleistriber. Dark iron hardpan, sharply marbled with prominent tongues and many stripes of gley.	84—94
»	Andet Allag 132—152 cm Dybde, bredt og ensartet, dog med lidt lysere og nogle mørkere parallele Striber. Prøven udtaget i et mørkt Parti i ca. 144 cm Dybde. Second layer of hardpan 132—152 cm deep, broad and homogenous, though with a few lighter and a few darker parallel stripes. Samples drawn in a dark section 144 cm deep.	c. 144
»	Gult, skarpt Sand med mørke- og lysebrune Gleistriber. Prøverne tagne mellem to saadanne. Yellow sharp sand with dark and light-brown gley stripes. Samples drawn between two such stripes.	c. 154
»	Samme Lag umiddelbart under en Gleistribe. Same layer directly below a gley stripe.	165—170
»	Et tredje Allag (tykkere Gleistribe?). A thicker hardpan layer (thicker gley stripe?).	190—200

(fortsat, continued).

pH	Hygro- skopisk Vand, % Hygroc. water per cent.	»Hu- mus« %	To- tal-N %	N i % af »Hu- mus«	Kolloi- dal SiO ₂ %	Kolloi- dal Fe ₂ O ₃ %	Kolloi- dal Al ₂ O ₃ %	Samlede uorganiske Kolloider, % Total inorgan. colloids, per cent.
4,4	1,79	4,86	0,093	1,91	0,020	0,060	1,200	2,00
4,6	1,24	2,67	—	—	0,070	0,690	0,770	1,53
5,3	0,27	0,28	0,006	2,14	0,053	0,081	0,200	0,33
4,6	0,17	0,34	0,008	2,35	0,028	0,087	0,066	0,18
4,6	0,07	0,49	0,006	1,22	0,069	0,035	0,064	0,17
4,3	1,40	4,45	0,088	1,98	0,022	0,073	0,680	0,78
4,6	1,32	2,30	0,035	1,52	0,100	0,340	0,980	1,42
4,4	0,39	0,85	0,013	1,53	0,054	0,180	0,170	0,40
4,5	0,25	0,62	0,009	1,45	0,020	0,081	0,150	0,25
4,8	0,14	0,12	0,002	1,67	0,042	0,034	0,078	0,15
4,7	0,41	0,74	0,013	1,76	0,051	0,076	0,200	0,33

Tabel XX.
 Haarup Sandflugt. Silkeborg
 Haarup Sand Blown Plain
 Profiler i en
 Profiles of a
Udenfor
 Outside the

Profil Profile	Kort Lokalitetsbeskrivelse Brief description of locality	Dybde cm Depth cm
D.	Paa den afføgne Flade mellem levende, knæhøj Bjergfyr. Ingen Lyng. Antydning af Humus- og Blegsandslag, derunder lyst, groft Flodsand. Vest for Forsogsarealet. In the sandblown plain between living kneehigh mountain pines. No heather. Slight indication of humus and bleached sand layer, under which light coarse river sand. West of experiment area.	5—10
»	Samme Sted. Ibidem.	30—35
E.	Paa den afføgne Flade mellem afbrændte Bjergfyr, under Polytichum og Lichener. Ingen Lyng. Nogle Meter fra forrige Profil. In the sandblown plain between burned mountain pines, under Polytichum and lichens. No heather. Some meter from the preceding profile.	5—10
»	Samme Sted. Ibidem.	30—35
F.	Paa den afføgne Flade mellem afbrændte Bjergfyr, nogle Meter fra foregaaende Profil. 12 cm mørk, flammert Jord, ellers som (E). In the sandblown plain between burned mountain pines, some meter from the preceding profile. 12 cm. dark curled soil, for the rest as profile E.	5—10
»	Samme Sted. Ibidem.	30—35
G.	Paa den afføgne Flade mellem afbrændte Bjergfyr, nogle faa Meter Nordøst for (F). Øverste Lag mindre flammert, ellers som de foregaaende Profiler. In the sandblown plain between burned mountain pines, some few meter N. E. of profile F. Upper layer less curled, for the rest as the preceding profiles.	5—10
»	Samme Sted. Ibidem.	30—35

Table XX.

Statsskovdistrikt. Nordskoven.

Silkeborg State Forest Reserve.

afføgen Flade.

sandblown plain.

Forsøgsarealet.

experiment area.

pH	Hygro- skopisk Vand, % Hygrosc. water per cent.	»Hu- mus« % % %	To- tal-N % %	N i % af »Hu- mus« %	Kolloi- dal SiO ₂ % %	Kolloi- dal Fe ₂ O ₃ % %	Kolloi- dal Al ₂ O ₃ % %	Samlede uorganiske Kolloider, % Total inorgan. colloids, per cent.
4,6	0,20	0,47	0,010	2,13	0,027	0,073	0,100	0,20
4,7	0,08	0,10	0,002	2,00	0,028	0,021	0,057	0,11
4,8	0,36	0,63	0,014	2,22	0,037	0,240	0,270	0,55
5,0	0,08	0,09	—	—	0,006	0,020	0,012	0,04
4,8	0,18	0,39	—	—	0,018	0,035	0,089	0,14
5,1	0,10	0,08	—	—	0,025	0,013	0,043	0,08
4,8	0,32	0,63	0,014	2,22	0,059	0,130	—	—
4,9	0,18	0,17	0,005	2,94	0,043	0,033	0,084	0,16

Tabel XX

I Forsøgs-

In the ex

Ukalket Del.

Unlimed section.

Parcel Nr.	Første Bearbejdning The first treatment	Kunstgødning Artificial fertilizers	Grøngødning Green manure	Oprindelig Bevoksning First stock of trees	Senere Bearbejdning Later treatment	Dybde cm Depth cm
1, a	Overflad. Rivning Superficial raking	K + P + Mg	Seradella	Japansk Lærk, Hvidel og Skovfyr <i>Larix leptolepis</i> , <i>Alnus incana</i> and <i>Pinus silvestris</i>	Senere ubearb. Later untreated	0—10
1, a	do.	do.	do.	do.	do.	30—35
2, b	do.	do.	Lupiner <i>Lupinus</i>	Sitkagran, Hvidel og Birk <i>Picea sitchensis</i> , <i>Alnus incana</i> and <i>Betula pubescens</i>	do.	I Overfladen In the surface
2, b	do.	do.	do.	do.	do.	30—35
7, c	Hakning Hoeing	do.	do.	Skovfyr, Sitkagran og Hippophaë <i>Pinus silvestris</i> , <i>Picea sitchensis</i> , <i>Hipp. rhamnoides</i>	Senere ophakket Later hoeed	5—10
8, d	do.	do.	Seradella	Japansk Lærk, Hippophaë og Seljeron <i>Larix leptolepis</i> , <i>Hippophaë</i> and <i>Sorbus scandica</i>	Senere ubearb. Later untreated	5—10
10, b	Overflad. Rivning Superficial raking	N + K + P + Mg	Sommerhvede Summer wheat	Hvidel, Birk og Sitkagran <i>Alnus incana</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Picea sitchensis</i>	Senere ophakket Later hoeed	5—10 mell. st. Hvidelle betw. large <i>Aln. incana</i>
9, a	do.	do.	Spergel <i>Spergula</i>	Japansk Lærk, Hvidel og Skovfyr <i>Larix leptolepis</i> , <i>Alnus incana</i> and <i>Pinus silvestris</i>	do.	5—10 mell. st. Hvidelle betw. large <i>Aln. incana</i>
15, c	Hakning Hoeing	do.	Sommerhvede Summer wheat	Skovfyr, Sitkagran og Hippophaë <i>Pinus silvestris</i> , <i>Picea sitchensis</i> , <i>Hipp. rhamnoides</i>	do.	5—10
15, c	do.	do.	do.	do.	do.	30—35
16, d	do.	do.	Spergel <i>Spergula</i>	Japansk Lærk, Hippophaë og Seljeron <i>Larix leptolepis</i> , <i>Hippophaë</i> and <i>Sorbus scandica</i>	do.	5—10 mell. st. Hvidelle betw. large <i>Aln. incana</i>

(fortsat, continued).

arealet.

periment area.

pH	Hygroskopisk Vand, $\frac{0}{0}$ Hygrose. water per cent.	»Humus« $\frac{0}{0}$	Total-N $\frac{0}{0}$	N i $\frac{0}{0}$ af »Humus«	Kolloidal SiO_2 $\frac{0}{0}$	Kolloidal Fe_2O_3 $\frac{0}{0}$	Kolloidal Al_2O_3 $\frac{0}{0}$	Samlede uorganiske Kolloider, $\frac{0}{0}$ Total inorgan. colloids, per cent.
4,4	0,37	1,78	0,033	1,85	0,020	0,061	0,081	0,16
4,8	0,09	0,10	0,002	2,00	0,038	0,060	0,068	0,17
5,0	0,46	1,93	0,049	2,54	0,044	0,200	0,110	0,35
5,1	0,09	0,08	0,002	2,50	0,020	0,021	0,059	0,10
6,6	0,34	1,22	0,028	2,30	0,021	0,160	0,081	0,26
4,7	0,40	1,39	0,036	2,59	0,027	0,170	0,110	0,31
4,9	0,29	0,87	0,011	1,26	0,032	0,081	0,085	0,20
4,9	0,49	1,39	0,031	2,23	0,053	0,230	0,150	0,43
4,9	0,19	0,73	0,015	2,05	0,031	0,072	0,032	0,14
5,1	0,21	0,19	0,060	3,16	0,036	0,110	0,130	0,28
4,9	0,49	1,39	0,031	2,23	0,053	0,230	0,150	0,43

Tabel XX

I Forsøgs-

In the ex-

Kalket Del.
Limed section.

Parcel Nr.	Første Bear- bejdning The first treatment	Kunst- gødning Artificial fertilizers	Grøn- gødning Green manure	Oprindelig Bevoksning First stock of trees	Senere Bear- bejdning Later treatment	Dybde cm Depth cm
3, c	Overflad. Rivning Superficial raking	K + P + Mg	Lupiner Lupinus	Skovfyr, Sitkagran og Hippophaë Pinus silvestris, Picea sit- chensis and Hippophaë	Senere ophakket Later hoeed	5—10
4, d	do.	do.	Seradella	Japansk Lærk, Hippo- phaë og Seljerøn Larix leptolepis, Hippo- phaë and Sorbus scandica	do.	5—10
5, a	Hakning Hoeing	do.	do.	Japansk Lærk, Skovfyr og Hvidel Larix leptolepis, Pinus sil- vestris and Alnus incana	do.	0—10 nær Hvidel near Alnus incana
5, a	do.	do.	do.	do.	do.	30—35
6, b	do.	do.	Lupiner Lupinus	Sitkagran, Hvidel og Skovfyr Picea sitchensis, Alnus in- cana and Pinus silvestris	do.	5—10 nær Hvidel near Alnus incana
11, c	Overflad. Rivning Superficial raking	N + K + P + Mg	Sommer- hvede Summer wheat	Skovfyr, Sitkagran og Hippophaë Pinus silvestris, Picea sit- chensis, Hipp. rhamnoides	do.	5—10
12, d	do.	do.	Spergel Spergula	Japansk Lærk, Skovfyr og Seljerøn Larix leptolepis, Pinus sil- vestris and Sorbus scandica	do.	5—10 nær Hippophaë near Hippophaë
12, d	do.	do.	do.	do.	do.	30—35
13, a	do.	do.	do.	Japansk Lærk, Skovfyr og Hvidel Larix leptolepis, Pinus sil- vestris and Alnus incana	do.	5—10
14, b	do.	do.	Sommer- hvede Summer wheat	Sitkagran, Hvidel og Birk Picea sitchensis, Alnus in- cana and Betula pubescens	do.	5—10

(fortsat, continued).

arealet.

periment area.

pH	Hygroskopisk Vand, % Hygrosce. water per cent.	»Humus« % % ₀	Total-N % % ₀	N i % af »Humus« % % ₀	Kolloidal SiO ₂ % % ₀	Kolloidal Fe ₂ O ₃ % % ₀	Kolloidal Al ₂ O ₃ % % ₀	Samlede uorganiske Kolloider, % Total inorgan. colloids. per cent.
6,6	0,35	1,62	0,039	2,41	0,028	0,100	0,061	0,19
6,8	0,32	1,15	0,026	2,26	0,033	0,069	0,064	0,17
7,2	0,27	0,91	0,020	2,20	0,030	0,100	0,084	0,21
5,0	0,19	0,17	0,007	4,12	0,068	0,075	0,190	0,33
7,3	0,41	1,37	0,029	2,12	0,048	0,330	0,170	0,55
7,3	0,34	1,27	0,022	1,73	0,032	0,089	0,068	0,19
7,3	0,37	1,34	0,032	2,39	0,043	0,190	0,066	0,30
5,6	0,18	0,21	0,005	2,38	0,032	0,049	0,018	0,10
7,5	0,37	1,25	0,030	2,40	0,031	0,130	0,068	0,23
7,0	0,34	1,62	0,032	1,98	0,038	0,059	0,054	0,15

Kolloider i en Kytte dog være meget større end i de paagældende Hedejorder.

Da Analyserne for »Humus« gav saa paafaldende smaa Tal, hvor jeg havde ventet dem usædvanlig store, kom jeg i Tvivl om Bestemmelsernes Rigtighed. De blev derfor i nogle Tilfælde gentagne, men gav samme Resultat, og en simpel Glødning af helt sort Materiale i en Digel bekræftede ogsaa det ringe Indhold af Kulstof, idet hele den sorte Farve forsvandt efter et Øjeblik's Ophedning, uden at der derunder viste sig nogen Røg, og en mikroskopisk Undersøgelse viste, at den mørke Farve kun skyldtes en ganske tynd, kulsort Hinde (af »Humus«) udenpaa de enkelte Sandkorn.

Det relativt ringe Indhold af uorganiske Kolloider, specielt af Jernhydroksyd, foranledigede ogsaa nogle Totalbestemmelser af enkelte Stoffer og Stofgrupper i en Alklump fra Profil B, der gav et Totalindhold af Fe_2O_3 paa 0,85 % (af kolloidal Fe_2O_3 0,06 %), af SiO_2 paa 86,1 % (kolloidal SiO_2 0,02 %) og af Gruppen $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ paa 3,54 % (Totalmængde af kolloidal $\text{SiO}_2 + \text{FeO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ var 2,00 %).

Der var nu ogsaa den Ejendommelighed ved Profilerne her i Modsætning til de almindelige Hede profiler, at medens Alen i disse, efter at være bleven blottet og udsat for Udtørring eller Frost, meget hurtigt smuldrer hen som et fint Pulver, blev de i Sandkytterne aabnede Profilers Allag staaende aarevis som næsten blanke, haarde Vægge. Dette sidste — der ogsaa forklarer det ringe Indhold af uorganiske Kolloider — hidrører formentlig fra, at de oprindelig ned-sivede Kolloider i Tidens Løb er gaaede over i krystallinsk Tilstand som faste Silikater, og at de organiske Humuskolloider i de mægtige Allag er blevne fordelte paa saa

stort et Rumfang, at de procentisk kun er komne til at udgøre en relativt ringe Bestanddel.

Naar i det hele taget Kiselsyren saavel i disse Jorder som i Hedejord kun optræder i ganske smaa Mængder i kolloidal Tilstand, hænger dette muligvis sammen med dens store Tilbøjelighed til at krystallisere, hvorunder den river en tilsvarende Del af Jernhydroksyd og Aluminiumhydroksyd i den komplekse Gel med sig. I humide Jorder i det tropiske og subtropiske Klima udskiller den kolloidale Kiselsyre, der dannes i Jordbundens øverste Lag, sig ofte som Chalcedon eller Chalcedonsandsten i Undergrunden, og i Lateriterne (Rødjorderne) danner Jernhydroksydet ofte Konkretionsslakker, og Aluminiumhydroksydet krystalliserer under visse Betingelser som monoklinisk Hydrargillit¹.

Den afvekslende Nydannelse under Forvitningsprocesserne og senere Udkrystallisering af disse uorganiske Kolloider er muligvis et Led i Jordbundens dynamiske Processer, der giver denne Stofgruppe en endnu større Betydning som Substrat for Adsorption og Baseudveksling, end dens i hvert givet Øjeblik forekommende absolute Mængde er Udtryk for. Man maa nemlig ikke glemme, at man her har med en meget labil Jordbundsbestanddel at gøre, der som det levende Celleprotoplasma meget let forandrer Tilstandsform og derfor bliver særlig reaktionsdygtig.

Sammenlignes nu det absolute Kolloidindhold i den af-føgne Flade, hvis Totalmængde af uorganiske Kolloider gennemsnitlig ligger ved 0,27 % i de øverste 10 cm og ved 0,15 % i 30—35 cm Dybde, med Hedejordens Undergrund, der har gennemsnitlig 0,40 % (se Tabel XVIII, S. 99), saa faar

¹ Se G. WIEGNER: Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung. V. Aufl. 1929. S. 57.

man dog et talende Udtryk for, i hvor ringe Grad den afføgne Flades Mineralier er forvitrede, selv i dens øverste Lag. Og naar tilmed »Humus«indholdet udenfor Forsøgsarealet, dels mellem levende Bjergfyr, dels paa det afbrændte Parti, kun andrager c. 0,5 % i Overfladen (0—10 cm Dybde) og 0,1 % i 30—35 cm Dybde, bliver det samlede Indhold af organiske og uorganiske Kolloider her overmaade ringe.

Det er da tydeligt nok saaledes, at de afføgne Flader har afgivet hele deres Kolloidmateriale til de sammenføgne Kytter, og disses relative Frugtbarhed overfor de afføgne Fladers Sterilitet bliver heraf forstaaelig. De aabnede Profiler viste ogsaa, hvorledes Rødderne søgte ned og bredte sig i Allagene selv ned til 80—100 cm Dybde (Profil B og C).

Naar det nu er lykkedes paa det før omtalte Forsøgsareal paa den afføgne Flade (se S. 140—143) at faa en frodig og meget lovende Bevoksning frem af forskellige Træer, som ikke vil trives ved umiddelbar Plantning udenfor Forsøgsarealet, hvor de hurtigt sygner hen og gaar ud, og hele det store afbrændte Parti af Fladen, hvori der ikke er foretaget nogen Bearbejdning, Kalkning eller Gødskning, endnu 10 Aar efter Branden for Størstedelen henligger som en Ørken, hvori der ganske vist vokser nogle selvsaaede Skov- og Bjergfyr samt plantede Contortafyr, men hvor ellers næsten ingen Blomsterplanter vil trives (Hedelyngen staar endog kun som svage spredte Tuer), saa giver Bestemmelserne af uorganiske Kolloider i dette Forsøgsareal dog ikke noget Holdepunkt for, at her er kommen nogen bemærkelsesværdig Forvitring i Gang, som jeg formodede vilde indtræde. Ganske vist er Jordprøverne, hvori Bestemmelserne er udførte, udtagne for snart 3 Aar siden (i April 1929), og det synes, som Bevoksningerne netop i disse 3 Aar har taget særlig fart. Det er da muligt, at en tilsvarende Forøgelse i de uorganiske Kolloiders Mængde er fulgt hermed.

Men det skulde synes rimeligt, at den da ogsaa kunde paavises allerede for 3 Aar siden, hvilket altsaa ikke har været Tilfældet.

Men en anden Proces af samme Betydning har kunnet paavises, nemlig en gennemsnitlig Forøgelse af Humusindholdet i de øverste 10 cm fra 0,53 til 1,33 % eller omtrent til det tredobbelte. Og nu i de sidste 3 Aar, hvor Løv- og Naalefaldet fra de sommergrønne Træer har været meget betydeligt, vil Humusindholdet sikkert være forøget betydelig mere. Hermed følger utvivlsomt et stærkt forøget »Liv« af Bakterier og andre nyttige Mikrober, der saavel beforderer Ophobningen af organisk Stof som Frigørelsen af de i de nedfaldne Blade ophobede Plantenæringsstoffer. Tilstedeværelsen af kvælstofbindende Symbionter (Hvidel, Gyvel, *Hippophaë* og *Caragana* med deres rodknolddannende, kvælstoffikserende Mikrober) vil da ikke blot have bidraget til at forøge Jordens Kulstof-, men ogsaa dens Kvælstofbeholdning, saa den stadig arbejder sig op til at blive mere og mere produktionsdygtig (frugtbar). Men den Slags Processer tager deres Tid. Det var paafaldende i de første Aar efter Forsøgets Paabegyndelse, hvor langsomt det gik med Omsætningen af den nedgravede Grøngødning. Nu kan den ikke længere paavises, men er formuldet. Og nye Muldbestanddele dannes bestandig af døde Rødder og nedfaldne Blade.

Som Bevoksningerne staar nu (se Fig. 22—25), synes Opforstningsproblemet paa en saadan øde Jordbund at være løst¹. Det er vel ikke alle de indplantede Træer, der er slaaede an. Saa at sige alle Birketræer er forsvundne, vist fordi Bunden var for tør i de første Aar. Nu kunde de maaske trives, og enkelte overlevende begynder da ogsaa

¹ Et mindre Forsøg af lignende Art paa afføgne Sande i Rind Plantage ved Herning har ogsaa givet lovende Resultater.



H. Pors fot.

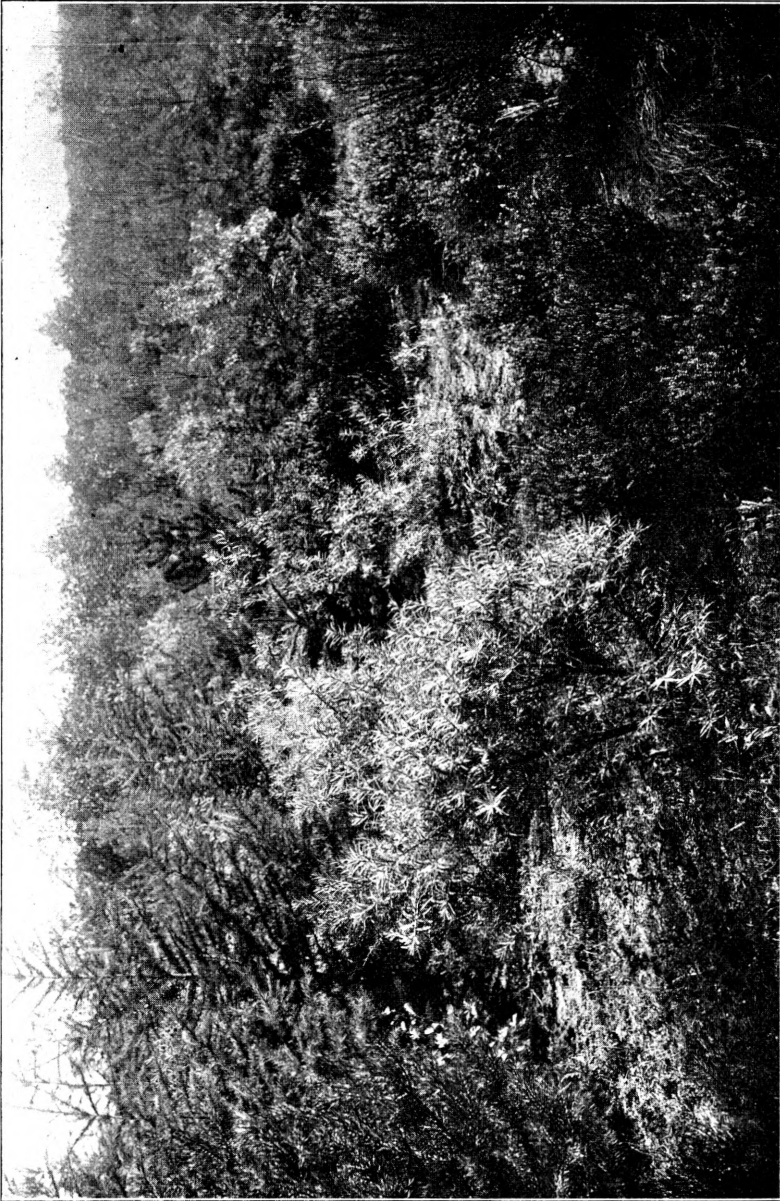
Fig. 22. Et Blik fra Nord ind over Forsøgsarealet i Slutn. af Aug. 1931. I Forgrunden et Stykke af den afbrændte Flade med smaa, spredte Lyngbuske. Midt i Billedet en Brandlinje af goldt, nøgent Sand, med enkelte smaa Tuer af *Weingärtneria canescens* som eneste Vegetation. I Baggrunden Bevoksninger af Hvidelle, japanske Lærk, Skovfyr m. m. A view from North of the experiment area, end of August 1931. In the foreground a part of the burned plain with small and far between the heathers. In the center of the picture a fire protection belt of sterile naked sand with some few solitary tuft of *Weingärtneria canescens* as sole vegetation. In the background a stand of *Alnus incana*, *Larix leptolepis* and *Pinus sithestris* etc.



H. Pors fot.

Fig. 23. Forsøgsarealet set fra Øst, Aug. 1931. Forgrundens Sterilitet karakteriseres ved de store, nøgne Pletter mellem de smaa Lyngbuske. I Forsøgsarealet ses her fortrinsvis japansk Lærk og Sitkagran.

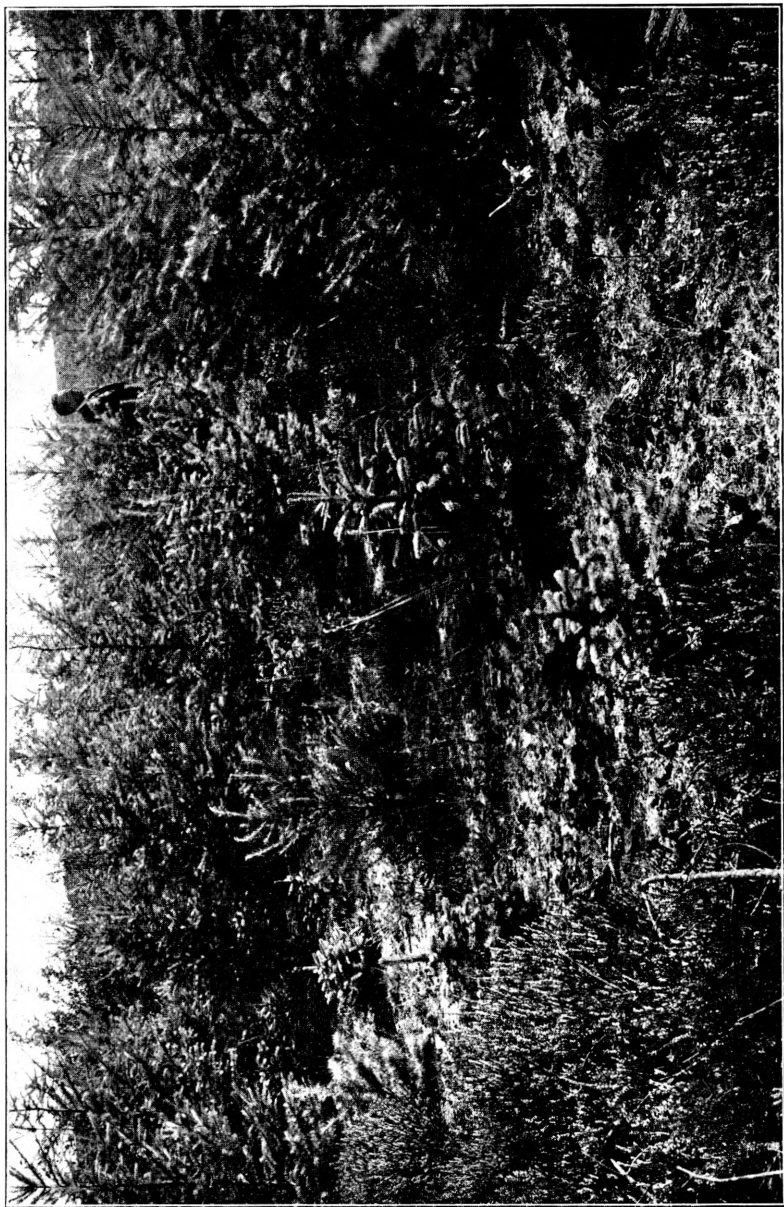
The experiment area seen from East, August 1931. The sterility of the foreground is characterized by large naked plots between the small heathers. In the experiment area are *Larix leptolepis* and *Picea sitchensis* preponderant.



H. Pors fot.

Fig. 24. Inde i den kalkede Del af Forsøgsarealets nordøstlige Hjørne, Aug. 1931. I Forgrunden en *Hippophaë rhamnoides*, til venstre Japanske Lærk, i Midten og til højre *Picea Engelmanni* og *sitchensis*, Skovfyr og Hvidelle. Bemærk ogsaa de kraftige Buske af Lyng i Forgrunden til Højre.

Inside the limed section of the north-eastern corner of the experiment area. In the foreground a vigorous *Hippophaë rhamnoides*, to the left *Larix leptolepis*, in the center and to the right *Picea Engelmanni* and *sitchensis*, *Pinus sibirica* and *Alnus incana*. Observe the vigorous bush of heather in the foreground to the right!



H. Pors fot.

Fig. 25. I det sydvestlige, ukalkede Parti af Forsøgsarealet, Aug. 1931. I Forgrunden og Midten *Picea Engelmannii* og *sibirica*, i Baggrunden japanske Lærk.

In the south-western unlimited section of the experiment area. In the foreground and in the center *Picea Engelmannii* and *sibirica*, in the background *Larix leptolepis*.

at tage fat. Seljeron og Rødeg er heller ikke blevne til noget, og *Abies nobilis* staar stadig meget lav, omend med mange friske Skud. Bedst har Hvidel, japansk Lærk og Skovfyr slaaet an, som Billederne, der er optagne i August 1931, viser. Men ogsaa Sitka- og Engelmannsgran staar særdeles godt. Og meget interessant er det, at *Hippohaë rhamnoides* (Havtorn, Tidse) er slaaet udmærket an paa hele den kalkede Del af Forsøgsarealet (se ogsaa Fig. 24), medens den er gaaet totalt ud paa hele den ukalkede Afdeling. Den er da aabenbart en udpræget kalkelskende Plante. I det hele og store staar Træerne bedst paa den kalkede Del, selv om nogle, som Hvidel, japansk Lærk og Skovfyr, ogsaa vokser særdeles godt paa den ukalkede.

I denne Forbindelse har det Interesse at betragte de i Tabellerne anførte Reaktionsbestemmelser. Med Undtagelse af det øverste Lag i Profilerne A og B paa Kytten, hvor der var en tydelig, af Fyrrenaale dannet Mor, og hvor Reaktionstallene ligger ved pH-Værdierne 3,8 og 3,9, samt nogle dybere, begravede Morlag eller Lag af Humusal med pH-Værdier paa 4,1 og 4,3 har næsten alle Horionter en gennemgaaende noget lavere Brintionkoncentration end de tilsvarende paa Grindsted Hede. Dette gælder dog særlig den afføgne Flade og særlig den Del, der har været afbrændt, hvilket ogsaa finder sin naturlige Forklaring, dels i at det her drejer sig om blottet Undergrund med meget ringe Humusdække, dels i at Asken fra Branden i nogen Grad har svækket Syrerne. Men særlig Opmærksomhed fortjener Reaktionstallene fra den kalkede Del af Forsøgsarealet. Her blev ved Forsøgets Begyndelse i Foraaret 1923 givet 5000 kg kulsur Kalk pr. ha, og denne Kalkmængde har i de fleste Parceller været tilstrækkelig til fuldstændig Neutralisation af Syrerne i Jordbundens øverste Lag (5—10 cm), hvor

Reaktionen i flere Parceller endog er bleven svagt alkalisk (pH-Værdier paa 7,3—7,5), medens Reaktionstallet i 30—35 cm Dybde endnu ligger ved 5,0 og 5,6. Denne hurtige Neutralisation viser hen paa, at den oprindelige, høje, aktuelle Aciditet har skyldtes en ringe absolut, potentiel Aciditet, og at ligeledes Stødpudeindholdet i Jorden har været meget ringe. Prof. RØRDAM, der efter Anmodning fra daværende Skovrider, senere Professor HELMS i Septbr. 1919 foretog en kemisk Undersøgelse af Jordprøver fra samme Lokalitet, kom ogsaa til det Resultat, at Aciditeten her ikke skyldes Humussyrer, men smaa Mængder af de stærkt dissocierede uorganiske Syrer, Svovlsyre og Saltsyre eller Salte af disse Syrer, hvoraf han anslog Mængderne i en Kubikmeter af Jorden til henholdsvis 200 gr vandopløselig Svovlsyre og 50 gr Saltsyre.

Gennem de her foretagne Undersøgelser og det i Forbindelse hermed anlagte Plantningsforsøg synes der da at være tilvejebragt en Forstaaelse af Aarsagen til de afføgne Sandes Goldhed i Sammenligning med de tilstødende Kytters samt vist en Vej til at skabe Muligheden for tilfredsstillende Trævækst, d. v. s. for Frugtbargørelsen af afføgne Sande.

Det vil imidlertid være af den største Interesse ogsaa i de kommende Aar at følge Forandringerne i Jordbundstilstanden indenfor Forsøgsarealet i Haarup Sandflugt og faa udført nye Bestemmelser af Indholdet af »Humus« og uorganiske Kolloider i Forbindelse med biologiske Undersøgelser (af Bakteriefloreen, den mulige Forekomst af Regnorme m. m.).

V. Leralsdannelser paa Morænejorder.

A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser.

Medens de i det foregaaende beskrevne Podsoljorder er dannede paa oprindelig meget fattig udvasket Sandjord, paa hvilken Hedelyngen ved sin kraftige Humusophobning enten har været den fremherskende eller ogsaa — i visse Tidsrum i hvert Fald — stærkt medvirkende Plante ved Podsoleringen, tilhører de Profiler, der nu skal beskrives, den frugtbare, stærkt lerholdige Morænebund, der endnu er dækket af frodig Skov (væsentligst Løvskov) eller indenfor historisk Tid har været Skovbund. Paa saadan Bund, selv om den fra Naturens Side er nok saa frugtbar, kan der meget let og hurtig indtræde Podsolering, som vi kender det under Mordannelser i vore Bøge- og Rødgranskove. I Løbet af nogle ganske faa, 10—20, Aar kan her en dejlig Muld omdannes til Mor med Ophobning af et ofte anseligt Raahumuslag, derunder en kraftig, foroven gerne skarpt afgrænset, Blegsandsdannelse og derunder endelig en tydelig rustfarvet Rødjord, der sandsynligvis let gaar over til en fastere sammenkittet lys- eller mørkebrun Al, som ofte paa dyrkede Marker, hvor der tidligere har været Skov, ved en Dybpløjning kommer op til Overfladen. Saa-danne Jorder er indgaaende beskrevne af P. E. MÜLLER¹.

Denne Forfatter har i det citerede Arbejde (I. Del S. 30) og navnlig i dettes anden Del² ogsaa flere Gange omtalt de Leralsdannelser, der synes forskelligartede fra den lige under Blegsandet sædvanlig optrædende Al, idet de dels i Regelen ligger adskilligt dybere, ogsaa gerne er mægtigere og ikke altid rustfarvede, men ofte af samme lyse Farve

¹ P. E. MÜLLER: Studier over Skovjord I. 1878 og II. 1884.

² I. c. S. 18, 118, 130, 133 og i »Studien über die natürlichen Humusformen. 1887. S. 25, 133, 210, 220 og 222.

som de over- eller underliggende Lag af Sand eller Ler, idet de dog i sig selv er mer eller mindre stærkt lerholdige, og disse Bestanddele aabenbart udgør det kitagtige Materiale, der giver dem deres — navnlig i fugtig Tilstand — faste, ja tit næsten sandstensagtige Konsistens. De Prøver, jeg foreløbig har haft til Undersøgelse, smuldrer dog let til et fint Pulver, naar de udsættes for almindelig Lufttørring. Betragter man dem i fugtig, endnu sammenhængende Tilstand blot under Lup, ser man, at de har en regelmæssig kamret eller kapillær Bygning, hvorved de i deres naturlige Leje let indsuger og fastholder Vand, saa de her vel aldrig er udsatte for at smuldre paa Grund af Udtørring¹.

Da de forekommer baade i typisk podsoleret Jordbund med tydelige eluviale Horisonter og i saadanne, hvor disse i hvert Fald i Øjeblikket ikke kan erkendes, maa det vel foreløbig staa hen, om de i alle Tilfælde hører til virkelige Podsoldannelser, eller om de eluviale Horisonter, hvor de forekommer sammen, er dannede før eller efter Leralagene. Meget tyder dog paa, at de selv hører til den illuviale Horizont (B) i en Podsolprofil, og, saa vidt vides, kan man ikke i selve Leralen sondre mellem to i Oprindelse forskellige Lag, en A_3 - og en B_1 -Horizont, som for det meste er tydelig adskilte i Hedealen og i de foran omtalte Klitaldannelser. De repræsenterer da rimeligvis B_2 , B_3 . . . Horisonter.

Hvad der gav mig Anledning til at tage disse Leraldannelser op til Undersøgelse i Forbindelse med de andre her beskrevne Podsoljorder, var deres store Lerindhold, saa de kunde formodes at være Dannelser homologe eller ana-

¹ Denne porøse Beskaffenhed har de muligvis faaet ved Udvaskning af oprindelig smaa Korn af kulsur Kalk, saa de tidligere har repræsenteret en Mergel.

loge med de zeolithagtige, uorganiske, komplekse Kolloider, der for en stor Del danner Kitmassen i Hede- og Klitalen. Jeg havde nemlig en grundet Formodning om i disse Dannelser at finde særlig store Mængder af kolloidal Kiselsyre, Jern- og Aluminiumhydroksyd, men dette syntes dog ikke at være Tilfældet (ifølge nogle Bestemmelser efter den Tammske Metode, der kun gav fra 0,60 til 0,92 % af samlede uorganiske Kolloider), og andre Metoder til Bestemmelse af kolloidalt Ler toges da i Brug.

Særlig meget nyt og positivt kan jeg imidlertid ikke oplyse om disse Leraldannelser. Men Arbejdet med dem, som har været ret omfattende og tidsrøvende, giver formentlig ikke uvigtige Oplysninger om de Metoder, der her har været anvendte, og deres mulige Værdi ved Undersøgelser af de andre her beskrevne Podsoljorder. Mine Oplysninger om Leralen maa derfor nærmest betragtes som en foreløbig orienterende og væsentlig methodologisk Undersøgelse, idet jeg haaber senere at faa Lejlighed til et mere indgaaende Studium af denne, som det synes, meget udbredte Dannelse (se Bemærkningerne herom i Indledningen), der kan tænkes ogsaa at faa ret stor praktisk Betydning. I hvert Fald volder Forekomsten af ubrudt Leral i Mark og Skov ofte meget store Ulemper for Dyrkningen, men hvor man har pløjet den op og faaet den indblandet i Muldlaget, synes den at have haft lignende gavnlige Virkninger paa Jordbundens Frugtbarhedstand som Hedealen.

De Lokalteter, hvorfra jeg har mit Materiale, karakteriseres bedst ved følgende

Profilbeskrivelser.

Profil I. Høsterkøb Hegn, Rude Skov, Afd. 28. 1. Københavns Distrikt. Bevoksning: Kultur af *Larix koreensis* efter mislykket ung Ædelgran, der fulgte efter gammel Bøgeskov paa Morbund.

- 0—10 cm. Gammel Bøgemor.
- 10—20 cm. Stærkt humusfarvet Blegsand.
- 20—25 cm. Lyst Blegsand.
- 25—45 cm. Lyst Rødsand. Enkelte haarde Konkretioner indblandet i dette.
- 45—90 cm. Lyst farvet Leral.
- 90 cm og derunder. En stærkt leret, løsere Undergrund.

Profil II. Samme Lokalitet, en Snæs Meter fra (I).

- 0— 8 cm. Gammel Bøgemor.
- 8—18 cm. Blegsand.
- 18—30 cm. Rødjord, nærmest Rødsand.
- 30—50 cm. Et løsere lyst Lag, endnu ikke sammenkittet som Leral, nærmest lerblandet Sand.
- 50—80 cm. Lys Leral.
- 85 cm og derunder. Undergrund af løst, leret, groft Sand.

Profil III. Femsløying. Rude Skov. 1. Københavns Distrikt. Frødig Kløvermark, hvor der tidligere har været Løvskov.

- 0—15 cm. Muld, umiddelbart under frødig Kløver, lys, lidt brunfarvet.
- 15—40 cm. Leral, lyst farvet.
- 40—50 cm. Løst, lysegraat, svagt lerblandet groft Sand.
- 50—80 cm. Herfra stiger Lerholdigheden med Dybden.
- 80—90 cm. Svagt sandblandet Ler som Undergrund.

Profil IV. Torbenfeldt Dyrehave I. Afd. 1. (Midtsjælland). Bevoksning: Bøg efter Bøg.

- 0—30 cm. Muldet Overgrund med talrige Rødder, øverste Del nærmest let moragtig.
- 30—66 cm. Lys Leral, fast, smuldrer dog let, med mørke Tunger og Konkretioner. Fører næsten ingen Rødder. Nedefter gaar den jævnt over i et løsere Lag.
- 66—100 cm. Løsere Lag, jævnt aftagende i Fasthed og Tæthed.
- 100 cm og derunder. Fastere, nærmest som et andet Lerallag.

Profil V. Torbenfeldt Dyrehave I. Afd. 2. Bevoksning: Eg efter gammel Slette (sikkert tidligere Skov). Mange Nælder, særlig omkring Jordbundshullet.

- 0—40 cm. Temmelig ensartet, lyst, lerblandet Sand.
- 40—70 cm. Leral af samme Beskaffenhed som i (IV), ogsaa næsten uden Rødder.

70—90 cm. Overgang mellem Leral og Undergrund, noget losere men dog ret haardt Lag.

90 cm og derunder. Undergrund af nærmest rent, plastisk Ler.

B. Resultater af Undersøgelserne.

a. Reaktionsbestemmelser. Saadanne blev udførte i forskellige Dybder af de Profiler, der var aabnede, og gav følgende Resultater:

Tabel XXI.

Profil I. Høsterkøb Hegn. Afd. 28. Hul I.	pH
Dybde: 0— 10 cm. Gammel Bøgemor.....	4,2
Old beech raw humus	
— 10— 20 cm. Blegsand.....	4,3
Bleached sand	
— 25— 45 cm. Rødsand.....	4,6
Red sand	
— 45— 90 cm. Leralen.....	5,1
Clay hardpan	
— 90—140 cm. Laget under Leralen.....	5,2
Under clay hardpan	
Profil II. Høsterkøb Hegn. Afd. 28. Hul II.	
Dybde: 0— 8 cm. Gammel Bøgemor.....	3,4
Old beech raw humus	
— 8— 18 cm. Blegsandet.....	3,9
Bleached sand	
— 18— 30 cm. Rødsandet.....	4,4
Red sand	
— 30— 50 cm. Laget over Leralen.....	4,7
Over clay hardpan	
— 50— 80 cm. Leralen.....	5,1
Clay hardpan	
— 90—100 cm. Laget under Leralen.....	4,7
Under clay hardpan	
Profil III. Femsølyng. Kløvermark.	
Dybde: 0—15 cm. Muld under frodig Kløver.....	5,6
“Muld” under luxuriant clover	
— 15—40 cm. Leralen.....	5,0
Clay hardpan	
— 40—50 cm. Laget under Leralen.....	4,8
Under clay hardpan	
— 50—80 cm. Laget under Leralen.....	5,1
Under clay hardpan	

Profil IV. Torbenfeldt Dyrehave I Afd. 1.		pH
Dybde:	0— 10 cm. Moragtigt Lag over Mulden Raw humus like layer over "mull"	3,9
—	40— 50 cm. Leralen Clay hardpan	4,8
—	70— 80 cm. Laget under Leralen Under clay hardpan	4,9
—	100—120 cm. Laget under Leralen Under clay hardpan	5,0
Profil V. Torbenfeldt Dyrehave I. Afd. 2.		
Dybde:	0— 10 cm. Lyst lerblandet Sandmuld Light loamy sand "mull"	4,6
—	30— 40 cm. Laget over Leralen Layer over clay hardpan	4,7
—	40— 60 cm. Leralen Clay hardpan	4,9
—	80— 90 cm. Laget under Leralen Layer under clay hardpan	4,6
—	100—120 cm. Leret Undergrund Clayish subsoil	4,1

Det ses, at Leralen gennemgaaende har den laveste Brintionkoncentration af de her undersøgte Lag, beliggende temmelig konstant omkring en pH-Værdi af 5, men denne repræsenterer dog en saa høj Surhedsgrad, at der her ikke længere kan være Tale om Tilstedeværelse af kulsur Kalk, og at den i Noten S. 147 udtalte Formodning om en tidligere foregaaet Udvaskning af dette Stof derfor ikke kan anses for at være usandsynlig. I et Par Profiler (II og V) er der en paafaldende højere Aciditet i de dybeste Lag end i de overliggende, hvilket er noget usædvanligt for rent mine-
ralske Jordlag.

b. Mekaniske Analyser. Disse blev som for Hedejordens Vedkommende (se S. 13 ff.) udførte dels efter ANDREASENS, dels efter BOUYOUCOS' Metode, efter den sidste dog kun paa 4 Profiler, da Materialet fra Torbenfeldt Dyrehave I Afd. 1 (Profil IV) slap op. De fundne Result-

Tabel XXII.

Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.

Elutriation analyses, Andreasens method.

Høsterkøb Hegn Afd. 28. Profil I.

Høsterkøb Fence, section 28, profile I.

Korn- størrelser i mm Size of particles in mm	Mor 5—15 cm Raw humus		Blegsand 15—20 cm Bleached sand		Rødsand 20—45 cm Red sand		Leral 45—90 cm Clay hardpan		Under Ler- alen 90—140 cm Under clay hardpan	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
0,12—0,0219	67,3	31,9	65,1	26,7	67,8	28,2	56,3	22,8	59,9	17,4
0,0219	32,7	15,5	34,9	14,3	32,2	13,4	43,7	17,7	40,1	11,7
0,0126	18,8	8,9	24,8	10,2	20,9	8,7	33,9	13,7	32,2	9,4
0,0072	10,5	5,0	16,6	6,8	14,0	5,8	27,2	11,0	26,0	7,6
0,0039	6,3	3,0	11,3	4,6	9,6	4,0	20,7	8,4	20,8	6,1
0,0023	4,9	2,3	7,7	3,1	7,6	3,2	17,8	7,2	17,4	5,1
0,0013	4,1	1,9	6,0	2,7	6,5	2,7	14,8	6,0	15,5	4,5

Tabel XXIII.

Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.

Elutriation analyses, Andreasens method.

Høsterkøb Hegn Afd. 28. Profil II.

Høsterkøb Fence, section 28, profile II.

Korn- størrelser i mm Size of particles in mm	Morlag 0—15 cm Raw humus		Blegsand 15—20 cm Bleached sand		Rødsand 20—30 cm Red sand		Over Leralen 30—50 cm Over clay hardpan		Leralen 50—85 cm Clay hardpan		Under Leralen 90—100 cm Under clay hardpan	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
0,12—0,0219	73,4	24,4	64,7	26,7	40,8	26,4	53,7	20,6	46,4	16,4	49,1	18,5
0,0219	27,6	9,4	35,3	14,5	39,2	17,0	46,3	17,4	43,6	12,9	50,9	19,1
0,0126	12,9	4,4	24,6	10,1	28,6	12,4	36,2	13,6	37,6	11,1	39,7	14,9
0,0072	6,5	2,2	16,4	6,8	19,9	8,6	27,9	10,5	27,3	8,1	31,3	11,8
0,0039	4,4	1,5	10,6	4,4	13,0	5,6	21,4	8,0	22,1	6,5	24,4	9,2
0,0023	3,6	1,2	7,7	3,2	9,5	4,1	17,7	6,6	18,5	5,5	20,0	7,5
0,0013	3,2	1,1	5,3	2,2	8,1	3,5	14,8	5,6	15,8	4,7	18,7	7,0

V₁ = Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm.
Weight in percent of particles below 0.12 mm.

V₂ = Vægtprocent af samlede Jordmængde.
Weight in percent of total soil.

Tabel XXIV.

Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.

Elutriation analyses, Andreasens method.

Femsølyng. Profil III.

Femsølyng. Profile III.

Korn- størrelser i mm Size of particles in mm	Muld 0—15 cm Mull		Leral 15—40 cm Clay hardpan		Under Ler- alen 40—60 cm Under clay hardpan		Under Ler- alen 60—80 cm Under clay hardpan	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
0,12—0,0219	65,6	26,6	69,6	28,5	51,0	19,6	49,8	16,9
0,0219	34,4	13,9	30,4	12,4	49,0	18,8	50,2	17,1
0,0126	23,2	9,4	22,2	9,1	38,4	14,7	41,6	14,1
0,0072	14,9	6,0	15,6	6,4	29,3	11,3	34,9	11,9
0,0039	9,0	3,6	10,8	4,4	21,6	8,3	28,5	9,7
0,0023	6,5	2,6	9,0	3,7	17,0	6,5	24,0	8,2
0,0013	5,1	2,1	6,7	2,7	13,5	5,2	17,7	6,0

Tabel XXV.

Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.

Elutriation analyses, Andreasens method.

Torbenfeldt Dyrehave Afd. I. Profil IV.

Torbenfeldt Deer Garden, section I, profile IV.

Korn- størrelser i mm Size of particles in mm	Morlag 0—10 cm Raw humus		Leralen 40—50 cm Clay hardpan		Under Ler- alen 70—80 cm Under clay hardpan		Under Ler- alen 100—120 cm Under clay hardpan	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
0,12—0,0219	71,4	34,3	57,4	20,9	46,0	16,9	47,8	15,1
0,0219	28,6	13,7	42,6	15,5	54,0	19,9	52,2	16,5
0,0126	16,2	7,8	34,3	12,5	44,9	16,5	44,6	14,1
0,0072	11,5	5,5	27,5	10,0	38,6	14,2	38,2	12,1
0,0039	7,0	3,4	21,9	8,0	33,0	12,1	31,7	10,0
0,0023	5,9	2,8	18,2	6,6	29,5	10,8	28,8	9,1
0,0013	5,7	2,7	14,4	5,2	9,7	3,6	25,1	7,9

V₁ = Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm.
Weight in percent of particles below 0.12 mm.V₂ = Vægtprocent af samlede Jordmængde.
Weight in percent of total soil.

Tabel XXVI.
 Slemningsanalyser efter Andreasens Metode.
 Elutriation analyses, Andreasens method.
 Torbenfeldt Dyrehave Afd. I. Profil V.
 Torbenfeldt Deer Garden, section I, profile V.

Korn- størrelser i mm Size of particles in mm	Over Ler- alen 30—40 cm Over clay hardpan		Leralen 40—60 cm Clay hardpan		Under Ler- alen 80—90 cm Under clay hardpan		Under Ler- alen 100—120 cm Under clay hardpan	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
	0,12—0,0219	62,8	31,1	54,0	22,2	51,6	19,9	62,8	24,2
0,0219	37,2	18,5	46,0	18,9	48,4	18,6	37,2	14,3
0,0126	26,4	13,1	34,1	14,0	40,7	15,6	29,3	11,2
0,0072	17,0	8,4	27,5	11,3	34,0	13,1	23,7	9,1
0,0039	11,0	5,5	21,9	9,0	27,8	10,7	19,0	7,3
0,0023	8,5	4,2	18,2	7,5	23,1	8,9	15,5	6,0
0,0013	6,8	3,4	14,4	5,9	19,8	7,6	13,3	5,1

V₁ = Vægtprocent af Partikler under 0,12 mm.
 Weight in percent of particles below 0.12 mm.

V₂ = Vægtprocent af samlede Jordmængde.
 Weight in percent of total soil.

Tabel XXVII.
 Slemningsanalyser efter Bouyoucos' Metode.
 Elutriation analyses, Bouyoucos' method.
 Profilerne I og II.
 Profiles I and II.

Tid for Sedimentationen Rate of sedimentation	Kornstørrelser i mm Size of particles	Vægtprocent af Partikler endnu i Opslemning Weight in percent of particles still in suspension									
		Høsterkøb Hegn, Afd. 28, I Høsterkøb Fence, section 28. I					Høsterkøb Hegn, Afd. 28, II Høsterkøb Fence, section 28. II				
		Morlag 5—15 cm Raw humus	Blegsand 15—20 cm Bleached sand	Leral 40—90 cm Clay hardpan	Under Leral 90—100 cm Under clay hardpan	Morlag 0—15 cm Raw humus	Blegsand 15—20 cm Bleached sand	Over Leral 30—50 cm Over clay hardpan	Leral 50—85 cm Clay hardpan	Under Leral 90—100 cm Under clay hardpan	
40 Sek.	Sand Sand	28,4	25,2	30,4	28,6	24,0	27,4	32,0	32,6	36,4	
1 Min.	0,0778	26,8	23,2	29,4	27,6	23,0	25,4	29,4	30,2	34,4	
2 —	0,0551	23,4	20,8	24,4	23,6	18,2	23,4	25,4	26,6	30,4	
5 —	0,0348	19,8	17,2	28,4	21,2	13,2	17,2	24,0	22,2	26,8	
15 —	0,0201	15,6	14,0	20,0	13,0	8,6	15,8	20,0	20,4	23,4	
30 —	0,0142	12,8	10,8	19,0	12,2	6,6	12,2	17,4	16,4	20,4	
60 —	0,0101	10,2	9,8	17,0	11,0	5,0	11,4	15,4	16,0	17,4	

Tabel XXVIII.
 Slemningsanalyser efter Bouyoucos' Metode.
 Elutriation analyses, Bouyoucos' method.
 Profilerne V og III.
 Profiles V and III.

Tid for Sedimentationen Rate of sedimentation	Kornstørrelser i mm Size of particles	Vægtprocent af Partikler endnu i Opslemning Weight in percent of particles still in suspension							
		Torbenfeldt Dyrehave, I, 2 Torbenfeldt Deer Garden, I, 2				Femsølyng Femsølyng			
		Morlag 30—40 cm Bav. humus	Leral 40—60 cm Clay hardpan	Under Leral 80—90 cm Under clay hardpan	Under Leral ca. 120 cm Under clay hardpan	Muldlag 0—15 cm Mull	Leral 15—40 cm Clay hardpan	Under Leral 40—60 cm Under clay hardpan	Under Leral 60—80 cm Under clay hardpan
40 Sek.	Sand Sand	34,0	32,6	33,6	34,0	26,6	27,6	32,4	36,6
1 Min.	0,0778	32,0	30,2	31,6	32,0	24,6	25,6	30,4	33,8
2 —	0,0551	30,0	26,6	26,4	29,0	23,6	21,2	27,4	30,6
5 —	0,0348	24,8	23,6	26,0	23,0	20,2	17,6	24,0	25,0
15 —	0,0201	19,4	19,6	24,0	16,8	14,2	13,6	21,4	20,6
30 —	0,0142	17,4	16,6	22,8	13,8	13,4	12,2	18,8	18,6
60 —	0,0101	14,2	14,6	20,2	10,2	11,2	10,0	17,4	17,2

Tabel XIX. Sammenligning mellem Resultaterne efter Andreasons og Bouyoucos' Metoder.

Comparison between the results after Andreasons and Bouyoucos' methods.

Profil I. Profile I.	Mor Raw humus	Blegsand Bleached sand	Rødsand Red sand	Leral Clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan
Dybde Depth	5—15 cm	15—20 cm	20—45 cm	45—90 cm	90—140 cm
Efter ANDREASEN	15,5	14,3	13,4	17,7	11,7
— BOUYOUCOS	15,6	14,0	—	20,0	13,0
Profil II. Profile II.	Mor Raw humus	Blegsand Bleached sand	Rødsand Red sand	Leral Clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan
Dybde Depth	0—15 cm	15—20 cm	20—30 cm	30—50 cm	50—85 cm
Efter ANDREASEN	9,4	14,5	17,2	17,4	12,9
— BOUYOUCOS	8,6	15,8	—	20,0	20,4
Profil III. Profile III.	Muld Mull	Leral Clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan
Dybde Depth	0—15 cm	15—40 cm	40—60 cm	60—80 cm	60—80 cm
Efter ANDREASEN	13,9	12,4	18,8	17,1	17,1
— BOUYOUCOS	14,2	13,6	21,4	20,6	20,6
Profil V. Profile V.	Over Leral Over clay hardpan	Leralen Clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan	Under Leralen Under clay hardpan
Dybde Depth	30—40 cm	40—60 cm	80—90 cm	100—120 cm	100—120 cm
Efter ANDREASEN	18,5	18,9	18,6	14,3	14,3
— BOUYOUCOS	19,4	19,6	24,0	16,8	16,8

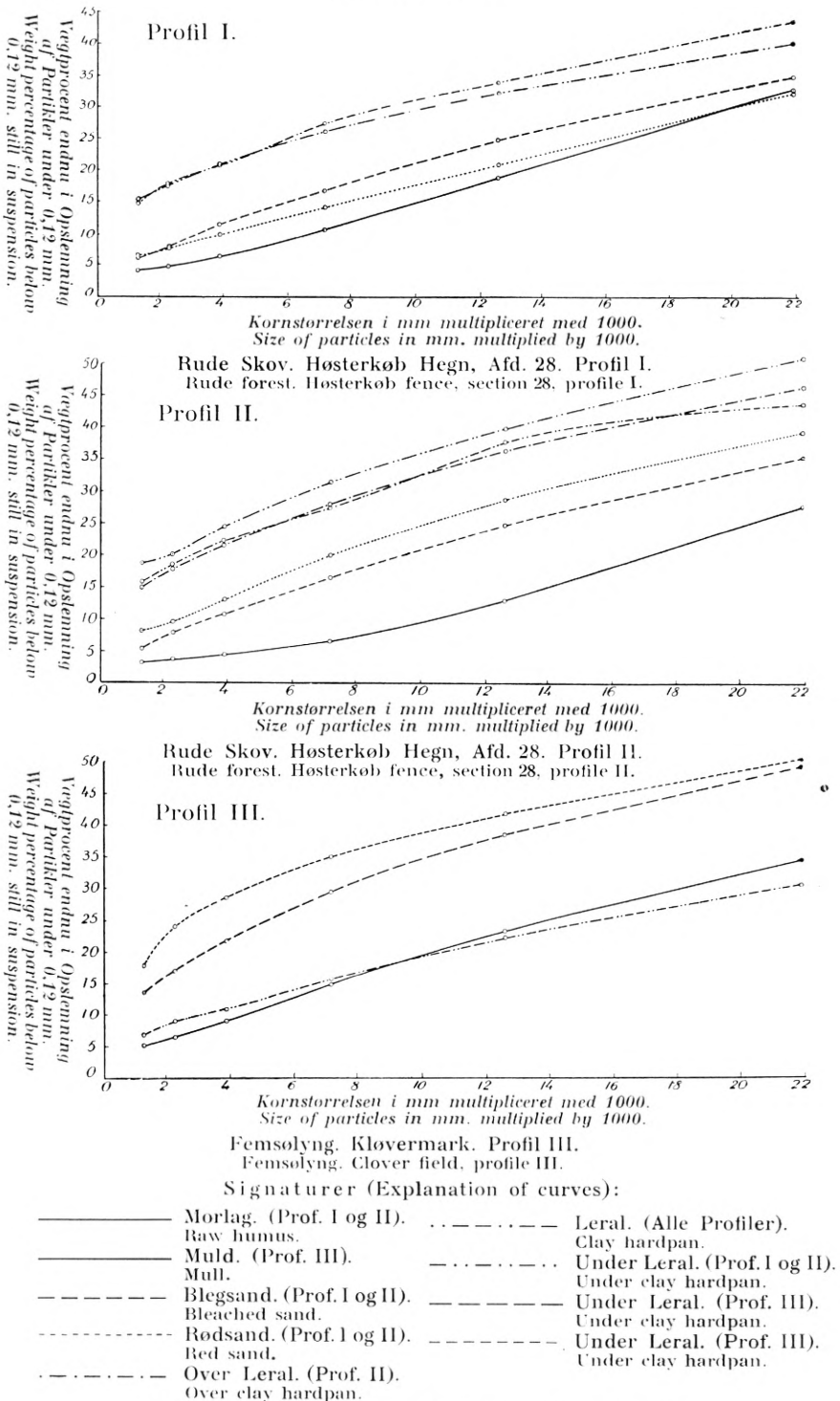
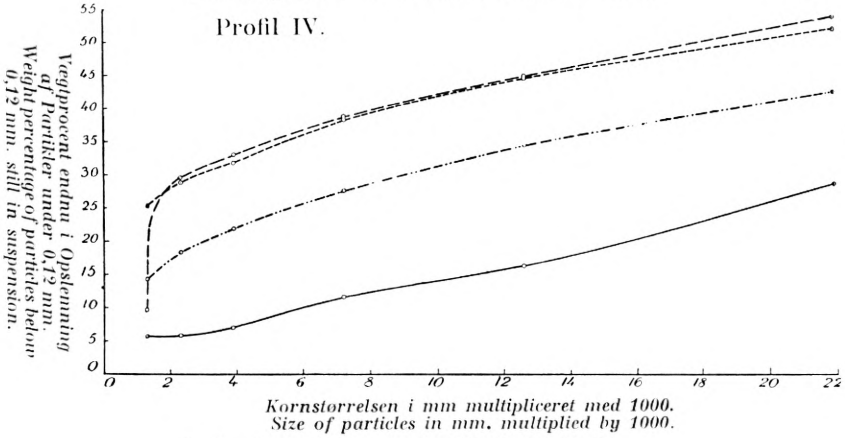


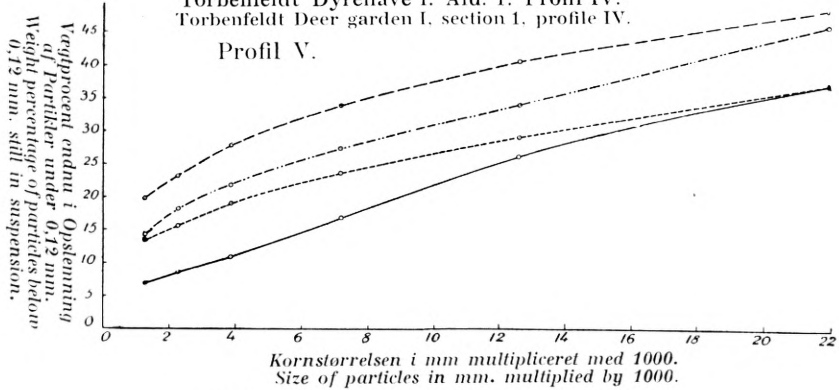
Fig. 26. Slemningsanalyser efter ANDREASENS Metode.
 Elutriation analyses, Andreasens method.

Profil IV.



Torbenfeldt Dyrehave I. Afd. 1. Profil V.
Torbenfeldt Deer garden I. section 1. profile IV.

Profil V.



Torbenfeldt Dyrehave I. Afd. 2. Profil V.
Torbenfeldt Deer garden I. section 2, profile V.

Signaturer (Explanation of curves):

Profil IV.
Profile IV.

—————	Morlag.....	0— 10 cm	Dybde
	Raw humus		Depth
.....	Leral.....	40— 50 — —	
	Clay hardpan		
-----	Under Leral.....	70— 80 — —	
	Under clay hardpan		
- - - - -	Under Leral.....	100—120 — —	
	Under clay hardpan		

Profil V.
Profile V.

—————	Over Leral.....	30— 40 cm	Dybde
	Over clay hardpan		Depth
.....	Over Leral.....	40— 60 — —	
	Over clay hardpan		
-----	Under Leral.....	80— 90 — —	
	Under clay hardpan		
- - - - -	Under Leral.....	100—120 — —	
	Under clay hardpan		

Fig. 27. Slemningsanalyser efter ANDREASENS Metode.
Elutriation analyses, Andreasens method.

tater er opførte i foranstaaende Tabeller XXII—XXVIII og i Figurerne 26—27.

I de her undersøgte, væsentlig mineralske Jordlag er der fundet en langt bedre og gennemgaaende tilfredsstillende Overensstemmelse i Resultaterne efter ANDREASENS og BOUYOCOS' Metoder, hvilket vil fremgaa af den i Tabel XXIX foretagne Sammenstilling af Procentindholdet i den samlede Jordmængde (under 2 mm) af de Bestanddele (omkring 0,02 mm og derunder), som BOUYOCOS henregner til de kolloidale. BOUYOCOS' meget nemme og hurtige Metode synes da irkelig at være overordentlig anvendelig ved mekaniske Analyser af saadanne humusfattige, mineralske Jorder.

Hvad der særligt falder i Øjnene ved at sammenligne disse Jordtyper med Hedejorderne, er deres store Indhold af finere kolloidale Bestanddele. Dette fremgaaer ikke alene af Tabellerne, men ogsaa særligt ved en Betragtning af de grafiske Fremstilling paa Figurerne 26—27 sammenlignet med Figuren 11, S. 69, der giver to Slags indbyrdes meget forskellige Diagrammer.

Da de her meddelte Undersøgelser over Leralsjorder, som tidligere nævnt, kun ønskes opfattede som rent foreløbige og orienterende og nærmest er medtagne i denne Publikation for at henlede Opmærksomheden paa disse vidt udbredte Jordtyper — der sikkert fortjener et langt mere indgaaende Studium — skal der heller ikke drages videregaaende Slutninger af de fundne Resultater. Men det er Forfatterens Haab at faa Lejlighed til at fortsætte disse Undersøgelser paa bredere Basis.

VI. Sammenfattende Oversigt over Resultaterne og nogle almindelige Betragtninger.

A. Hedejorden.

De foreliggende Undersøgelser har det Fortrin fremfor tidligere udførte, at de alle er anstillede paa Materiale fra en uberørt Hedeslette med alle den podsolerede Jordbunds Profiler og deri forekommende Horisonter uforstyrrede, i deres naturlige Leje. Kun herigennem kan der naturligvis naas et nøjagtigt Kendskab til Hedejordens oprindelige Bygning og til dens væsentligste fysiske og kemiske Egenskaber, og der er nu udført Bestemmelser af de vigtigste af disse, der kan tænkes at faa Betydning for Bedømmelsen af Hedejordens Dyrkningsværdi. Den naturlige Hedejords biologiske Egenskaber er nærmest af negativ Art, d. v. s. at Jorden ikke umiddelbart egner sig til Dyrkning af almindelige Kulturplanter. Først gennem en ved Menneskets Indgriben foretagen Forandring af dens Struktur og dens fysisk-kemiske Komponenter kan der blive et Substrat for aktiv Livsudfoldelse, i første Række for den Mikrokosme, der betinger det højere Plantelivs Trivsel og en positiv Produktionsevne. Men for at øge denne til dens yderste Grænse er det af største Betydning at lære det foreliggende Jordbundsmales fysiske og kemiske Egenskaber at kende i størst mulig Udstrækning. Nærværende Undersøgelser, der skulde være et Bidrag hertil, angaar ganske vist kun en enkelt, begrænset Lokalitet, men denne er til Gengæld typisk for udpræget podsoleret Hedejord i Danmark og tilgrænsende Lande, i hvilke der findes *Calluna*-Heder af i Hovedsagen samme Beskaffenhed, saa disse Undersøgelses Resultater, sammenholdte med andre tidligere fundne —

med hvilke de i Hovedtrækkene korresponderer — formentlig kan antages at have almen Gyldighed.

Kort resumeret har da nærværende Undersøgelser givet følgende Hovedresultater:

1) Der er optaget en nøjagtig Beskrivelse af en typisk podsoleret Jordbund i en senglacial (Grindsted) Hedeslette, med Maaling i 10 (12) Profiler af de enkelte Horizonter Beliggenhed og Tykkelse og Beskrivelse af deres Udseende (Farver), Konsistens o. s. v., kort sagt Jordbundens »anatomiske« Ejendommeligheder. Lokaliteten, der udgjorde 10 ha, har vist en paafaldende, ikke almindelig, Ensartethed, hvilket bl. a. skyldes, at den har været saa godt som fri for Flyvesand, at den sandsynligvis aldrig har været bevokset med Skov eller dyrket til Agerbrug, at Lyngskjolden i lange Tidsrum (om nogensinde) ikke har været brændt, at der heller ingen Tegn findes paa, at den har været afskaaret til Brændsel, kort sagt, at vi her har haft en virkelig jomfruelig, uberørt *Calluna*-Hede, af tør, »høj« Beskaffenhed, med kun meget ringe Indblanding af *Erica*, for os. Af den Slags Hede findes der imidlertid endnu store Partier i Egnen omkring Grindsted, den midterste Del af det sydlige Jylland, o. a. St.

Gennemsnit af Maalinger i 10 Profiler gav følgende Tykkelser af de enkelte Horizonter (i Parentes er vedføjte Variationerne):

A ₁	Lyngskjold.....	8,9 cm (7—11)
A ₁ —A ₂	Overgang til Blegsand.....	3,8 - (3—5)
A ₂	Rent Blegsand.....	7,0 - (4—10)
A ₃	Humusal	7,4 - (5—10)
B ₁	Jernal.....	6,2 - (4—8)

A ₃ —B ₁	Hele Allaget	13,6 cm (11—15)
B ₂	Overgang mellem Jernal og Un- grund	34,4 - (21—42)
C	Undergrunden begynder ved en Dybde af	67,8 - (55—80)

Fotografierne og de farvelagte Billeder (Fig. 6, 7, 8 og 9 S. 34) giver de paagældende Profilers almindelige Udseende.

B₂-Horizonten, Laget mellem Jernalen og Undergrunden, er ikke nærmere beskrevet og har ikke været Genstand for de udførte fysiske og kemiske Bestemmelser, da den i Almindelighed ikke spiller nogen Rolle for Opkultivering af Heden, hvorimod C-Horizonten (Undergrunden) overalt er medtagen, da den jo har afgivet Raamaterialet til det væsentligste af de overliggende Lags mineralske Bestanddele.

2) Den absolute Vægtfylde af de Bestanddele, der tilsammen udgør de enkelte Horisonter, er bestemt. Den varierer ret betydeligt i de forskellige Horisonter, men indenfor den enkelte Horizont fra forskellige Profiler er dens Variationer væsentligst bestemte af Humusindholdet. Som Gennemsnit for 7 Profiler var den (i Parenthes er vedføjet Variationerne):

For Lyngskjolden	1,88 (1,79—1,99)
- Blegsandet	2,73 (2,59—2,91)
- Humusalen	2,35 (2,23—2,59)
- Jernalen	2,64 (2,58—2,77)
- Undergrunden	2,67 (2,60—2,74)

3) Volumenvægten ϱ : Vægten af 1000 cc naturlig Jord i tørret Tilstand, bestemt i to Profiler, hvor hver Hori-

zont laa i sit naturlige Leje med en »Humus«procent¹ i Lyngskjolden paa c. 26, i Blegsandet c. 1,3, i Humusalen paa c. 13 og i Jernalen paa c. 4,5, var for de to Profiler (XII og XIII) henholdsvis:

	XII	XIII
For Lyngskjolden	422,3	og 409,5
- Blegsandet	1529,4	- 1573,9
- Humusalen	{1263,4}	- 1243,3
	{1200,0}	
- Jernalen	1516,6	- 1405,6
- Undergrunden blev ingen Bestemmelse udført.		

4) »Porevolumen«, der ellers er en Størrelse af stor Interesse for almindelige mineralske Jorder, maa for de podsolerede Hedejorders Vedkommende ses under en anden Synsvinkel end den sædvanlige. I Almindelighed forstaaes herved det Rumfang i en Jordprøve, der ved fuldstændig Udtørring bliver fyldt med Luft. Dette androg for de samme Profilers Vedkommende, hvori Volumenvægten blev bestemt, henholdsvis:

For Lyngskjolden	79,8 %	og 81,4 %
- Blegsandet	40,9	- - 39,0 -
- Humusalen	{48,4 - }	- 50,1 -
	{51,2 - }	
- Jernalen	41,2	- - 45,1 -

Men i Virkeligheden vil dette »Porevolumen« (Luftrumfang) næppe nogensinde (i hvert Fald kun i særlig haardnakkede Tørkeperioder) være til Stede i sammenhængende Allag, fordi disse paa Grund af deres Indhold af hydrofile Kolloider vil fastholde deres Vandbeholdning saa stærkt, at Lagene vil danne en kompakt Masse, hvori de udbul-

¹ Angaaende »Humus«bestemmelsen, se Anm. efter Tabel II. S. 44—45.

nede Kolloidhinder udfylder alle Mellemrum mellem de faste Partikler. Paa samme Maade vil Lyngskjolden forholde sig i fugtige Perioder, hvor den praktisk talt er uigennemtrængelig for Luft og yderligere Tilførsel af Vand, medens den i tørre Perioder vil frembyde et særlig stort effektivt Porevolumen. En Udtørring af Allagene vil væsentligst være indskrænket til Grænsezoner omkring de Afbrydelser (Sprækker), der maatte findes i dem. Gennem disse vil da ogsaa Undergrunden kunne lade en Del Vand fordampe, og mere end Allagene, fordi der i Undergrunden ikke findes væsentligt af vandsugende Kolloider. Saavel Vand- som Luftbevægelserne vil overhovedet i de paagældende Jorder være betydelig indskrænkede som Følge af de her nævnte Egenskaber ved Jorderne.

5) Hygroskopiciteten viste sig, som i tidligere Undersøgelser, nøje knyttet til Jordlagenes Indhold af Kolloider, og medens den var overmaade ringe i Blegsandet og Undergrunden, kom den i særlig humusrig Lyngskjold op til Halvdelen af den svære Lerjords, i Humusalen op til det dobbelte af en sandet Lerjords og i Jernalen op paa Højde med denne. Forholdet $\frac{\text{Hygroskopisk Vand}}{\text{Samlet Kolloidindhold}}$ steg med Dybden, som ogsaa tidligere fundet.

6) Den samlede vandholdende Evne, der er en af de allervigtigste Egenskaber ved en Jordbund, var ogsaa betydelig i de kolloidrige Horisonter, Lyngskjolden og Humusalen, og stod her i ligefremt Forhold til Kolloidindholdet. Der er dog et vist Minimum, 3—4 Vægtprocent, som man aldrig kommer under i Sandjorder med Partikelstørrelser som de her almindelige, paa Grund af den af disse Partikler betingede Kapillaritet og Overfladeadsorption af Vand, hvorfor en bestemt Proportionalitet

mellem vandholdende Evne og Kolloidindhold ikke gælder for de kolloidfattigste Jordlag. Bestemmelser, udførte paa 7 Profiler, viste i Gennemsnit for de enkelte Horisonter (Variationsgrænserne er opførte i Parentes):

For Lyngskjolden	54,39 %	(27,68—81,69 %)
- Blegsandet	7,08	- (6,33— 7,76 -)
- Humusalen	22,05	- (18,27—28,65 -)
- Jernalen	10,02	- (7,35—14,73 -)
- Undergrunden	4,49	- (3,58— 5,33 -)

Her er altsaa store Variationer, efter Kolloidindholdet, i Lyngskjolden og Allagene, men kun smaa i Blegsandet og Undergrunden, hvis vandholdende Evne i det hele ligger meget nær ved Minimum.

Ved Sammenligning med andre Jordbundstyper maa der imidlertid for Lyngskjoldens Vedkommende tages Hensyn til dens ringe Volumenvægt, der gaar ned til $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ af den mineralske Jords (se under 3). Men tages dette i Betragtning, repræsenterer Lyngskjolden dog en meget betydelig vandholdende Evne selv overfor stive Lerjorders med deres c. 38 % (se S. 61), og Humusalen kommer op paa Højde med ret stærkt lerede Sandjorder, Jernalen med de lettere, men Blegsandet samt Undergrunden med de almindelige, lette mineralske Sandjorder.

7) De mekaniske Analyser gav for det grovere Sands Vedkommende Resultater, der i alt væsentligt var i Overensstemmelse med de af mig tidligere fundne for tilsvarende Jorder. De finere Fraktioner bestemtes efter nye, fintsorterende Metoder (Andreasens Slemningsmetode og Bouyoucos' Hydrometermetode), efter hvilke ogsaa de kolloidale Partiklers Mængde skal kunne bestemmes.

Men dels var der en vis indbyrdes Uoverensstemmelse mellem Resultaterne af disse Metoder, anvendte paa de samme Jordprøver, dels gav de andre Tal for Kolloider end den Tammske kemiske Metode for Bestemmelsen af det uorganiske Kolloidkompleks (SiO_2 , Al_2O_3 og Fe_2O_3), der synes at være af større Værdi end de rent mekaniske Analyser.

8) Reaktionen (Brintionkoncentrationen) viste som tidligere en stærk Aciditet, men en regelmæssigt stigende pH-Værdi med Dybden i de her skarpt adskilte Horisonter.

I Almindelighed ligger pH-Værdierne i de 12 Profiler ved følgende Tal (Variationerne vedføjede i Parentes):

For Lyngskjolden	pH omkring	.....	3,6 (3,5 —3,7)
- Blegsandet	- —	.....	3,9 (3,7 —4,5)
- Humusalen	- —	.....	4,1 (3,9 —4,3)
- Jernalen	- —	.....	4,5 (4,0 ¹ —4,7)
- Undergrunden	- —	.....	4,8 (4,4 —5,9) ²

I Overensstemmelse med tidligere fundne Tal fra andre Lokalteter synes de her fundne pH-Værdier og deres regelmæssige Stigning med Dybden i uberørt Hedejord at være Udtryk for en almengyldig Lov.

9) »Humus« eller rettere organisk Stof, beregnet efter en Kulstofprocent paa 58, fandtes i meget vekslende Mængder i de forskellige Horisonter, stærkt varierende indenfor A_1 -Horizonten (Lyngskjolden) og noget mindre varierende i A_3 -Horizonten (Humusalen), men i ret konstante smaa Mængder indenfor de øvrige Horisonter. Gennemsnittet for 10 Profiler var følgende (Variationerne vedføjede i Parentes):

¹ Kun i 1 Tilfælde under 4,4.

² Kun i 1 Tilfælde over 5,0.

For Lyngskjolden	27,03	0/0	(7,98—51,73	0/0)
- Blegsandet	1,78	-	(1,05—	2,94 -)
- Humusalen	12,65	-	(9,85—16,17	-)
- Jernalen	2,65	-	(1,31—	4,66 -)
- Undergrunden	0,24	-	(0,11—	0,81 ¹ -)

Lyngskjoldens »Humus«indhold varierer i Almindelighed meget stærkt og særlig — hvilket ikke just var Tilfældet her — eftersom den pletvis er brændt, skaaret af som Tørv eller mer eller mindre blandet med Flyvesand. I de her undersøgte Profiler var den gennemgaaende velbevaret (se under 1). Der er ingen ligefrem Proportionalitet mellem Lyngskjoldens og de dybere Lags »Humus«indhold, snarere en omvendt. Men der fremtræder i de vel adskilte HORIZONTER en udpræget Forskel mellem Humusalens og Jernalens Humusindhold. Undersøgelsen af Al fra en Bakkeø, hvor disse to Lag var lige saa skarpt adskilte, gav en meget ringe Forskel i Indholdet af Humus, for Humusalen 9,99 0/0, for Jernalen 7,34 0/0, saa der stadig ikke findes nogen Grund til med P. E. MÜLLER at skelne mellem en særlig Humusal for Hedesletterne og en særlig Jernal for Bakkeøerne. Derimod vil det være naturligt for Fremtiden at holde disse to Dannelser ude fra hinanden, idet de i Almindelighed forekommer begge, men vel adskilte, saavel paa Hedeslette (Flade) som paa Bakkeø.

10) Kvælstof forekom i den her undersøgte Hedejord i endnu større Mængder end i de af mig tidligere undersøgte Jorder, væsentligst fordi Lyngskjolden her endnu var i Behold. Alle Jordprøver gav negativ Reaktion for saavel Ammoniak som Salpetersyre, saa alt Kvælstof var tilstede i organiske Forbindelser, knyttet til Humus-

¹ Kun i 1 Tilfælde over 0,30.

stofferne. Der fandtes følgende Mængder Total-Kvælstof som Gennemsnit for 10 Profiler (Variationerne vedføjede i Parentes):

I Lyngskjolden.....	0,49 %	(0,14 ¹ —1,06 %)
- Blegsandet.....	0,03 -	(0,02 —0,04 -)
- Humusalen	0,29 -	(0,21 —0,39 -)
- Jernalen.....	0,06 -	(0,03 —0,10 -)
- Undergrunden.....	0,005-	(0,003—0,016-)

Beregnet paa de øverste 30 cm vil en saadan Hedejord da indeholde i alt c. 22500 kg rent Kvælstof eller saa meget, som svarer til c. 150000 kg Chilesalpeter pr. Hektar. Dette er enorme Mængder. Men hvorvidt de kan blive udnyttede af Planterne, vil bero paa, om de kan blive mobiliserede i passende Tempo og paa de rigtige Aarstider som Ammoniak og Salpetersyre. Af tidligere Undersøgelser og af den ofte massevisse Optræden af Nitratplanter paa bearbejdet og især kalket Hedejord vides det, at i hvert Fald Lyngskjoldens Kvælstof forholdsvis let mobiliseres, Alens ogsaa i en vis Grad. — I hvor stort Omfang og under hvilke Betingelser Kvælstoffrigørelsen kan iværksættes, er endnu et aabent, men meget vigtigt Spørgsmaal, som fremtidige Undersøgelser maa klarlægge.

Medens der i tidligere Analyser var fundet en mærkbar værdig regelmæssig og stærk Stigning af Kvælstoffet i Procent af organisk Stof (Humus) med Dybden, særligt fremtrædende paa Bakkeø (Mangehøje), noget svagere paa Hedeslette (Skovsende), fandtes her vel ogsaa en saadan, men langt svagere Stigning, fra gennemsnitlig 1,8 % i Lyngskjolden til 2,5 % i Under-

¹ Kun i 1 Tilfælde, hvor »Humus«indholdet laa særlig lavt, ved 7,98 %, var der under 0,30 % N.

grunden (i Mangehoje gik den gennemsnitlig op til 9,89 ‰, i Skovsø til 6,77 ‰). Dette hænger muligvis sammen med, at vi her har med en langt yngre geologisk Dannelse, fra Senglacialtiden, at gøre, medens de tidligere undersøgte Lokalteter var af ældre Oprindelse (se S. 20—22). Maa-ske kan man da i dette Forhold faa et Middel i Hænde til at bestemme, eller være medbestem-mende ved, en Hedes geologiske Alder.

Som Følge af den omtalte Stigning i Kvælstofprocenten i Humusstofferne, helt op over 22 ‰, var der tidligere fundet en meget stor Variation i Forholdet C:N, som S. A. WAKSMAN tidligere har paastaet skulde ligge ved c. 10 og kun svingende mellem 8 og 12. I mine tidligere Analyser var der Svingninger mellem 2,6 og 61,7¹, og det laa kun i faa Tilfælde omkring 10. I de her foreliggende Analyser fra Grindsted Hedeslette svinger det mellem 18,8 og 37,9, men ligger i Almindelighed mellem 20 og 30. At WAKSMANS første Antagelse saaledes ikke holder Stik, har han nu ogsaa selv erkendt. Men er det saaledes, som paa-staaet fra anden Side (H. L. JENSEN og CHR. BARTHEL), at Forholdet C:N i de organiske Kvælstofforbin-delser spiller en Rolle for Frigørelsen af disses Kvælstof, saaledes at jo mindre denne Faktor er, des vanskeligere skulde Frigørelsen være, saa skulde de yngre Hededannelser med en høj Faktor (som i dette Tilfælde mellem 18,8 og 37,9) lettere kunne afgive deres Kvælstof i assimilable For-bindelser — et Spørgsmaal, som nu bliver underkastet en nærmere Undersøgelse.

11) Det uorganiske Kolloidkompleks (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3), bestemt efter den TAMM'ske Metode, optræder i

¹ Der er her regnet med en Kulstofprocent af 60 i de organiske Stoffer.

noget mindre procentiske Mængder, men i en ganske lignende Fordeling som i de tidligere undersøgte Hedejorder. Der blev dog heraf fundet kendelige Mængder i Lyngskjolden (sandsynligvis stammende fra dennes Askebestanddele), som i de tidligere Analyser for det meste havde været blandet med Blegsandet. I Gennemsnit for 10 Profiler fandtes der i de enkelte Horisonter af det samlede Komplex (Variationerne vedføjede i Parentes):

I Lyngskjolden.....	0,25 %	(0,11—0,41 %)
- Blegsandet.....	0,10 -	(0,04—0,14 -)
- Humusalen	1,56 -	(0,79—2,65 -)
- Jernalen	1,60 -	(0,93—3,05 -)
- Undergrunden.....	0,40 -	(0,27—0,72 -)

Der findes saaledes en tydelig Ophobning heraf i Allagene, men praktisk talt lige meget i Humusal og Jernal, dog med en forskellig Fordeling af Jern- og Aluminiumhydroksyd, saaledes at der af det første findes omtrent lige saa meget (0,57 %) i Humusalen, som der af det sidste findes i Jernalen (0,58 %), og af Aluminiumhydroksyd omtrent lige saa meget (0,96 %) i Humusalen, som der af Jernhydroksyd (0,95 %) findes i Jernalen. Kiselsyren findes i relativt smaa, ikke stærkt varierende Mængder i alle Horisonter, jævnt stigende med Dybden indtil Jernalen og i omtrent samme Mængde her som i Undergrunden. De mekaniske Analyser gav gennemgaaende et større Indhold af uorganiske Kolloider, men da den Gruppe heraf, der kan bestemmes ad kemisk Vej, ved den TAMM'ske Metode, aabenbart er den, hvortil den vandholdende og baseudvekslende Evne i særlig Grad er knyttet, nemlig det kolloidale Zeolithkompleks, der ogsaa er betegnet som »Jordbundens Protoplasma«, er der al

Grund til ved fremtidige Jordbundsanalyser at faa dette bestemt kvantitativt, hvor den TAMM'ske (eller en lignende) Metode lader sig anvende. — Til den Gruppe Stoffer, som man kan karakterisere som Jordbundens Protoplasma, hører dog sikkert ogsaa de organiske Kolloider, der i Forbindelse med de uorganiske kan udgøre et betydeligt Kontingent af den samlede Hedejord, og som derfor betinger en anselig Dyrkningsværdi hos denne, saa snart de ved rigtig mekanisk Bearbejdning fordeles jævnt i hele Dyrkningslaget, og de ved Tilførsel af Kalk afsvækkes i deres stærkt sure Reaktion d. v. s. gaar fra absorptivt umættede over til for Størstedelen mættede Forbindelser.

Her skal saa forøvrigt ikke drages andre praktiske Slutninger af de fundne Resultater end dem, der lejlighedsvis er indføjede i de foregaaende Afsnit, eller som jeg har draget af et tidligere Arbejde¹. Formentlig bekræftes og underbygges disse nærmere af det her foreliggende Arbejde, i hvilket der er tilstræbt at kaste Lys over nogle af de vigtigste fysiske og kemiske Egenskaber ved Hedejorden, der kan faa Betydning for Praksis. Og Undersøgelsens Resultater maa da forøvrigt tale for sig selv.

Heller ikke skal der i Almindelighed optages en Drøftelse af den pædologiske Literatur, der er fremkommen siden mit sidste Arbejde, og som kunde have visse Berøringspunkter med det foreliggende.

Naturligvis vil der være endnu adskillige fysiske og kemiske Problemer, der trænger til nærmere og mere detail-

¹ FR. WEIS: Betragtninger over Hedejordens Værdi til Opdyrkning. Bidrag til en Omvurdering af vore Heder. Dansk Skovforenings Tidsskrift. 1929.

leret Undersøgelse. Og da Hedejorden, trods sin tilsyneladende Ensformighed, dog varierer meget fra Plet til Plet, og der i Virkeligheden findes mange Typer af podsoleret Hedejord (den lyngbevoksede, svagt eller slet ikke podsolerede, frugtbare Morænejord regner jeg ikke for rigtig Hede), som trænger til Udforskning, er her endnu meget at gøre. Saaledes vil det have den største Interesse at faa undersøgt, hvad de Rødjords- eller Rødsandslag, der ikke er kittede sammen til egentlig Al, men som forekommer hyppigt paa mange Heder, indeholder af uorganiske Kolloider og »Humus«, eller hvorledes en allerede opdyrket Hedejord, hvori Lyngskjolden for Størstedelen er fortæret, medens Allagene endnu ligger i deres oprindelige Leje, egentlig er beskaffen. Endvidere vil det være af Betydning at følge Forandringerne i Hedejordernes fysiske og kemiske Egenskaber, efterhaanden som de kommer i bedre Kultur. Og i Bakkeøerne er der saa mange Varianter af Jordbundstyper, som det vil have stor Interesse at faa nærmere undersøgte og klassificerede. —

Men derefter staar tilbage det store og overmaade vigtige Spørgsmaal at faa Hedejordens biologiske Egenskaber nærmere undersøgte. I den jomfruelige, uberørte og udyrkede Hedejord er disse sikkert meget enkle og uden større Variationer. Den stærkt sure Reaktion, som hersker her, vil udelukke de vigtigste stofomsættende Bakterier, og de Svampe, der kan taale denne stærke Surhedsgrad, øver øjensynlig ikke nogen nævneværdig Indflydelse paa de organiske Stoffers Nedbrydning. Deres væsentligste Betydning er formentlig Dannelsen af de Humussyrer, der er Hoved-Aarsagen til Podsoleringprocesserne, og som lægger det Kvælstof, der frigøres af Lyngens Affaldslag, fast i stærke organiske Bindinger. Det lavere Dyreliv i selve Hedejorden

ved vi ikke meget om. Der findes muligvis et stort Antal af Arter, som C. H. BÖRNEBUSCH¹ har paavist i de til Lyngskjolden svarende Morlag i Skovjord. Men i hvert Fald savnes saadanne Dyr som de større Regnorme, der har saa stor Betydning for Stofblanding og Stofomsætning i Jordbunden, i den raa Hedejord. Og de andre, forekommende dyriske Mikroorganismer synes heller ikke at spille nogen større Rolle.

Helt anderledes bliver det derimod, naar Hedejorden bliver underkastet en mekanisk Bearbejdning, en Kalkning (Mergling), der helt forandrer Reaktionsforholdene, og en Dyrkning, der giver Affald fra en Række Planter, som før ikke forekom paa den raa Hede. Da indtræder der helt nye Betingelser for organisk Liv, særlig for de vigtige Bakterier og andre nyttige Mikroorganismer (Protozoer). Og der vil da ogsaa snart indfinde sig saadanne Smaadyr som Regnorme og en Mængde Larver, som ikke tidligere forekom. Der vil bl. a. begynde en Nedbrydning, en Formuldring, af det organiske Stof, som udgør den væsentligste Del af Lyngskjolden, og som repræsenterer Humusstofferne i Alen. Herunder vil en stor Del af Kulstoffet iltes til Kulsyre, og Kvælstoffet vil i tilsvarende Grad frigøres som Ammoniak, Nitriter og Nitrater. Det Tempo, hvori disse Nedbrydningsprocesser foregaar under forskellige Betingelser, eller rettere, hvorledes forskellige ydre Faktorer som Temperaturen, Fugtighedsforhold, Tilstedeværelsen af Bakterienæringsstoffer, Reaktionen, andre Makro- og Mikroorganismers Nærværelse o. s. v. indvirker herpaa, vil det have den største Betydning at faa klarlagt. Det er nemlig afgørende for disse Jorders Frugtbarhedstilstand, hvilken levende

¹ C. H. BÖRNEBUSCH: The Fauna of Forest Soil (Skovbundens Dyreverden). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. XI Bd. 1930.

Mikrokosme der indfinder sig i den, og hvilke biologisk-kemiske Processer der som Følge heraf da kommer i Gang. Og her er ofte et Sammenspil af forskellige Mikroorganismer, der maaske ikke indfinder sig samtidig, nødvendig for at føre en eller anden kemisk Proces til Ende.

Ganske særlig Interesse frembyder Spørgsmaalet om de organiske Kvælstofforbindelsers Mobilisering, ikke blot af dem, der findes i Lyngskjolden, og som synes ret let at kunne bringes i Cirkulation som Ammoniak og Salpetersyre, men ogsaa af de Forbindelser, der findes i Allagene, og hvori Kvælstoffet synes at være fastere bundet.

Alt i alt drejer det sig om at undersøge, hvorledes man bedst og hurtigst tilvejebringer det »Liv« af lavere Organismer, der er typisk for den frugtbare Jord, i Hedejorden, og hvorledes man ved muligvis at regulere det paa den mest formaalstjenlige Maade, kan udnytte eller bevare de Bestanddele af Jordbunden, der betinger dennes størst mulige Ydeevne i det lange Løb.

B. Sandflugtsarealet.

De i vort Land (og særlig paa Hederne) ret almindeligt forekommende Sandflugtsarealer — hvorved her dog ikke tænkes paa Klitter langs Kysterne, men kun paa de saakaldte »Indsande« — frembyder ofte ret mærkelige Jordbundsforhold.

Paa de sammenføgne »Kytter« (Indlandsklitter) kan der, — efter at de gennem et vist Tidsrum har været bevoksede med Lyng eller Trævegetation — konstateres en kraftig og ofte gentagen Podsolering. Dette har f. Eks. fundet Sted i Haarup Sandflugt ved Silkeborg, i Gudenaadalen, hvor det under Istiden ophobede Flodsand afvekslende har været

lyng- eller skovbevokset, og indtrædende Brande helt eller delvis har fortæret det sanddæmpende Humusdække, hvorefter en ofte betydelig Sandflugt hver Gang har taget fat.

Meget kraftig Podsolering er paavist i aabnede Profiler i en Kytte, hvor der findes mægtige Blegsands- og Aldannelser i indtil 2—3 m Dybde. Men Alen har her en noget anden Karakter end paa de typiske jyske Heder, idet den ikke saa let smuldrer under Vejrligets Indflydelse, og aabnede Profiler kan staa aarevis med faste, næsten blanke Vægge. Dette hænger sammen med et forholdsvis ringe Indhold af uorganiske Kolloider, der aabenbart for en stor Del i Tidens Løb er krystalliserede som faste Silikater, og et tilsvarende ringe Indhold af Humus i den iøvrigt dybt mørkfarvede Humusal, hvis mørke Farve skyldes kulsorte, tynde Hinder af Humus, lejret omkring Sandkornene. At Kytterne dog — og sikkert netop i Kraft af deres Kolloidindhold — er en betydeligt bedre Vegetationsbund end de tilstødende afføgne Sande, viser her dels en ofte ret god Bevoksning af Skovfyr, dels en meget kraftigere udviklet Lyngvegetation. I Virkeligheden er alt egentlig Jordbunds- materiale, hvorunder ogsaa tidligere forekommende over hele Arealet udbredte Aldannelser, blæst sammen i disse Kytter og fjernet fra den afblæste Flade.

Denne, det »afføgne Sande«, er da gennem Sandflugten bleven berøvet sin egentlige »Jordbund«, og en steril Undergrund, uden nogen nævneværdig nydannet Jordbund, er bleven tilbage. Skønt det mineralogiske Raamateriale i Hovedsagen er det samme paa Kytterne som paa de afføgne Flader, kun at disse sidste i Overfladen indeholder flere grovere Partikler (Grus og Smaasten), der ikke har kunnet sættes i Bevægelse af Vinden, men Porerne mellem disse dog er udfyldte af fint Sand, og saadant findes i over-

vejende Mængder under den tynde Overflade af grovere Bestanddele, viser den Slags Arealer sig at være næsten sterile, ørkenagtige, idet der her af naturlig Vegetation kun forekommer ganske faa Blomsterplanter (*Calluna vulgaris* i spredte smaa Tuer, *Weingärtneria canescens* og *Carex arenaria*, ligeledes i meget spredt Forekomst), og væsentlig Mos (en lav *Polytrichum*-Art) og Lichener (særlig Rensdyrlav) bedækker Jorden som en tynd Skorpe. Oprindeligt (for c. 100 Aar siden) saaede Skovfyr var næsten alle gaaede ud, og Arealet var dernæst, da det brændte i 1921, bevokset med 50-aarig kun indtil c. 2 m høje Bjergfyr. I Overensstemmelse hermed var der da ogsaa kun et ringe Indhold af uorganiske Kolloider i det øverste Lag, 5—10 cm (i 30—35 cm Dybde endnu mindre), et ganske ubetydeligt Humusindhold og en stærkt fremtrædende sur Reaktion (pH-Værdier liggende mellem c. 4,4 og 5,1) i denne Jord.

Ved en særlig Fremgangsmaade — Dyrkning af Grøngødningsplanter i to Aar (1923 og 1924) ved Tilsætning af Kunstgødning — og derpaa følgende Plantning i det tredje Aar (1925) er det dog lykkedes at faa denne blottede Undergrund forvandlet til en Slags Jordbund og bl. a. til i Løbet af 6 Aar at bære velvoksne 4—5 m høje Hvidelle, c. 3—4 m høje japanske Lærk og flere andre noget langsommere voksende, men sunde og frodige Træer og Buske som *Pinus silvestris*, *Picea sitchensis* og *Engelmanni*, *Hippophaë rhamnoides* (paa den kalkede Del), *Caragana arborescens* m. fl., samtidig med at Lyngen paa endnu aabne Pletter i Forsøgsarealet er kommen i kraftig Vækst, og en Række andre forskellige Blomsterplanter frivillig har indfundet sig. Herunder er der da ogsaa sket en betydelig Forøgelse af Jordens Indhold af organisk Stof (og en livligere Omsætning i dette, takket være en rigere Bakteriefiora), medens en

Forøgelse af de uorganiske Kolloiders Mængde indtil 1929 endnu ikke sikkert havde kunnet paavises. Paa den kalkede Del af Forsøgsarealet (5000 kg kulsur Kalk pr. ha) er Reaktionen kommen over Neutralpunktet ($\text{pH} = 7,2-7,5$), medens den paa det ukalkede Stykke stadig er ret sur ($\text{pH} = 4,4-5,1$). Den ringe Kalkmængde, der har været tilstrækkelig for at bringe Reaktionstallet saa højt op, tyder paa, at den høje aktuelle Brintionkoncentration har skyldtes smaa Mængder af stærkt dissocierede uorganiske Syrer (H_2SO_4 og HCl), samt paa et ringe Stødpudeindhold i Jorden. — Enkelte Træer, som Hvidel og japansk Lærk, synes ikke at være generede af den høje Surhedsgrad, andre, som Hippophaë, har dog ikke kunnet taale den. Og alt i alt er den kalkede Del dog den, der bærer den frodigste Bevoksning.

Problemet om Opforstning af en saadan Bund, der ikke tidligere har villet lykkes, synes saaledes at være løst med den her anvendte Fremgangsmaade, hvilket naturligvis ikke udelukker, at andre Metoder ogsaa kan være farbare.

C. Leralen.

Rundt omkring paa vort Lands frugtbare Morænejorder, men vistnok dog kun, hvor der ellers tidligere har været Skov, findes der ofte mægtige, mærkelig porøse Aldanneerls i ler- eller sandstensagtigt Materiale, i Regelen dybere beliggende end Alen i Hedejorden og sandsynligvis illuviale Dannelser, repræsenterende en B-Horizont. Undertiden findes flere Lag »Leral« over hinanden.

Ud fra den Formodning, at disse Aldannelser maatte indeholde en betydelig Mængde af uorganiske Kolloider, og at det da alene af den Grund kunde være af Betydning

at faa dem op i Overfladen, forsøgte en kvantitativ Bestemmelse af dem. Da den TAMM'ske Metode imidlertid kun gav et meget ringe Indhold af Kolloider (0,60—0,92 ‰), bragtes blot mekaniske Analysemetoder, ANDREASENS og BOUYOUOS', i Anvendelse. Hvis man, efter BOUYOUOS, regner alt Materiale af en Kornstørrelse under 0,02 mm for at være kolloidalt, viste de undersøgte Prøver fra 5 forskellige Lokalteter et betydeligt Kolloidindhold, fra 12,5—20 ‰. Og Bestemmelserne efter de to Metoder, der er baserede paa ret forskellige Principer, gav indbyrdes særdeles vel overensstemmende Resultater. — De her udførte Undersøgelser har dog kun været af orienterende Art, men deres Resultater peger hen paa at ofre ogsaa Leralen større Opmærksomhed i Fremtiden.

Alt i alt frembyder vore Podsoljorder af forskellige Typer — og ikke mindst mange Skovjorder, som her ikke er behandlede — der alle er at betragte som syge, degenererede Jordbundsformer, den største Interesse for videnskabelig Forskning, der, efter Klarlæggelsen af Sygdommens Symptomer og Aarsager, vil kunne give Jordbrugets Praktikere nyttige Anvisninger til disse Jorders Behandling. De her givne Meddelelser om Podsoldannelser paa udbredte, men indbyrdes meget forskelligartede Omraader af dansk Jord vil maaske kunne bidrage til at skærpe Opmærksomheden og Interessen for den Slags Jordtyper i Almindelighed og for den Rolle, en rationel Behandling af dem utvivlsomt spiller eller vil komme til at spille i vort Jordbrug. Vi har, som sagt, her med sygelige Forandringer i Jordbunden, der nedsætter dennes umiddelbare Ydeevne, at gøre. Men ved at studere den naturlige Jordbunds Egen-

skaber, finde Aarsagen til dens i Tidernes Løb stedfundne Degeneration og de rette Midler til dens Helbredelse, vil der aabne sig Mulighed for en betydelig Forøgelse af den danske Jordbunds Frugtbarhed. Ved Siden af de interessante videnskabelige Opgaver, en saadan Forskning frembyder, ligger der ogsaa en stor Tilfredsstillelse i Bevidstheden om, at Opklaringen af de herunder hørende Problemer vil kunne blive en vægtig Løftestang for Højnelsen af vort vigtigste Erhverv, Jordbruget, i alle dets Afskygninger, Landbrug, Havebrug og Skovbrug.

RESUMÉ

Further Physical and Chemical Investigations on Danish Heath Soils and other Podsoles.**I. Introduction.**

The present paper is a continuation of the investigations on Danish heath soils which the author has published earlier¹ as well as a study of other podsoles so prevalent in Denmark. The latter study was made in part on soils of a sand dune area in central Jutland which included strongly podsolized dunes and sections from which the actual soil had been blown away leaving the unpodsolized subsoil, and also on some of the clay hardpan formations described by P. E. MÜLLER² and which occur commonly in the deeper layers in Danish hardwood forests and arable soil where forests were formerly located. Both the two latter types belong to Denmark's more fertile moraine soil. The investigations on the clay hardpan formations are, however, preliminary studies.

¹ FR. WEIS: Fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder, med særligt Henblik paa deres Indhold af Kolloider og Kvælstof. With an English summary: Physical and Chemical Investigations on Danish Heath Soils (Podsoles) especially as to their Colloid and Nitrogen Content. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VII. 9. Kjøbenhavn. 1929.

² P. E. MÜLLER: Studien über die natürlichen Humusformen. Berlin. 1887.

II. The Methods Used.

As a rule the chemical analyses are made by the same methods as were used in the previous work. However, a few "humus" (carbon) determinations are made by the new TOVBORG-JENSEN combustion method.

The physical determinations and mechanical analyses are made according to the following methods:

1. Specific gravity by the pyknometer method.
2. Volume weight, pore space (pore volume), etc. by KOPECKY'S method.
3. Water-holding capacity by BOUYOCOS' method.
4. Mechanical analyses by ANDREASEN'S pipette and BOUYOCOS' hydrometer method.

In the Danish text (p. 10—19) reference is made to the literature on the subject and a description given of the new methods. See also Figs. 1 (p. 11), 2 (p. 14) and 3 (p. 17).

III. Results of the Investigations.

The results of the investigations appear in the Tables and graphs in the Danish text, to all of which English text is appended. In the following summary reference is made to the tables and figures in question.

IV. Summary of the Results:

General Considerations.

A. Heath Soils.

The present investigations have an advantage over the earlier ones, in that they are made on material drawn from a virgin heath plain of late glacial origin in which all the profiles and horizons in the podsolized soil are undisturbed.

Only in such a case is it possible to obtain accurate knowledge of the original construction of heath soils and their predominant physical and chemical characteristics. In the present paper determinations have been made of the most important of those properties which are useful in determining the cultivation value of heath soil. The biological characteristics of natural heath soils are largely negative, that is to say, the soil, as is, is not adapted to the growth of ordinary cultivated plants. Only after human interference has brought about a change in its structure and physical-chemical components can there be a substratum on which life can develop, first and foremost that microcosm which is the determining factor for the growth of higher plants and for soil productivity. To increase this power to its utmost capacity it is most important to know as completely as possible the physical and chemical characteristics of the soil material at hand. The present investigations may be considered a contribution to this knowledge. They are, however, confined to a single, definite locality, but as it is typical for strongly podsolized heath soils in Denmark and in neighboring countries in which *Calluna* heaths of primarily the same formation are found, the results of the investigations, compared with earlier ones with which they largely concur, may be said to have general application.

Briefly considered, the present investigations have shown the following main results:

1. An exact description has been made of a typical podsol soil in a late glacial (Grindsted) heath plain, by measuring in 10 (12) profiles (Fig. 5, p. 23) the location and thickness and indicating the appearance (color), consistency etc., of the separate horizons — in brief the

anatomical characteristics of the soil. The locality, 10 ha. in area, revealed a striking, but not common homogeneity. This was due, among other causes, to the facts that there was practically no sand drift, that probably no forest had ever grown there, that no effort had ever been made to cultivate the soil, that the heather had not been burned away for a long period, if ever, that there was no indication that it had been cut for fuel, in other words we were dealing with a really virgin, *Calluna*-heath of dry, "high" aspect with only a small quantity of *Erica*. Large areas of that heath type are still to be found in the neighborhood of Grindsted, the central part of Jutland.

The average of the measurements of 10 profiles gave the following thicknesses for the separate horizons (variations appear in the parentheses):

A ₁	Raw humus	8.9 cm	(7—11)
A ₁ -A ₂	Transition to bleached sand	3.8 -	(3—5)
A ₂	Pure bleached sand	7.0 -	(4—10)
A ₃	Humus hardpan	7.4 -	(5—10)
B ₁	Iron hardpan	6.2 -	(11—15)
A ₃ -B ₁	Total hardpan	13.6 -	(11—15)
B ₂	Transition between iron hardpan and subsoil	34.4 -	(21—42)
C	Subsoil begins at a depth of	67.8 -	(55—80)

See Table p. 31.

The photographs and colored plates Figs. 4 (p. 21), 6, 7, 8 and 9 (p. 34) show the locality and general appearance of the profiles.

B₂-horizon, the layer between the iron hardpan and the subsoil, is not described in detail, and, as this horizon is

usually unimportant for heath cultivation, no physical and chemical determinations have been made there. However, C-horizon, the subsoil, is always investigated as it furnishes the raw material for the most important part of the mineral elements in the superposed layers.

2. The absolute specific gravity of the elements which together form the single horizons is determined.

This varies considerably in the various horizons, but in a single horizon from various profiles the variations depend mostly on the humus content. The average for 7 profiles was (Variations in the parentheses):

Raw humus	1.88 (1.79—1.99)
Bleached sand	2.73 (2.59—2.91)
Humus hardpan	2.35 (2.23—2.59)
Iron hardpan	2.64 (2.58—2.77)
Subsoil	2.67 (2.60—2.74)

See also Table I, p. 37—39.

3. The volume weight i. e. the weight of 1000 cc. natural soil in a dried condition, determined in two profiles (XII and XIII) in which each horizon lay in its natural position with a humus percentage in the heath layer of circa 26, in the bleached sand circa 1.3, in the humus hardpan circa 13 and in the iron hardpan circa 4.5 was:

Raw humus	422.3 and 409.5
Bleached sand	1529.4 - 1573.9
Humus hardpan	$\left. \begin{array}{l} 1263.4 \\ 1200.0 \end{array} \right\} - 1243.3$
Iron hardpan	1516.6 - 1405.6

No determination was made in the subsoil. See also Table II, p. 44—45.

4. Pore volume, which is an important factor in common mineral soils, cannot be seen from the ordinary point of view when podsolized heath soils are under discussion. The term generally indicates the space in a soil which after total drying is filled with air. In the same profiles in which the volume weight was determined the pore space was:

Raw humus	79.8 % ₀ and 81.4 % ₀
Bleached sand	40.9 - - 39.0 -
Humus hardpan	$\left. \begin{array}{l} 48.4 - \\ 51.2 - \end{array} \right\} - 50.1 -$
Iron hardpan	41.2 - - 45.1 -

See also Table II, p. 44—45.

However in reality, perhaps very long periods of drought excepted, this pore space will hardly ever be present in the total hardpan layers because due to their content of hydrophile colloids, these will fix their water content so firmly that the layers will form a compact mass in which the swollen colloid membranes fill all the spaces between the solid particles. The raw humus acts in the same way in damp periods, and is practically impenetrable for air and further supply of water, whereas in dry periods it affords a particularly large "pore space". The drying of the hardpan layers will be principally confined to the boundary zones about the interstices (cracks) found in them. Through these the subsoil permits some moisture to evaporate, more than the hardpan layers, because the subsoil contains very few water-absorbing colloids. As a matter of fact in the soils in question, the movements of water and air are considerably curtailed by the characteristics of the soils here described.

5. As in earlier investigations, hygroscopicity is seen to be closely connected with the content of colloids in the soil layers. It was very small in the bleached sand layer and the subsoil, but in the raw humus layer, rich in humus, it was found to be half of that of heavy clay soils, and in the iron hardpan the same as that of a sandy clay soil. The ratio, "hygroscopic water : total colloid content", increased at increasing depth, as has been noted earlier. See also Table III, p. 49 and Table IV and V p. 52—58.

6. The total water-holding capacity (moisture equivalent), which is one of the most important characteristics of a soil, was great in the horizons rich in colloids, the raw humus and the humus hardpan. It was found to be in direct proportion to the colloid content. However a certain minimum was observed, 3—4 % of the weight, below which no example was noted in sandy soils with particles of the size common in these investigations. This is conditioned by the capillarity and the surface adsorption of water of these particles and therefore a definite ratio between the water holding capacity and the colloid content does not apply to the soil layer poorest in colloids. Determinations made in 7 profiles showed as average waterholding capacity for the separate horizons (variations in parentheses):

Raw humus	54.39 %	(27.68—81.69 %)
Bleached sand	7.08 -	(6.33—7.76 %)
Humus hardpan	22.05 -	(18.27—28.65 %)
Iron hardpan	10.02 -	(7.35—14.73 %)
Subsoil	4.49 -	(3.58—5.33 %)

See also Table IV, p. 52—57 and Fig. 10, p. 59 as well as Table V, p. 58.

We find here great variations between the raw humus and the hardpan layers, depending on colloidal content, and but small variations between the bleached sand layer and the subsoil, whose water-holding capacity approaches the minimum.

In comparison with other soil types (See Table VI, p. 61), the small volume weight of raw humus which is as low as $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ of that of mineral soils (Cf. 3) must be taken into consideration. However, aside from this, the raw humus represents a considerable water-holding capacity even compared with heavy clay soils with their circa 38 % (see Table VI, p. 61) and the humus hardpan compares favorably in water-holding capacity with loamy sandy soils, the iron hardpan with the lighter loamy sandy soils, but the bleached sand and subsoil with ordinary light mineral sandy soils.

7. The mechanical analyses showed results for coarse sand which corresponded very nearly to those I had found earlier in similar soils by sifting methods. (See Tables VII and VIII, p. 64 and 65). The fractions of the smallest particles were determined by new methods which separated more exactly. (ANDREASEN'S pipette method and BOUYOUOS' hydrometer method), according to which it also might be possible to determine the amount of colloidal particles present. However, there was a certain divergence between the results of these methods applied to the same soil samples, and, moreover, they showed other colloidal figures than appeared from the TAMM chemical method for determining the inorganic colloid complex (SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3) which seems to have a greater value than pure mechanical analyses. (See further Tables IX—XIII, p. 66—68 and 71 and Fig. 11, p. 69).

8). Reaction (Hydrogen-ion concentration) showed, as formerly, considerable acidity, but a pH value uniformly increasing with the depth in the horizons which here were sharply defined.

As a rule the pH values for the 12 profiles were as follows (variations in parentheses):

Raw humus	pH about 3.6 (3.5—3.7)
Bleached sand	- — 3.9 (3.7—4.5)
Humus hardpan	- — 4.1 (3.9—4.3)
Iron hardpan	- — 4.5 (4.0 ¹ —4.7)
Subsoil	- — 4.8 (4.4—5.9) ²

See also Table XIV, p. 74—81.

In agreement with figures from other localities found earlier, the pH values found here and their uniform increase with increasing depth into virgin heath soil seem to express a general law.

9. "Humus" or rather organic substance, computed on a carbon percentage of 58, was found in greatly varying quantities in the various horizons, as well as greatly varying within the A₁-horizon (raw humus), and somewhat less varying in the A₃-horizon (humus hardpan), but in fairly constant small quantities in the other horizons. The average for 10 profiles follows (variations in parentheses):

Raw humus	27.03 % ₀ (7.98—51.73 % ₀)
Bleached sand	1.78 - (1.05— 2.94 -)
Humus hardpan	12.65 - (9.85—16.17 -)

¹ Only in one instance below 4.4.

² Only in one instance below 5.0.

Iron hardpan	2.65 % ₀ (1.31— 4.66 % ₀)
Subsoil	0.24 - (0.11— 0.81 -) ¹

See also Tables XIV, p. 74—81 and XV, p. 83.

As a rule the humus content of the raw humus varies greatly, especially, which was not the case here, if it has been burned off in spots, cut as peat or mixed with drift sand. In the profiles investigated it was generally well preserved (See 1). There is no direct proportion between the humus content in the raw humus and that in the deeper layers, rather the converse. However, in the sharply defined horizons, there is a decided difference between the humus content in the humus hardpan and that in the iron hardpan. Investigations of hardpan from a hill-island where these two layers were equally well differentiated showed a very slight difference in humus content, of the humus hardpan 9.99 %₀, of the iron hardpan 7.34 %₀, so there seems to be no reason for discriminating, as did P. E. MÜLLER, between a special humus hardpan on the heath plains and a special iron hardpan on the hill islands. On the contrary, it would be natural in the future to keep the two formations quite distinct, for, as a rule, both are to be found, but well-separated, on heath plains and hill islands.

10. Nitrogen was found in the heath soils investigated here in far greater amounts than in the soils investigated in the earlier studies, largely because the raw humus remained in the present soil. All the soil samples showed negative reaction for ammonia and nitric acid, indicating that nitrogen was present in organic compounds, bound in the humus substances. The following amounts of total N were found as averages for 10 profiles (variations in parentheses):

¹ Only in one instance below 0.30.

Raw humus	0.49 ‰	(0.14 ¹ —1.06 ‰)
Bleached sand	0.03 -	(0.02 —0.04 -)
Humus hardpan	0.29 -	(0.21 —0.39 -)
Iron hardpan	0.06 -	(0.03 —0.10 -)
Subsoil	0.005 -	(0.003 —0.016 -)

See also Tables XIV, p. 74—81, XVI, p. 88 and XVII, p. 95.

From this may be computed that to a depth of 30 cm a heath soil of the above consistency will contain a total of 22,500 kg pure N, or what corresponds to about 150,000 kg Chilean nitrate per ha. These are enormous quantities. To what extent they can be assimilated by the plants depends on whether they are liberated at the appropriate rate of speed and at the right season as ammonia and nitric acid. From earlier investigations, and from the appearance of great quantities of nitrate-loving plants on cultivated and especially on limed heath soils, we know that the nitrogen of the raw humus, at all events, is easily liberated, and that of the hardpan fairly so. To what extent and under what conditions nitrogen can be rendered available is still an open, but very important question, which future investigations must answer.

Whereas former analyses showed that there was a strangely uniform increase in the N in percentage of organic substances (humus) at increased depth, especially apparent on hill islands (Mangehøje), a little less so on heath plains (Skovsende), the present investigations also showed an increase, but a

¹ Only in one case in which the humus content was very low, 7.98 ‰, was there less than 0.30 ‰ N.

much smaller one, from an average of 1.8 % in the raw humus to 2.5 % in the subsoil. (At Mangehøje the average reached 9.89 %, at Skovsende 6.77 % in the subsoil). This may perhaps be due to the fact that we are now dealing with a much younger geological formation, from the late glacial period, while the localities investigated earlier were of older origin. This relation may perhaps furnish a means of determining or helping to determine the geological age of a heath.

As a result of the increase in nitrogen content in the humus substances, — up to 22 %, — a very great variation was found in the ratio C : N. S. A. WAKSMAN has claimed earlier that this should be about 10 and vary between 8 and 12. My earlier analyses showed variations between 2.6 and 61.7¹ and only in a few instances was it about 10. In the present analyses from Grindsted heath plain it varies between 18.8 and 37.9, but lies as a rule between 20 and 30. That WAKSMAN's first assumption is not verified has been admitted by himself (see his letter p. 91—92). However, if we may expect, as claimed by other scientists, (H. L. JENSEN and CHR. BARTHEL), that the ratio C : N in the organic nitrogen compounds is of importance for liberating their nitrogen, so that the smaller this figure the greater the difficulty in liberating N, then the younger heath formations with a high figure, as in this case between 18.8 and 37.9, more easily liberate their N in assimilable compounds, a question which is now being carefully studied in the author's laboratory.

11. The inorganic colloid complex (SiO_2 , Fe_2O_3 ,

¹ The computation is based on a carbon percentage of 60 in the organic substances.

Al_2O_3), determined by TAMM's method, is found in somewhat smaller percentages of amounts but similarly distributed as in heath soils investigated earlier. Appreciable quantities were found, however, in the raw humus (presumably derived from its ash content) which in the earlier analyses was largely mixed with the bleached sand. In an average of 10 profiles there was found in the separate horizons of the total complex (variations in parentheses):

Raw humus	0.25 %	(0.11—0.41 %)
Bleached sand	0.10 -	(0.04—0.14 -)
Humus hardpan	1.56 -	(0.79—2.65 -)
Iron hardpan	1.60 -	(0.93—3.05 -)
Subsoil	0.40 -	(0.27—0.72 -)

See also Table XIV, p. 74—81, Table XVIII, p. 97—99, Figs. 12 and 13, p. 100 and 101, and the note p. 102.

There is, then, a considerable accumulation of the inorganic colloid complex in the hardpan layers, but practically the same amounts in the humus and iron hardpan, though with a different distribution of iron and aluminum hydroxide, so that there is almost as much of the former (0.57 %) in the humus hardpan as there is of the latter in the iron hardpan (0.59 %) and of aluminum hydroxide almost as much (0.96 %) in the humus hardpan as there is of iron hydroxide (0.95 %) in the iron hardpan. Silicic acid is found in relatively small and rather constant amounts in all the horizons, increasing at increasing depth to the iron hardpan layer, and found there in practically the same amounts as in the subsoil. The mechanical analyses showed a comparatively larger content of inorganic colloids. However, as the group of

those colloids which can be determined chemically, by TAMM's method, is apparently the group to which the water-holding and base exchange capacity is bound, — the colloidal zeolithe complex, also called the protoplasma of the soil (A. STEBUTT), it would seem advisable in future soil analyses to make a quantitative determination of those colloids where the TAMM (or a similar) method can be used. To the group of substances characterized as the protoplasma of the soil, the organic colloids doubtless also belong. They, together with the inorganic colloids form a large part of the total heath soil. As soon as mechanical treatment of the soil has distributed them evenly throughout the arable layer, and liming has weakened their strongly acid reaction, i. e. changed them from absorptively unsaturated to largely saturated compounds, they determine the cultivation value of the soil.

This is not the place to draw other practical conclusions from the results found than those which have been mentioned from time to time in the present paper, or which are to be found in an earlier paper¹. They are presumably further substantiated and supported by the present work, in which an effort has been made to explain some of the more important physical and chemical characteristics of heath soil which may have practical application. The results of the investigations speak, moreover, for themselves.

Nor is this an occasion for discussing the pedological literature which has appeared since my last paper was published and which may have certain points of contact with the present.

¹ FR. WEIS: Betragtninger over Hedejordens Værdi til Opdyrkning. Bidrag til en Omvurdering af vore Heder. Dansk Skovforenings Tidsskrift, 1929.

Of course many physical and chemical problems remain for more detailed investigation. Moreover as heath soil, in spite of apparent uniformity, varies greatly from one spot to another, and podsolized heath soils show many types, (heather covered, slightly or non-podsolized fertile moraine soil not included as true heath), requiring scientific study, much work is yet to be done. Of the greatest interest would be investigations of the content of inorganic colloids and "humus" in the red sand layers which have not cemented to actual hardpan, but which are frequent on many heaths, or of the consistency of an already cultivated heath soil in which the humus is largely exhausted, while the hardpan layers are untouched. It would also be of interest to observe the subsequent changes in the physical and chemical character of heath soils under continued cultivation. The hill islands too, contain many variations of soil types which it would be interesting to investigate and classify.

However, aside from these problems, one extremely important matter remains, the investigation of the biological characteristics of heath soils. In uncultivated virgin heath soil these are simple, with no great variation. The strong acid reaction which predominates here precludes most bacteria important for decomposition, and the fungi which tolerate high acidity seem to have little effect on the decomposition of organic matter. Their most important function seems to be the formation of the humus acids which are the main cause of the processes of podsolization and which fix the nitrogen released from the heather residue layer rendering it unavailable to higher plants. Of the lower forms of animal life in heath soil we know very little. There is presumably a large number of species in the humus layer corresponding to those determined by C. H. BORNE-

BUSCH¹ in the peat layer of forest soils. At all events such forms as the larger earthworms which play an important part in mixing and decomposing the substances in the soil are not found in raw heath soil. Nor do the other micro-organisms of the animal kingdom seem of consequence.

Very different conditions arise after heath soil has been treated mechanically, limed (marled) to change the soil reaction, and cultivated to give residue from plants not found on the raw heath. Organic life, particularly the important bacteria and other valuable micro-organisms (protozoa), is changed, and soon small animals, earthworms and many larvae not found hitherto, appear, and decomposition and conversion of the organic matter which forms the most important part of the humus layer, and which represents the "humus" substances in the hardpan, takes place. During this process a large part of the carbon is oxidized to carbonic acid and, correspondingly, nitrogen released as ammonium, nitrites and nitrates. In this connection a very important problem awaits solution, namely, how decomposition is influenced by various conditions such as temperature, moisture, reaction and the presence of bacteria nutrients and macro- and micro-organisms in the soil. The fertility of heath soils depends on the living microcosms found in them and the consequent biological and chemical processes depending thereon. The interaction of various micro-organisms which are perhaps not present simultaneously, is necessary to complete any chemical process.

Of special interest is the question of the decomposition of organic nitrogen compounds, those found in the humus

¹ C. H. BORNEBUSCH: The Fauna of Forest Soil (Skovbundens Dyreverden). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. XI. Bd. 1931.

layer which seem easily available as ammonia and nitrates, while the compounds in the hardpan layers are more resistant.

The entire problem, then, is an investigation of the way in which that "activity" of lower organisms so typical of fertile soil can be brought to heath soil, how it can be best and most practically regulated in order to utilize or preserve those portions of the soil which occasion the greatest possible productivity in the course of time.

B. The Drift-sand Area.

(See Figs. 14—19, p. 109—117).

Drift-sand areas, so common in Denmark, especially on the heaths, and exclusive of the dunes along the coasts, often present rather curious soil conditions.

On the sand drift mounds (inland dunes) which have been covered with heather and trees for a certain period, it is possible to find evidences of strong and often repeated podsolization. This is the case on the "Haarup Sand Drift" near Silkeborg in the Gudena valley (Jutland). Here the sand from the river collected during the glacial period and was by turn covered with heather and forest and ravaged by fires which totally or partially destroyed the sandfixing humus layer, allowing the sand to drift again, often in great drifts.

Very strong podsolization is shown in profiles in an inland dune in which enormous bleached sand and hardpan formations are found to a depth of 2—3 metres (see Figs. 20 and 21, p. 122). However, here the hardpan varies from that of typical Jutland heaths. It does not disintegrate readily under the influence of weathering, the opened profiles can remain standing for years with firm, almost

polished walls. This is presumably due to the fact that inorganic colloids have largely crystallized to silicates in the course of time and are present in but small amounts in colloidal form, and to the corresponding small quantity of humus in the deep, dark coloured humus layer, whose dark colour is caused by coal black, thin layers of humus lodged about the grains of sand. (See Table XIX, p. 126—129). However a fairly good growth of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) (see Fig. 15, p. 112) and a powerful heather cover indicate that the inland dunes (presumably on account of their content of colloids) provide a better basis for vegetation than the adjacent sand blown areas. As a matter of fact all the actual soil material, including hardpan formation hitherto spread over the entire area, has been blown away from the plain and piled up by the wind in these inland dunes.

This wind-blown plain has been deprived of its actual soil by sand-drift, and a barren subsoil, with no new formed soil worthy of mention, remains. The mineralogical raw material is practically identical on the inland dunes and wind-blown plains, except that on the surface of the latter more coarse particles (gravel and pebbles) are found, which the wind could not move, while in the pores and openings and underneath the thin layers of small stones, fine sand is found in large quantities. However, these areas prove to be almost barren deserts, — the natural vegetation comprises only a few flowers, *Calluna vulgaris* in small scattered tufts, *Weingärtneria canescens* and *Carex arenaria*, also sporadic, while moss, a low *Polytrichum* species, and lichens, reindeer moss, cover the ground in a thin crust. About one hundred years ago Scotch pine was sown but died, and in 1921, when the area burned, it was covered with a 50 year old *Pinus montanus* growth hardly 2 metres

tall. (See Figs. 16 and 17, p. 113 and 114). As might be expected the upper 5—10 cm of the soil contained but few inorganic colloids, — still fewer at a depth of 30—35 cm — a very small humus content and a strongly acid reaction (pH between about 4.5—5.1. See Table XX, p. 130—135).

By a special method of procedure, cultivation of green manure for two years (1923 and 24), application of fertilizers and subsequent planting the third year, 1925, on a section of the wind-blown plain which was burned in 1921, it was found possible to transform the bare subsoil to a kind of soil, which, in the course of six years was able to nourish well-grown 4—5 metres tall white alder (*Alnus incana*), about 3—4 metre tall Japanese larch (*Larix leptolepis*) and many other healthy well-developed trees and bushes of less rapid growth such as *Pinus silvestris*, *Picea sitchensis* and *Engelmanni*, *Hippophaë rhamnoides* (on the limed area) *Caragana arborescens*, etc., while on the open spaces of the experiment areas the heather grows luxuriantly and many other flowers have appeared spontaneously. (See Figs. 22—25, p. 140—143). In this way the content of organic matter in the soil is considerably increased, and, thanks to a more profuse bacterial flora, the decomposition rendered more rapid, but up to 1929 it was not possible to demonstrate that the amount of inorganic colloids had increased. On the limed section of the experimental area (5,000 kg calcium carbonate per ha), the reaction figure has passed the neutral point (pH = 7.2—7.5) but on the unlimed section it is still quite acid (pH = 4.4—5.1). The small amount of lime which sufficed for so great an increase in reaction figure indicates that the high actual hydrogen-ion concentration was due to small quantities of strongly dissociated inorganic acids (H_2SO_4 and HCl) and to a small buffer

content in the soil. (See further Table XX, p. 130—135). Certain trees, white alder and Japanese larch, are not affected by the high degree of acidity, others, *Hippophaë*, could not endure it. On the whole, the limed area shows the most luxuriant growth.

The question of reforestation on a soil of this nature, which has been impossible hitherto, seems to be solved by the method used here. However, the use of other methods is not precluded.

C. The Clay Hardpan.

Fertile Danish moraine soils, but probably only those where forests grew formerly, often contain huge, strangely porous hardpan formations of a substance resembling clay or sandstone. As a rule they lie deeper than the hardpan of heath soil and are presumably illuvial formations representing a B-horizon. Sometimes several layers of clay hardpan are superposed, one above the other.

Under the supposition that these hardpan formations contain considerable quantities of inorganic colloids which it would be valuable to bring to the surface, a quantitative determination was made of them. As the TAMM method showed only a very small content of colloids (0.60—0.92 ‰), the mechanical analyses methods of ANDREASEN and BOUYOCOS were used. If all material with a particle size under 0.02 mm is considered colloidal (Cf. BOUYOCOS), the tested samples drawn from five various localities show a large colloid content, from 12.5—20 ‰. Moreover the determinations from the two methods which are based on quite different principles gave results with good agreement. (See Tables XXI—XXIX, p. 150—157 as well as Figs. 26

and 27, p. 158—159). The investigations made here are preliminary, but their results indicate that the clay hardpan merits further study.

All in all, Danish podsol soils of various types, and not least the many forest soils not included here, every one of which must be considered a sick, degenerate form, afford matter of the greatest interest for research, which after account has been rendered of the causes and symptoms of the case, can give the practical farmer or forester beneficial advice for the treatment of the soils in question. The present investigations on podsol formations on widely spread, but very different areas of Danish soils will perhaps attract attention to and stimulate interest for that kind of soil types in general and for the importance of a rational treatment of such soils. As has been said, we are dealing with pathological changes in the soil which decrease its direct productivity. A study of soil in its natural condition, the cause of the degeneration to which it has been submitted in the course of time and the right methods for its restoration, will reveal possibilities for attaining increased soil fertility. Aside from the interesting scientific problems such study presents, there is much satisfaction to be derived from the consciousness that the solution of the problems will raise the standard of our most important means of livelihood, agriculture, the cultivation of the soil in all its forms, farming, gardening and forestry.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	3
I. Indledning	5
II. Anvendte Undersøgelsermetoder	10
III. Jordbunden paa uberørt Hede. Grindsted Hedeslette	20
A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser	20
B. Resultater af Undersøgelserne	36
1. Fysiske Bestemmelser	37
a. Vægtfylde	37
b. Volumenvægt og Porevolumen	41
c. Hygroskopicitet og vandholdende Evne	46
d. Mekaniske Analyser	63
2. Kemiske Bestemmelser	73
a. Reaktionen (Brintionkoncentrationen)	80
b. »Humus«	82
c. Kvælstof	86
d. Det uorganiske Kolloidkompleks	96
IV. Podsolering m. m. i et Sandflugtsareal. Haarup Sande, ved Silkeborg	107
A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser	107
B. Resultater af Undersøgelserne	124
V. Leralsdannelser paa Morænejorder	146
A. Lokalitets- og Profilbeskrivelser	146
B. Resultater af Undersøgelserne	150
VI. Sammenfattende Oversigt over Resultaterne og nogle almindelige Betragtninger	161
A. Hedejorden	161
B. Sandflugtsarealet	175
C. Leralen	178
Resumé in English	181
I. Introduction	181
II. The Methods used	182
III. Results of the Investigations	182
IV. Summary of the Results. General Considerations	182
A. Heath Soils	182
B. The Drift-sand Area	197
C. The Clay Hardpan	200

BIOLOGISKE MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

6. BIND (KR. 18,10):

	Kr. Ø.
1. LUNDBLAD, O.: Zur Kenntnis der Quellenhydracarinene auf Møens Klint nebst einigen Bemerkungen über die Hydracarinene der dortigen stehenden Gewässer. Mit 7 Tafeln und 5 Textfiguren. 1926	5.00
2. BØRGESSEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. II. Phæophyceæ. 1926 ..	6.00
3. OSTENFELD, C. H.: The Flora of Greenland and its Origin. 1926	3.35
4. FIBIGER, JOHANNES and MØLLER, POUL: Investigations upon Immunisation against Metastasis Formation in Experimental Cancer. With 5 plates. 1927.....	2.75
5. LIND, J.: The Geographical Distribution of some Arctic Micromycetes. 1927.....	1.50
6. BØRGESSEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceæ. Part 1. Bangiales and Nemalionales. 1927.....	4.50
7. LINDHARD, J.: Nogle Undersøgelser over den respiratoriske Kvotient under kortvarigt Muskelarbejde. 1927.....	1.00

7. BIND (KR. 14,85):

1. RAUNKJÆR, C.: Dominansareal, Artstæthed og Formationsdominanter. 1928	1.75
2. PETERSEN, C. G. JOH.: On some Biological Principles. 1928 ...	2.00
3. VIMTRUP, BJ.: Undersøgelser over Antal, Form, Bygning og Overflade af Glomeruli i Nyren hos Mennesker og nogle Pattedyr. 1928.....	1.30
4. BENSLEY R. R. og VIMTRUP, BJ.: Undersøgelser over de Rouget'ske Cellers Funktion og Struktur. En Metode til elektiv Færvning af Myofibriller. 1928	1.00
5. THOMSEN, OLUF: Die Erblichkeit der vier Blutgruppen des Menschen, beleuchtet durch 275 Nachkommenschaftsindividuen in 100 AB (IV)-Ehen (nebst 78 Kindern, von denen nur der eine (AB)-Elter bekannt ist). 1928	1.00
6. KROGH, A. and HEMMINGSEN, A. M.: The Assay of Insulin on Rabbits and Mice. 1928.....	0.70
7. JOHNSON, J. W. S.: L'Anatomie mandchoue et les Figures de Th. Bartholin, étude d'iconographie comparée. 1928.....	2.00
8. KEMP, TAGE: Om Kromosomernes Forhold i Menneskets somatiske Celler. 1929	1.75
9. WEIS, FR.: Fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder. Med særligt Henblik paa deres Indhold af Kolloider og Kvælstof. With a Resumé in English. 1929	8.25

8. BIND (KR. 14,95):

Kr. Ø.

1. BØRGESEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceæ. Part II. Cryptonemiales, Gigartinales and Rhodymeniales. Les Mélobésiées par M^{me} Paul Lemoine. Avec 4 planches. 1929. 4.50
2. THOMSEN, OLUF og KETTEL, KARSTEN: De menneskelige Isoagglutininers og tilsvarende Blodlegemereceptorers Styrke i forskellige Levealdre. Med 1 Tavle. 1929 1.60
3. KRABBE, KNUD H.: Recherches sur l'existence d'un œil pariétal rudimentaire (le corpuscule pariétal) chez les mammifères. Avec 11 planches (22 figures). 1929 2.80
4. ROSENINGE, L. KOLDERUP: Phyllophora Brodixæi and Actinococcus subcutaneus. With one plate. 1929 2.40
5. THOMSEN, OLUF og KETTEL, KARSTEN: Kvantitative Undersøgelser over de menneskelige Isoagglutininer Anti-A og Anti-B. 1929 0.65
6. MADSEN, TH. et SCHMIDT, S.: Toxine et antitoxine diphtériques. 1930 2.00
7. LUNDBLAD, O.: Die Hydracarinene der Insel Bornholm. Mit 9 Tafeln und 1 Textfigur. 1930 5.00
8. LINDHARD, J. and MÖLLER, JENS P.: On the Origin of the Initial Heat in Muscular Contraction. 1930 1.00

9. BIND (KR. 17,45):

1. BØRGESEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceæ. Part III. Ceramiales. 1930 7.50
2. OSTENFELD, C. H. and SYRACH LARSEN, C: The species of the Genus Larix and their geographical distribution. With 35 illustrations and 8 maps. 1930 5.00
3. SCHMIDT, S.: Eksperimentelle Undersøgelser over forskellige Elektrolyters Indflydelse paa Difteritoksinets og det antidifteriske Serums Stabilitets- og Neutralisationsforhold med særligt Henblik paa Reaktionshastigheden imellem Toksin og Antitoksin. 1930 5.50
4. HAGERUP, O.: Études des Types biologiques de Raunkjær dans la flore autour de Tombouctou. Avec 5 Planches. 1930 5.25

10. BIND (under Pressen):

1. JENSEN, AD. S.: Der grosse europäisch-sibirische Kreuzschnabelzug 1927. 1930 1.00
2. KOLDERUP ROSENINGE, L.: The Reproduction of Ahnfeltia Plicata. 1931 1.75
3. WEIS, FR.: Fortsatte fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder og andre Podsoldannelser. With an English Summary: Further investigations on danish Heat Soils and other Podsols. Med 2 Tavler. 1932 9.25