Danskernes Historie Online
Danske Slægtsforskeres Bibliotek

Dette værk er downloadet fra Danskernes Historie Online

Danskernes Historie Online er Danmarks største digitaliseringsprojekt af litteratur inden for emner som personalhistorie, lokalhistorie og slægtsforskning. Biblioteket hører under den almennyttige forening Danske Slægtsforskere. Vi bevarer vores fælles kulturarv, digitaliserer den og stiller den til rådighed for alle interesserede.

Støt vores arbejde – Bliv sponsor

Som sponsor i biblioteket opnår du en række fordele. Læs mere om fordele og sponsorat her: https://slaegtsbibliotek.dk/sponsorat

Ophavsret

Biblioteket indeholder værker både med og uden ophavsret. For værker, som er omfattet af ophavsret, må PDF-filen kun benyttes til personligt brug.

Links

Slægtsforskernes Bibliotek: https://slaegtsbibliotek.dk
Danske Slægtsforskere: https://slaegt.dk

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

Biologiske Meddelelser. **IV**, 2.

BIDRAG

TIL

DE JYDSKE HEDESLETTERS NATURHISTORIE

KARUP HEDESLETTE OG BESLÆGTEDE DANNELSER

EN PEDOLOGISK UNDERSØGELSE

VED

P. E. MÜLLER

MED ET KORT

AVEC UN RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

KØBENHAVN

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

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1924

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.
Biologiske Meddelelser. **IV**, 2.

BIDRAG
TIL
DE JYDSKE HEDESLETTERS NATURHISTORIE
KARUP HEDESLETTE OG BESLÆGTEDE DANNELSER

EN PEDOLOGISK UNDERSØGELSE
VED

P. E. MÜLLER

MED ET KORT

AVEC UN RÉSUMÉ EN FRANÇAIS

KØBENHAVN
HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1924

INDLEDNING

I 1884 har Forf. offentliggjort en Række Studier over Hededannelsen, væsentlig bygget paa Undersøgelser af recente Fænomener i Jyllands bakkede Hedelandskaber. Uagtet det maatte antages, at de Processer, der havde skabt den typiske Hedebund, maa have været de samme i Fortiden som de, der nu kan iagttages, var det mig dog klart, at de næppe altid har virket under samme Forhold, og at Dannelsen af de jydske Heders tidligere Stadier maa have givet Anledning til Fænomener, der ikke umiddelbart lod sig udlede af de Forhold, som i Nutiden frembød sig for Iagttagelsen. Hedernes Forhistorie var Forf. for en væsentlig Del dunkel, saa meget mere som der manglede Midler til at skelne mellem gamle og nye Aldannelser.

Siden Halvfjerdserne i forrige Aarhundrede har imidlertid baade geologiske og pedologiske Undersøgelser bragt nye Erkendelser i forskellig Retning, der stiller Forskeren af de jydske Heders Dannelseshistorie langt bedre Vilkaar end dem, der stod til Forfatterens Raadighed tidligere.

For det første har nemlig især russiske og amerikanske Jordbundsforskere, der har de udstrakte naturlige, ukultiverede Arealer til Raadighed for deres Studier, men tildels ogsaa Tyskeren RAMANN vist, at den vegetationsbærende Jordskorpe ikke alene er et Produkt af fysiske, kemiske og biologiske Processer i selve Jorden, men ogsaa er præget

af Klimaet. Dette opmuntrer til at søge Spor af Hededannelsens Udvikling i et Landskab, der i en — geologisk talt — saa kort Periode som den, der er forløbet siden den baltiske Isstrøms Bortsmeltning, har gennemgaaet alle Stadier fra et arktisk Klima til Nutidens tempererede.

For det Andet har afdøde Professor Ussing i to udmærkede Afhandlinger fra 1903 og 1907, trykte i Videnskabernes Selskabs Oversigter, givet Forstaaelsen af de midtjydske Endemoræners, Hedesletters og Smeltevandsdales Dannelse og derved tilvejebragt et uundværligt Grundlag for Studiet af den vegetationsbærende Hedebunds Udvikling i de paagældende Landskaber.

Fremdeles har »Danmarks geologiske Undersøgelse«, især ved Statsgeolog A. Jessens omfattende Arbejder over Stenaldersænkningens Indflydelse paa de nordjydske Landsdeles Reliefforandringer, givet en hidtil savnet grundig Forstaaelse af Tidsperioderne for de forskellige, nu fremtrædende Overfladedannelser.

Ved en Undersøgelse af de vendsysselske Skovrelikter traf Forf. i et Par ganske smaa Bakkeøer ved Grænsen af den Store Vildmose paa Aldannelser, som man paa Basis af A. Jessens Arbejder med Sikkerhed kunde henføre til Tiden før Stenaldersænkningen. Jeg fik derved et Vidnesbyrd om, at der i vor Jordbund var opstaaet stærke Aldannelser, der ikke kunde skyldes de hidtil studerede Processer i den nuværende Overflade. Jeg besluttede derfor at optage nye Studier af Allokaliteter i de Landskaber, i hvilke Geologernes Undersøgelser har tilvejebragt et Grundlag for Forstaaelsen af Jordoverfladens Dannelse. Nærværende Arbejde indledes derfor med Opsøgning og Studium af saadanne Allokaliteter, der af geologiske Grunde maa antages at skyldes ældre Tilstande end de nu herskende.

Desværre har Landets Opdyrkning gjort det hertil brugelige Materiale meget begrænset, og det svinder Aar for Aar; men nogle Lokaliter, der egner sig for Undersøgelsen, er dog fundne. Da de alene maatte bestaa af Strækninger med en tilnærmelsesvis uforstyrret Jordoverflade, er de kun fundne i gamle Hedearealer og Naturskove, da Agerbrug og Engdrift for en stor Del har udslettet Sporene af Jordskorpens oprindelige Beskaffenhed.

Ved denne Undersøgelse har Forf. modtaget meget væsentlig Bistand fra forskellig Side. Dels er ved Arbejderne i Marken et ikke ringe Antal af Iagttagelser tilvejebragt ved velvillig Medvirkning af andre, dels er der af forskellige Institutioner ydet Undersøgelsen den Støtte, at tillade Udførelsen i deres Laboratorier af venskabelige Medarbejderes Bidrag til Løsning af den stillede Opgave. Forf. maa derfor udtale en varm Tak for den modtagne betydelige Hjælp, en Tak der især rettes til Landbohøjskolens forskellige naturvidenskabelige Laboratorier, til Statens Planteavlslaboratorium, til »Danmarks geologiske Undersøgelse«, og til den danske arktiske Station paa Disko, samt endelig til disse Institutioners Personale og mine interesserede og offervillige Medarbejdere. I Teksten findes paa vedkommende Steder anført Navnene paa de Personer, hvem hvert Bidrag skyldes.

I.
Gamle Aldannelser.

1. Jordbunden i Skovrelikter i det vestlige Vendsyssel.

For Landskabet mellem Vendsyssels Højland i Øst og den store Fjerritslev Bakkeø i Vest, der for Størstedelen har været sænket under Stenalderhavets Niveau, findes gode Midler til at bestemme Alderen af de faa der forekommende Skovrelikter og disses Jordbund, efter at »Danmarks geologiske Undersøgelse« har afsluttet sin omfattende, især af Geologen A. Jessen udførte, Undersøgelse af Vendsyssels Geologi og har ladet dette Arbejde følge af samme Forfatters »Stenalderhavets Udbredelse i det nordlige Jylland«.

I dette yderst skovfattige Landskab findes, foruden nogle mindre Skove paa hævet Havbund (saaledes Kragelund, Ulveskov og Skeelslund) og altsaa yngre end Stenaldersænkningen, endvidere nogle mindre Skovrester paa ældre Jordsmon. Fire af disse Skovlevninger findes paa to mindre, isolerede Bakkeøer, der er beliggende tæt ved Fjerritslev Bakkeøs Østside og ved ret stejle Skraaninger adskilte fra det omgivende Stenalderhavs Alluvium. Den vestlige af disse, ikke fuldstændig adskilt fra sin større Nabo mod Vest, hæver sig 120′ o. H. og indtages af to Gaarde, Sønder Skovsgaards og Nørre Skovsgaards Tilliggende; den rummer 3 isolerede Skovrester, som strækker sig fra forskellig Højde paa Bakkedraget ned til 25′ Kurven. Den østlige hæver sig

92′ o. H. og indtages af Landsbyen Brovst samt Gaarden Bratskov m. fl. Ejendomme. Her findes kun en Skovrest, der ligeledes strækker sig ned ad Bakkeskraaningen til 25′ Kurven. Da Stenalderhavets Maximum i denne Egn laa 21—23′ (*62*, 211, *63*, 32—33) over Havets nuværende Overflade, ligger det nær at antage, at disse fire Skovrester, hvis Bevoksninger ganske stemmer overens med de i Vestvendsyssels Tørvemoser fundne Skovlevninger fra Alluviet, der er ældre end Sænkningen (se Kap. V), er Rester af Skove, der har dækket de to Bakkeøers Skraaninger helt ned til Stenalderhavets Niveau.

Skovene bestaar i Hovedsagen af Eg med dens Blandingstræer (se Kap. V) paa en Jordbund af glacialt, stenet Sand (*60*, Kort Nibe), hvis Overflade overalt fandtes dækket af fortrinlig Muld med hele den for denne Humusform ejendommelige Urtevegetation. Spor af sædvanlig Al fandtes ikke; kun i Sønder Skovsgaard Skov forekommer flere Steder, trods den forholdsvis gode Trævækst, en ret haard Leral i forskellig Dybde, fra 30 til 80 cm under Overfladen.

Omtrent 18 km nordøst for disse Skovrester findes langs den sydlige og sydvestlige Rand af den Store Vildmose nogle andre endnu langt uanseligere Skovrester, der synes at frembyde væsentlig Interesse ved Sammenligning med de foregaaende. De bestaar af Nørbjerg Krat med et i en Afstand af 5—600 m i sydøstlig Retning beliggende ganske lille Gruppe Egebuske, samt endvidere nogle spredte Kratlevninger paa Holtebakken, der ligeledes ligger paa Vildmosens sydlige Bred omtrent 6 km fra Nørbjerg.

Disse Skovrester ligger alle paa smaa Bakkeøer, der har været hævede over Stenalderhavets Maximumshøjde, som her efter A. JESSEN's Oplysning maa sættes til 25 Fod o. H.'s nuværende Niveau. Disse Bakkeøer bestaar især af glacialt

stenet Sand og senglacialt Strandsand. Deres Overflade ligger i Hovedsagen ved 30 Fods Kurven o. H.; dog hæver en Del af Nørbjerg Bakkeø sig indtil henimod 40 Fods Højde og har i sit nordlige Parti en lille 120 m lang og

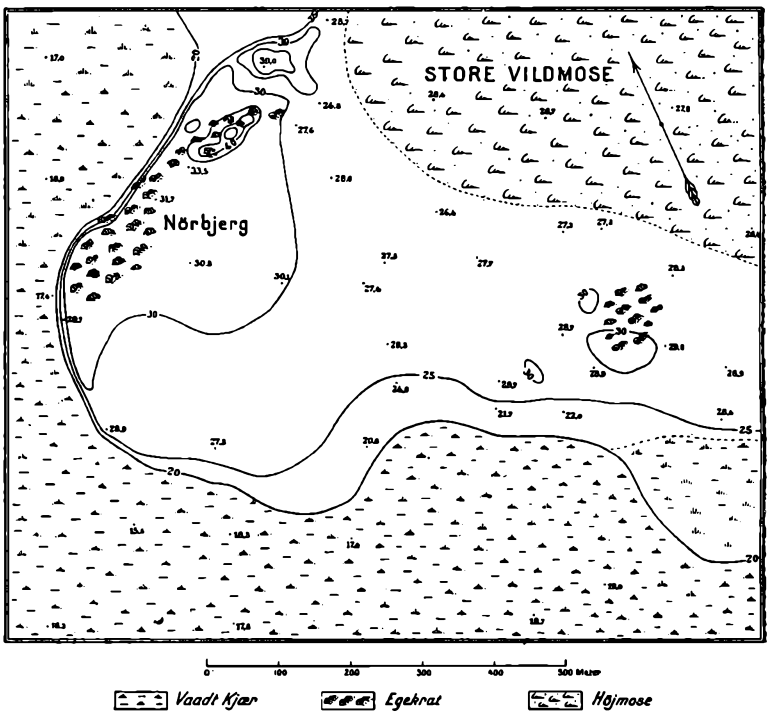


Fig. 1. Nørbjerg Bakke.

50 m bred afgrænset Bakkeknude, der hæver sig indtil 47 Fod (Fig. 1).

Disse Skovrelikter, til hvis nærmere Beskrivelse vi skal komme tilbage i Kap. V, bestaar af de samme Træer, som optræder i de foran omhandlede Skovlevninger ved Skovsgaard og Bratskov, i hvilke Egen er Hovedtræet blandet med Lind og Hassel paa Sandmuld af sædvanlig Karakter med den for denne Humusform almindelige Urteflora.

Hvad der her frembyder særlig Interesse for vor Undersøgelse er, at Jordbundens muldede Overflade udgør den øverste Del af et 40—50 cm mægtigt Blegsandlag over en meget haard og tæt Al af samme Tykkelse, utilgængelig for Trærødderne. Profilet beskrives saaledes (Middeltal af 10 Udgravninger):

Højde over Havet 33′.
Kratmuld 0—20 cm.
Hvidt Blegsand 20—50 cm.
Haard Al 50—80 cm Dybde; øverst sortbrun over »nedre brun Al« med mørkere horizontale Striber.
Grundvand Højde o. H. 16′.

Aldannelsen maa betegnes som stærkt udviklet Humusal over Grundvandsal i sin nederste Del. Grundvandstanden maa have været højere end nu, da Grundvandsalen dannedes.

Medens Nørbjerg Bakkeø mod Syd har sin Overflade mellem 25 og 30 Fod o. H. og derfor ikke fremtræder skarpt begrænset i Terrainet, hæver den sig mod Nord over 30′ o. H. og afsluttes her af en stejl Brink, der falder fra Plateauets Overflade i 30—40′ o. H. ned til Stenalderhavets Maksimumsniveau i 25′ Kurven. De lavere vestlige Partier af denne Klint er kratbevoksede; dens nordøstlige, omtrent 40′ høje, var af Befolkningen, Aaret inden Undersøgelsen foretoges, for Størstedelen blottede for Vegetation, og dette Forbjerg af Bakkeøen ud imod Stenalderhavets Alluvium viste sig derfor som en nøgen Klint, frembragt ved Havets Erosion af Bakkeøens nordre Grænse. Lignende samtidige Erosionsskrænter af Stenalderhavet anføres af JESSEN, saaledes paa de smaa Bakkeknuder paa Øerne Gjøl og Øland. (*63*, 32).

I denne Klint ses den faste Al rage frem mellem det

løsere Blegsandslag, som dækker den, og det gule Sand, hvorpaa den hviler, og ved Gravning paa Bakkeøens Plateau er overalt fundet Allaget af samme Mægtighed og Leje. I den lille nær Forbjerget beliggende tæt bevoksede Bakkeknude, der hæver sig til 47′ o. H., følger den faste Al med fra Plateauet et Stykke op ad Skraaningen, bliver mellem 35 og 40′ mere skørt og rødjordsagtigt og forsvinder ganske paa det lille 40′ høje Plateau, hvor Jordbunden bestaar af normal Sandmuld med et lidt mørkere løst Absorptionsbælte fra 28—50 cm under Overfladen, rigt paa Trærødder.

Den faste Al, der udenfor dette lille højere liggende Plateau strækker sig over hele Bakkeøen, er øverst noget mørkere, farvet af Humus, der især er fremtrædende paa den østlige isolerede Del af Øen, men bestaar i sin Hovedmasse af den mange Steder i de jydske Hedeegne optrædende lyse »nedre Al« (*83*, 189), gennemsat af mørkere horizontale Lag, der i Gennemsnit ses som tynde Striber (Fig. 7, A, S. 62).

Holtebakken er langt mindre end Nørbjerg og hæver sig jævnt op fra 25′ Kurven til et lille Plateau, der ligger lidt over 30′ o. H.

Videnskabernes Selskabs Kort af 1791 og et i Matrikulkontoret opbevaret Kort af 1796 viser Skovsignatur paa Holtebakken. Nu er denne Skov forsvundet, og kun nogle spredte isolerede Buske, blandt hvilke baade Eg, Lind og Hassel findes, vidner om, at Skoven har haft samme Sammensætning som de øvrige foran omhandlede Skovrelikter i den sydlige Del af det vestlige Vendsyssel.

Ved Forf.'s Besøg paa denne Lokalitet fandtes en kort forinden anlagt Vej til en Grusgrav, hvorved der over hele Bakken var fremkommet et Profil, der viste en Jordbund ganske lig den paa Nørbjergplateauet ved 30—35′ o. H. forefundne Dannelse: Under et henved 40 cm mægtig Muld-

og Blegsandslag en ca. 50 cm tyk, fast Al, af samme Beskaffenhed som Nørbjergplateauets, over gult Sand og Grus.

De her omhandlede Skovrelikter i det sydvestlige Vendsyssel[1], bestaaende af samme Træarter, i Bevoksninger af vistnok samme Tidsalder (se Kap. V) paa en muldet Jordbund af i Hovedsagen ensartet Beskaffenhed og Oprindelse, viser altsaa den Mærkelighed, at der i Jorden under de Skovrester, som grupperer sig om Kanten af Store Vildmose, er udviklet et mægtigt og haardt Allag, der ganske mangler i Bunden under de Skovrester, der findes ved Randen af det tilgrænsende Landskab, som A. JESSEN benævner Gjøl-Bredning. Da det maa anses for ganske udelukket, efter hvad man hidtil ved om Alens Dannelse, at den her forekommende har udviklet sig under den nu herskende Vegetation og dens muldede Jordbundsdække, og da den er beliggende over Stenalderhavets Maksimumsniveau, maa man formentlig med Sikkerhed kunne slutte, at den er ældre end dette og altsaa skriver sig fra Fastlandstiden (Ancylus-Tiden) eller senest fra Stenaldersænkningens Begyndelse, da det vides, at den paagældende Del af Vendsyssel i Fastlandstiden laa højere end nu (*60*, 123, *62*, 183, *63*, 29). At Allaget ikke kan være dannet i senere Tid under Indflydelse af Grundvandets Stand, hvortil vi skal komme tilbage i Kap. II, fremgaar tilstrækkelig klart af dets Tilsynekomst i Stenalderhavets Erosionsklint paa Nordgrænsen af Nørbjerg.

[1] 2¾ km nord for Nørbjerg hæver sig endnu en ganske lille isoleret skovbevokset Bakkeø, »Sandelsbjerg« kaldet, 54 Fod o. H. op i Vestkanten af den Store Vildmose. Den skal efter Sigende have været bevokset med gamle, store Ege. Men da denne Skovvegetation ved Forf.'s Besøg var ganske forstyrret ved Kulturindgreb, dels ved Borttagning af den gamle, naturlige Træbestand, dels ved Indplantning af andre Træer, navnlig Naaletræer, og da Jordbunden, der delvis bestaar af Saltvandsler, udelukker en umiddelbar Sammenligning med de foran omhandlede Skovrelikters Jordbund, underkastedes den ikke nogen nærmere Undersøgelse.

Man maa derfor slutte, at de paaviste Allag er ældre end Stenaldersænkningen, men hvor gamle de er, om de skriver sig fra Fastlandstidens Maksimum eller fra den forudgaaende Tid, derom giver det iagttagne ingen Oplysning.

2. Gamle Aldannelser i Falborgdalen.

I sine interessante Undersøgelser over den baltiske Isstrøms Hovedstagnationslinier i Jylland og over de Landskabsformer, den dannede, saavel i Stagnationsperioden (*125*) som under dens første Afsmeltningsstadier (*126*) har N. V. Ussing under Navn af Falborgdalen skildret Lejet for en »anselig Smeltevandsflod fra Indlandsisen paa dennes 4de Afsmeltningsstadium«. Et Afsnit af denne Dal, der omfatter Partiet mellem Viborg og Skovene ved Hald, synes endnu saa uforstyrret af Kulturindgreb, at det indbyder til en pedologisk Undersøgelse af de Omdannelser, som Jordbunden har undergaaet efter Dalens Dannelse og dens Beklædning med Vegetation.

Idet der henvises til Ussings udførlige Fremstilling, skal her i kort Uddrag anføres, hvad han oplyser om den Del af Falborgdalen, som behandles i nærværende Undersøgelse.

Denne Smeltevandsdal kan i det hele forfølges i en Længde af 40 km, hovedsagelig i Retning fra Sydøst til Nordvest. Den flade Dalbund, der for Størstedelen er tør og ufrugtbar, dannes af vandrette Sandlag. Igennem den gaar intet sammenhængende Vandløb; men flere Aaer, der løber i nordnordøstlig Retning, løber tværs over den, idet de følger gamle »Fjorddale« og har skaaret sig dybe Render gennem den i Forhold til disse »Fjorddale« højt liggende Falborg Hedeslette. Dette fremtræder især meget karakteristisk i Egnen ved Viborg. Fra Mariager Fjord skærer en Fjorddal sig imod Sydvest ned i Terrainet gennem en Række

Søer til Karup-Hedeslettens Toppunkt ved Dollerup. Af denne Fjorddal overskæres Falborg-Dalen mellem Viborg og Hald i et 10—15 m dybere liggende Niveau. I denne Del af Fjorddalen ligger flere Søer med mellemliggende Lavninger, i hvilke der aabenbart har ligget »død Is«, da Falborgdalen dannedes, eftersom dennes Sandmasse ellers maa have udfyldt Lavningerne.

Paa hosstaaende Udsnit af Generalstabens Maalebordsblade (Fig. 2) ses den nærmere undersøgte Del af Falborgdalen fra dennes Overskæring af Fjorddalens bortsmeltede døde Is i en Strækning af ca. 5 km i nordvestlig Retning.

Denne Lokalitet har allerede tidligere været Genstand for mine Studier, der offentliggjordes i 1884 (*79*); men Ussings senere fremkomne Redegørelse for det omhandlede Terrains Dannelse har foranlediget, at Forf. atter er vendt tilbage til denne interessante Lokalitet.

Det fremgik allerede af de forrige Undersøgelser, at den muldede og alfri Jordbund paa de bakkede, skovbevoksede Arealer i Henseende til sin oprindelige Beskaffenhed neppe kunde være væsentlig forskellig fra Jordbunden paa den flade Hedeslette, dækket med Lyngmor over haard Al. Men efter at Ussing har paavist disse Landskabsformers forskellige Dannelsesmaade, syntes det ønskeligt nærmere at undersøge, om dog ikke Forskelligheder i det i Istiden aflejrede Materiale kunde være Aarsag til den meget forskellige Udvikling, det senere er undergaaet paa begge Sider af Grænsen mellem de to omhandlede Terrainformer.

Der foretoges derfor en Række Undersøgelser af Profiler af Jordbunden indtil 1 m Dybde paa begge Sider af Grænsen mellem Morænelandet og Dalen paa en Strækning af ca. 3 km (fra Foden af »Røverhøjene« til Foden af Gaardsdals Krat); denne Grænse ligger 75—80 Fod o. H. i S. Ø. og

ved Kurven 70 Fod o. H. i N. V. og viser altsaa et meget ringe Fald. Midten af Dalen falder paa samme Strækning

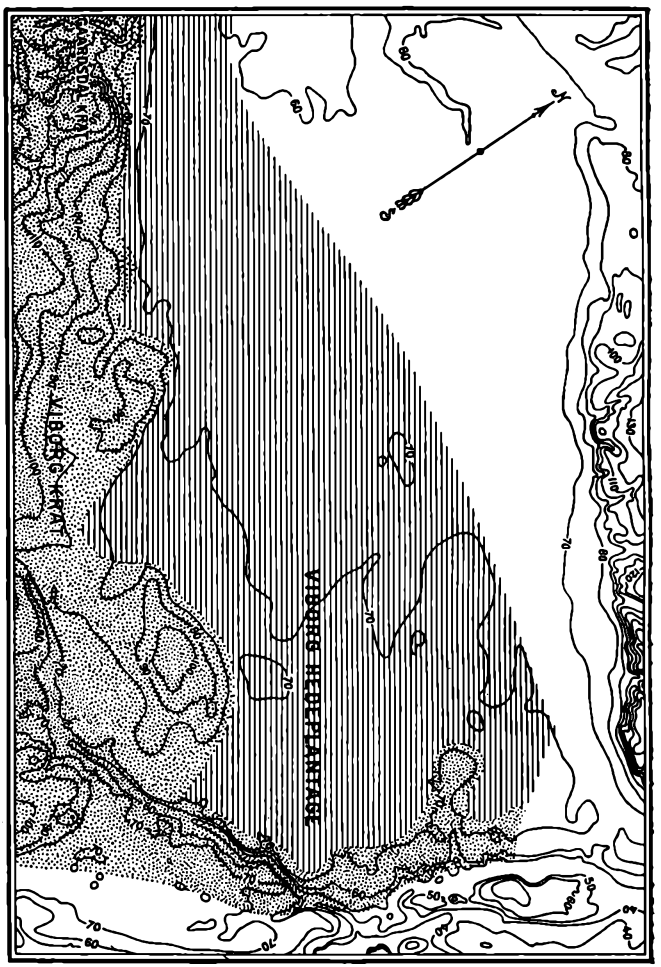


Fig. 2. Et Afsnit af Falborg-Dalen ved Viborg.

fra 75′ o. H. til mellem 60 og 65′. Slemningsanalyser (udførte i Lbh. agrikulturchem. Laborat. ved Hr. Assist. Rafn-Dahm) af Laget over Alen (Blegsandet) og under samme (Undergrunden) viste følgende procentiske Bestanddele:

Hede-Slette, Falborgdal, Viborg Plantage.

Profil Nr.	Glødet Finjord, Kornstørrelse i mm.								
	a. (Over Alen)				b. (Under Alen)				
	0—0,01	0,01—0,05	0,05—0,1	0,1—2,0	0—0,01	0,01—0,05	0,05—0,1	0,1—2,0	
I	1,96	3,66	6,34	88,05	0,11	0,07	0,94	98,87	70′ o. H. 2300 Alen fra Bakkeøens Fod.
II	3,06	6,39	9,00	81,55	0,90	1,50	8,50	89,10	75′ o. H. 1300 Alen fra Bakkeøens Fod.
III	0,75	1,70	4,02	93,52	0,00	0,02	0,14	99,81	75′ o. H. 700 Alen fra Bakkeøens Fod.
IV.....	1,33	4,95	8,08	85,64	0,41	0,50	1,01	98,07	80′ o. H. 200 Alen fra Bakkeøens Fod.
VII	2,01	4,60	5,02	88,38	0,46	0,42	0,73	98,39	80′ o. H. 0 Alen fra Bakkeøens Fod.
Middeltal ..	1,82	4,26	6,49	87,43	0,38	0,50	2,26	96,85	

Morænen, Viborg-Krat.

V	2,07	5,00	13,50	79,42	0,82	3,84	15,94	79,40	90′ o. H. ca. 50 Alen fra Bakkeøens Fod.
VI.....	1,60	4,51	9,28	84,61	2,08	3,56	8,89	85,47	100′ o. H. 300 Alen fra Bakkeøens Fod.
VIII	1,04	4,46	6,00	88,52	3,78	4,12	5,71	86,39	95′ o. H. 250 Alen fra Bakkeøens Fod.
Middeltal ..	1,57	4,66	9,59	84,18	2,23	3,84	10,18	83,75	

Der fremgaar af disse Analyser, som i Hovedsagen stemmer godt med C. F. A. Tuxens tidligere meddelte Bestemmelser fra samme Lokalitet, følgende:

For Undergrundens Vedkommende viser Jordprøverne fra henimod 1 m Dybde, der formentlig maa anses for i det væsentlige uforandret Istidsaflejring, at der ikke er anden Forskel paa Morænens og Dalsandets Beskaffenhed, end at dette har mistet en Del af sine fineste Blandingsdele ved den Udslemning som det fluvioglaciale Sand maa have lidt inden sin Aflejring; dette indeholdt nemlig i Finjorden under 2 mm Kornstørrelse gennemsnitlig 97 % grovere Bestanddele, Morænesandet derimod kun 84 %, altsaa af Kornstørrelsen under 0,1 mm gennemsnitlig 16 %, hvorunder 2—3 % kan antages at være Ler efter de tidligere foretagne Analyser (*79*, 243—244). Der er dog næppe Grund til at tillægge denne forholdsvis ringe Forskel afgørende Betydning for Humusformens Beskaffenhed, da vi i et Egekrat paa Smeltevandssand i Hastruplund (se nedenfor) har fundet en alfri Muldbund med fra 91—98 % Blandingsdele i Finjorden af 0,1—2 mm Kornstørrelse.

I Overgrunden viser Finjorden derimod praktisk talt næsten ingen Forskel paa Morænesandets og Smeltevandssandets Sammensætning, samtidig med at Mængden af Skeletdele under 0,1 mm Kornstørrelse er enten større end i Undergrunden eller af næsten samme Størrelse som der. Dette Forhold, der kan synes paafaldende, naar man erindrer Overfladevandets nedstemmende Indflydelse, der saa klart viser sig især i Lerets Lejring i de lerrige Jorder, hvor talrige Analyser viser, at Lermængden vokser med Dybden, genfindes i en Række Analyser andetsteds fra og maa, saavidt skønnes, anses som et konstant Træk i de sandede Jorders Konstitution. Det tilskrives almindeligvis Forvit-

ringen i de øverste, vegetationsbærende Jordlag[1], og vi kan derfor se bort fra dette Forhold i Studiet af Forskellen paa Materialets Sammensætning ved dets Aflejring.

For at undersøge, om ikke en større Kalkmængde i Morænebunden end i Smeltevandsdalens Materiale skulde være Skyld i den fremtrædende Forskel paa Humusdannelsen i disse to Arter af Aflejringer, udtoges paa tre Steder i en indbyrdes Afstand af ca. 400 m i 100 Fods Kurven i Morænen, altsaa 25′ over Grænsen mellem begge og i 1 m under Overfladen, Jordprøver, i hvilke Kalkmængden bestemtes. Ved Materialets Udtrækning med 20 % kogende Saltsyre fandtes i 1 Kilogram Jord i de to Prøver henholdsvis 0,31 og 0,20 Gram Kalk, i den tredie kun Spor. Denne yderst ringe Kalkmængde er ganske den samme, som der efter talrige Analyser (*83*, S. 155) findes i samme Egns

[1] Det fremgaar allerede af C. F. A. Tuxens i 1876 offentliggjorte Analyser af jydsk Hedejord (*123*, S. 284—285, *79**, S. 118), at Blegsandet indeholder en større Mængde af de fineste mineralske Bestanddele end Undergrunden, og adskillige af hans senere Analyser viser det samme (*79*, S. 236—247). I 1885 kom Ramann til et lignende Resultat for »Thalsand« (*99*). I 1910 har endelig Hesselman (*48*, S. 49) og i 1920 Tamm (*120*, S. 92) konstateret det samme for Jorden i Nordsverigs Skove paa Morænebund og underkastet Fænomenet en nærmere Drøftelse. Endelig synes K. Rørdams Undersøgelser at tyde paa analoge Forhold i dyrkede, leredc Jorder (*114*, S. 29). Der synes derfor at foreligge et Forhold af stor almen Udbredelse, som rimeligvis især er synlig paa lerfattige Jorder. Ramann, Hesselman og Tamm henfører det alene til et Udslag af den mekaniske Forvitring af det øverste Jordlag. Det forekommer mig dog tvivlsomt, at dette skulde være den eneste Aarsag til Fænomenet; jeg skal i saa Henseende minde om C. Emeis's »Gesetz der Verkieselung« (*29*, S. 8—26) som en muligvis medvirkende Faktor. Man har vel ikke kunnet slutte sig til denne Forfatters Teori, men hans Henvisning til, at der i den vegetationsbærende Del af Jorden maa indeholdes en ikke ringe Mængde fint Kiselmel, som har været aflejret i Vegetationens Cellehinder og ved disses Formuldning er blevet tilbage i uopløselig Tilstand i den øverste Del af Jordbunden, synes dog ret naturligt, efter alt hvad der foreligger om Kiselsyrens Optræden i mange Planter.

fluvioglaciale Sand, og kan altsaa ikke have bevirket Forskellen paa Humusformen i Morænen og Smeltevandsdalen.

Analyserne synes saaledes ikke at give nogen Oplysning om den store Forskel, der har udviklet sig i Jordbundens Tilstand i Morænen og Smeltevandsdalen. Da imidlertid Grænsen mellem begge disse Formationer falder sammen med Grænsen mellem den aabne Hedeslettes Humusdække og haarde Al mod Bakkelandets alfri Muldbund i en bestemt Terrainhøjde, er det ikke ret vel tænkeligt, at anden Faktor end Vandet, der afsatte Dalsandet, har bestemt denne Grænse. Da fremdeles saavel Blegsandets store Indhold af Humus som den mægtige, tætte og faste Humusal i Smeltevandsdalen (se Kap. II) samt Dalbundens ringe Fald tyder paa, at denne i en Periode har været i en vaad, rimeligvis kæragtig Tilstand, medens det højere liggende muldede Bakkeland med den lette Jordbund har ligget tørt, synes det utvivlsomt, at forskellige Fugtighedsforhold ved Alens Dannelse har været Aarsag til den overordentlig forskellige Tilstand, i hvilken Jordbunden nu befinder sig i Skovlandet og Hedesletten.

Længere nede i Falborgdalen forekommer flere Steder Tørve- og Kærdannelser; men det her omhandlede Afsnit er aldeles tørt, og Grundvandets Stand, bedømt efter Foraarsvandstanden i Skovfogedstedets Brønd, der ligger nær Grænsen mellem de to Formationer, ligger nu 55′ o. H., altsaa 20 Fod under Dalens Overflade og kan saaledes ikke have foranlediget Forsumpning.

Allagets Udbredelse i det undersøgte Afsnit af Falborgdalen synes at have strakt sig fra Bred til Bred og er fundet overalt, hvor Dalen ikke er indtaget til Agerbrug, hvilket især Nærheden af Viborg By har foranlediget i ret stor Udstrækning. Saadanne Steder er ingen Undersøgelse foretaget,

da Bearbejdning, Mergling og Gødningstilførsel ofte maa have medført Alens Forsvinden. Undersøgelsen har derfor maattet indskrænkes til den til Træplantning indtagne Del af Dalen, der i det undersøgte Omraade indtager ca. 590 Td. Ld. (395 af Viborg Plantage og 195 af Liseborg Plantage). Foruden de Profiler, der er undersøgte paa begge Sider af Grænsen mellem Bakkelandet og Dalen, er der lagt en Undersøgelseslinie tværs over denne, fra N. til S. med Dalgrænsen paa begge Sider regnet ved 75′ Kurven. Af Jordbunden i denne Linie er fra den nordlige Bred ca. 1000 Alen opdyrket og ikke undersøgt; det øvrige Stykke til den sydlige Bred, 3500 Alen, er undersøgt og befundet alholdig. Denne Iagttagelse kan imidlertid suppleres med følgende. Viborg Plantage, der ifølge Skovens Driftsplan tilplantedes omkring 1855, befandtes ved Forf.'s første Studier af Lokaliteten i Halvfjerdserne forsynet med dybe Grøfter mellem Planterækkerne for at gennembryde Alen og derved bringe de sygnende Naaletræer i Vækst. I disse dybe Grøfter saas overalt den haarde Al springe frem i deres Sider. Grøfterne er nu forlængst tilkastede efter at have gjort deres Nytte; men i den paa Arealet nu staaende ret gode, sluttede Granskov ses endnu Sporene af disse Grøfter, der viser, at Alen har strakt sig over hele Arealet.

Mine Undersøgelser har imidlertid kun strakt sig saa langt op i Falborgdalen, mod S. Ø., som Jordbunden kunde anses for tilnærmelsesvis uberørt af Kulturindgreb, nemlig indtil Landevejen fra Viborg til Hald. Øst for denne Vej er nemlig Jorden indtaget til Agerbrug, saaledes ogsaa indtil den Linie, der angiver Falborgdalens ovenfor omtalte Overskæring i et Niveau af ca. 70 Fod o. H. af den 30—40 Fod dybere liggende Fjorddal (*126*, S. 172) ved Bortsmeltning af den »døde Is«, som i Falborgdalens vandførende Periode bar dens

Flodseng over Fjorddalen. Paa vedføjede Kort ses denne Linie som Grænsen mellem Falborgdalens ganske plane Overflade og det S.Ø. for denne i lavere Niveau beliggende kuperede Terrain, der sænker sig til de Smaasøer, som er opstaaet i Fjorddalens Bund.

Da Kendskab til Forholdene omkring denne Linie, men dog kun paa et ret smalt Areal, forekom Forf. af Interesse for Forstaaelsen af Jordsmonets Beskaffenhed, har Dr. A. Mentz i Viborg efter min Anmodning ydet disse Studier sin Bistand ved at foretage en nærmere Undersøgelse af den paagældende Strækning, dels mellem den Linie, i hvilken mine Undersøgelser standsede, og Grænsen for Overfladens Sænkning, altsaa til Grænsen mod Ø. af Falborgdalens nuværende Niveau i 70′ o. H., dels S. Ø. for denne Grænse omkring 60′ Kurven. Ved 15 nærmere studerede Profiler paa denne Strækning viste der sig en tydelig Forskel paa Jorden i den gamle Smeltevandsdals Bund og den i Fjorddalens sunkne Overflade: Den første angav overalt at have besiddet en Aldannelse af lignende Art som den foran beskrevne i den ikke opdyrkede Bund; den anden viste nogle Profiler ganske alfri og andre med et mørkt Absorptionsbælte under en blegsandsagtig Muldskorpe, men uden fast eller haard Al. I mange af Profilerne har dog Dyrkningen kendelig paavirket Absorptionsbæltets Beskaffenhed, og de Slutninger, der lader sig udlede af Forholdene i denne Linie, maa derfor drages med et vist Forbehold saaledes, at man kun kan betragte som sikkert, at den sammenhængende og haarde Aldannelse i den uforandrede Strækning af Falborgdalen ophører omtrent dér, hvor Sænkningen til Fjorddalens Niveau begynder.

Man tør formentlig heraf slutte, at Falborgdalens stærkt udviklede Aldannelser er opstaaet inden Bundisens Smelt-

ning i Fjorddalen og altsaa maa tilskrives Tundratiden, medens samtidig med Nedsmeltningen af den »døde Is« i Fjorddalen Temperaturen muligvis er steget saaledes, at de omgivende Morænebakker dækkede sig med den Skov af Bævreasp, Birk og Fyr (Allerødtid? begyndende boreal Tid?), i hvilke maaske forholdsvis snart (*64*, S. 232) den Egeskov vandrede ind, hvis Efterkommer endnu, tildels som Krat, beklæder de omgivende Bakker.

3. Skalsaa-Dalen.

Til Hedesletter fra Afsmeltningstidens 5te Stadium henregner Ussing Skalsaadalen (*126* S. 175). Da dennes Hedeslette paa en længere Strækning maa antages at støde til en uforstyrret Overflade, idet den mod S. begrænses af den anselige Lindum Skov, var der Anledning til der at søge analoge Forhold til de i Falborgdalen iagttagne.

Forholdene viste sig imidlertid meget forskellige fra Falborgdalens. Den gamle Smeltevandsdals Bredder laa nemlig, hvor Hovedmassen af Skovterrainet støder umiddelbart til Hedesletten, paa 30—35′ Kurven (Ussing angiver 30′ o. H.), medens den nuværende snævrere Skalsaadals Overflade ligger 20—25′ o. H., saa at de Vandstrømme, der altid har gennemstrømmet Dalen, har eroderet sig ned i Hedeslettens oprindelige Overflade og maa have forstyrret denne, der nu for Størstedelen er opdyrket. Kun et Sted fandt jeg Forhold, der kunde opfattes som analoge med Falborgdalens (Fig. 3).

Lindum Skovs Hovedmasse er beliggende paa en ret jævn, nordlig Skraaning, der sænker sig til Dalbunden fra 160—170′ o. H. Fra en Højde af 143′ o. H. (Skovstykket »Støvleskaftet«) til 21′ o. H. i en Strækning af 800 Alen, i hvilken Skoven bærer et umiskendeligt Præg af at være

den naturlige Vegetation, bestaaende af ældre eller gammel Bøgeskov, og som naaede helt ud til det nuværende Aaløb, undersøgtes Jordbunden ved Udgravning af en Række Profiler. Det viste sig, at den bestaar af stenet, stundom svagt leret Sand, ganske uden Al og med en skør muldet Overflade. Kun i Nærheden af Aaen mellem Højdekurverne 30 og 35 Fod fandtes et lille, nogle Tdr. Ld. stort Areal med horizontal Overflade af anden Beskaffenhed end den omgivende gode Bøgeskovbund. Arealet har tilsyneladende udgjort en Vig i den gamle Smeltevandsdals sydlige Bred og er nu bevokset med Lyng; den synes ikke før at have baaret Skov, men er for faa Aar siden tilplantet med Gran. Paa dette Areal har Jordbunden følgende Beskaffenhed: Under 4 cm Lyngmor findes et 21 cm mægtigt, stærkt humusblandet og fast Lag af Blegsand og derunder 23 cm haard, brun Al.

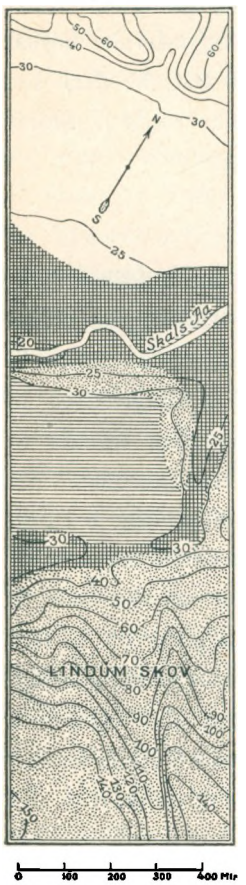


Fig. 3. Et Afsnit af Skalsaadalen.

Det forekommer mig sandsynligt, at dette lille Areal er en Rest af den oprindelige, alførende Smeltevandsdal. Gaar man nemlig i den samme Linie videre tværs over Dalen, træffer vi denne udformet i to Terrasser, den nordlige øverste i Højderne 25—30′ o. H. og med Sandbunden i Overfladen, den sydligere i Højden 20—25′ o. H. med en overlejret Tørvemasse, efter Meddelelse af

Dr. A. MENTZ af mindst 6′, i hvilke det nuværende Aaleje befinder sig. Erosionen har altsaa borttaget fra 5—15′ af Smeltevandsdalens Grund og maa derved have bortført Allaget, om et saadant har forekommet dér ligesom i den foran nævnte Vig, der har ligget udenfor de eroderende Vandstrømmes Løb.

Til Skalsaaens Floddal hører Rødsø, der med sine Enge paa tørveagtig Bund (mellem 14 og 19′ o. H.) danner en Vig i Aadalens sydlige Bred. Denne Sidedal begrænses i sit sydligste Parti af naturlig Jordbund, idet den her omsluttes af Sødal Skov, en karakteristisk gammel Egeskov med Underskov af Hassel, naar man ser bort fra de sidste Decenniers Forstyrrelser af den naturlige Vegetation, ved Hugster og nogen Indplantning af Bøg og Naaletræ. Mellem Søgrænsen (her Enggrænsen) op til omtrent 30′ o. H. er denne Skovs Jordbund stærkt podsoleret; højere oppe ad Bakkeskraaningerne, der naar mellem 100 og 130′ o. H., og hvor Egeskoven har været mindst udsat for Indgreb, dannes Bunden af typisk Sandmuld, strøgvis med stærkt affarvet Overgrund (se Kap. VI, 6, B). Nogen fast Al eller konstant Højdegrænse for Podsoleringen som i Viborg Krat har jeg ikke fundet hér. Men de Rødsø begrænsende Arealer har ogsaa en ganske anden Dannelseshistorie end de, der begrænser Falborgdalen ved Viborg. Ifølge USSING maa Rødsø under Skalsaadalens »Dannelse have været isfyldt og kan antages at repræsentere Isrester, efterladte paa de dybeste Steder i den gamle Hobro—Viborg Fjorddal« (*126*, S. 176). Den har derfor ikke gennemløbet Tundrastadiet som Falborgdalen ved Viborg, og desuden har den ifølge A. JESSEN (*63*. S. 70) været oversvømmet i Stenalderhavets Tid omtrent til den nævnte Højde (30′ o. H.) og er derved sandsynligvis blevet dækket af et, om end maaske tyndt, øvre Allu-

vium. Det maa antages at disse forskellige Forhold er Aarsag til, at vi ikke i Rødsøs Omgivelser finder tilsvarende Forhold som i Falborgdalens.

4. Gudenaa-Dalen ved Silkeborg.

Defileerne gennem Morænelandskabets vældige Bakkepartier i Omegnen af Silkeborg har i Afsmeltningstidens senere Stadier, ifølge Ussing det 6. og 7., været gennemstrømmet af Smeltevandsfloden, der nu repræsenteres af Gudenaaen (S. for Silkeborg »Remstrup Aa«). Størsteparten af dette Smeltevandsløb ved Silkeborg og videre opefter imod S. Ø. indtages nu af et System af Søer, der efter Ussing's Tydning maa have været isfyldte (*126*, S. 204) i Afsmeltningstiden, ogsaa i dennes yngre Afsnit, efter at Vandet har kunnet faa Afløb til Randers Fjord. Et Studium af dette Smeltevandsløbs Indvirkning paa Jordbunden under Tundratiden skønnedes lettest at kunne drives, hvor Vandet udenfor disse Sødannelser har banet sig Vej mellem Morænebakkerne paa senere uforstyrret Terrain; derfor er valgt en Strækning umiddelbart S. for Silkeborg, hvor Remstrup Aa passerer Silkeborg Statsskove.

Det valgte Terrain ligger mellem Byen og Brassø, og Smeltevandsdalen, der ifølge Harder (*44*, S. 137) især tilhører det yngste Afsmeltningsstadium (ifølge Ussing det 7.), har her en Længde af $1^1/_4$ km og en gennemsnitlig Bredde af 1400 m (Fig. 4). Jordbunden har næsten overalt været bevokset med naturlig Skov indtil Slutningen af det 18. Aarhundrede og er endnu for Størstedelen skovbevokset.

Kortet viser, at den studerede Del af Floddalen i sin oprindelige Form har dannet en næsten plan Overflade med en gennemsnitlig Højde af 90′ o. H., strækkende sig fra Foden af Morænebakken, Kobskov, i V. til Foden af Nord-

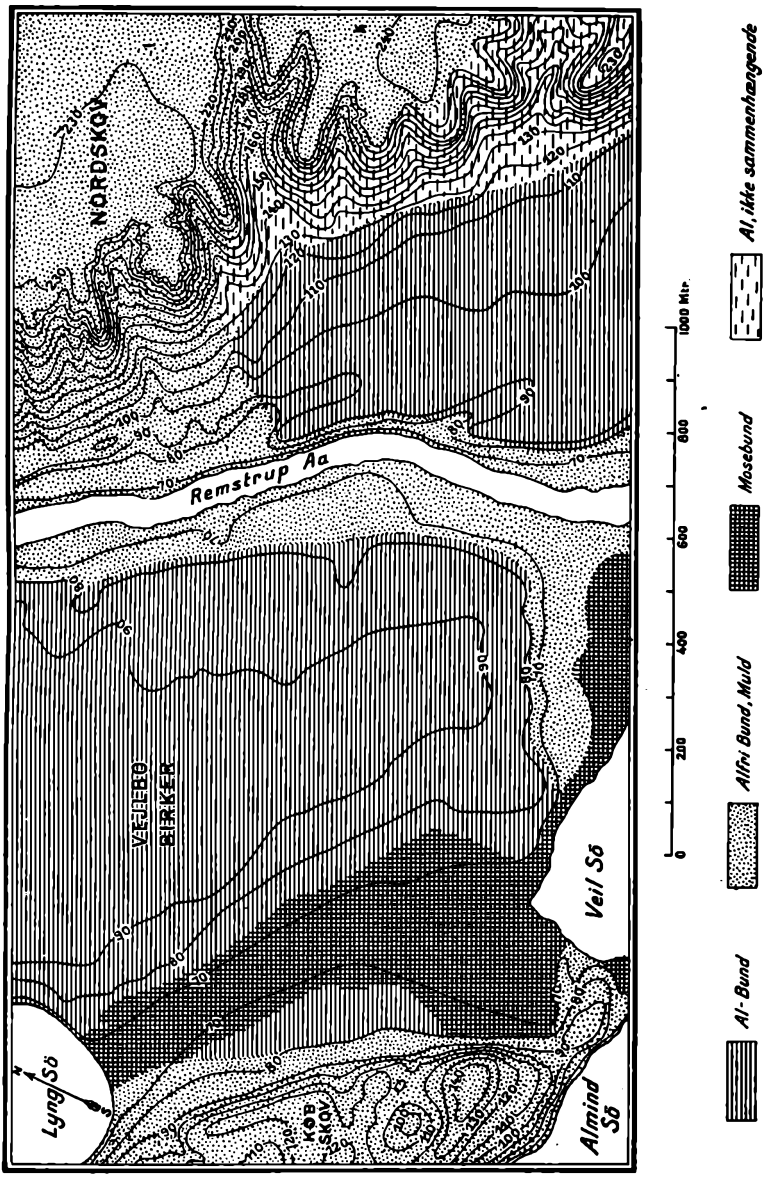


Fig. 4. Et Afsnit af Gudenaadalen S. for Silkeborg.

skovens anselige Højder med stejlt Affald imod Dalen i Ø.; her skraaner Dalens Overflade noget op mod Bakkefoden, utvivlsomt et Resultat af Sandtilførsel fra de stejle Bakkeskrænter. Dette Dalstykke henhører derfor, skønt skovbevokset, til de »smaa Hedesletter« og tilhører blandt disse den samme Type, som den foran omhandlede Del af Falborgdalen. Men disse to oprindeligt ensdannede Dalstykker har ved den Udvikling, som hver af dem har faaet, modtaget et ganske forskelligt Præg, idet Gudenaadalen stadigt har ført en Vandstrøm, der har virket eroderende og fremkaldt Terrassedannelse, medens Falborgdalen tidligt er bleven tør og derfor har bevaret sin oprindelige, erosionsfri Overflade.

Erosionen i Gudenaadalen, tilsyneladende opstaaet under Formindskelse af Vandføringen, har fremkaldt to forholdsvis smalle Løb i den oprindelig brede Dalbund, et vestligt, der nu er fyldt med Tørvedannelse (Vejlbo-Mose), og et østligt, der synes uafbrudt at have været vandførende og nu indeholder Lejet for Remstrup Aa. Hele den ældste Overflade fra Bakkefoden i V. til Bakkefoden i Ø. er stærkt podsoleret og indeholder en sammenhængende mægtig Al, hvorimod der i Remstrupaa-Løbet findes en Erosionsterrasse af ret anselig Bredde, ca 10′ under den oprindelige Overflade og adskilt fra denne ved en brat Skrænt, hvilken Terrasse er ganske alfri, muldet og bærer velvoksen Skov, medens den gamle øverste Terrasse ved sin tarvelige Bevoksning viser Allagets Indflydelse. Paa Østsiden af Remstrup-Løbet synes den tilsvarende Terrassedannelse at være borteroderet af det nuværende Aaløb.

De to Erosionsrender i den oprindelige Smeltevandsdals Bund har delt denne i tre Afsnit, et smallere vestligt mellem Vejlbo Mose og den vestlige Bakkefod, det brede Midtparti mellem de to Erosionsrender og et anseligt østligt mellem

Remstrup Aa og Nordskovens bratte Skraaning, der fra et Plateau, 220—250′ o. H., falder ned til Smeltevandsdalens Overflade. Dette Afsnit er mindre tydeligt begrænset end de to andre.

Følger man Aaens Løb fra N. til S. paa det undersøgte Areal, finder man dens østlige Bred i en Længde af 4—500 m dannet af en alfri muldet Bøgeskovs-Bund, som gennem en nogenlunde jævn Skraaning stiger op til Bakkepartiets Plateau i 220′ Højde. Paa denne Strækning ligger saaledes hele Smeltevandsdalens øverste Terrasse vest for det nuværende Vandløb. Fortsætter man derefter længere sydpaa, ses Bakkeskraaningen at gaa over i stejlere Affald, der trækker sig længere og længere bort fra det nuværende Aaløb og derved giver Plads for tredie Afsnit af Smeltevandsdalens ældste Overflade, »Naaege-Sletten«, der er bekendt for sin mægtige, sammenhængende og haarde Al, øverst af tørveagtig Beskaffenhed (*47*, S. 389). Slettens Højde er nærmest Aaen ca. 80′ o. H. ligesom andre af Smeltevandsdalens ældste Overflader; men den stiger ret jævnt hen imod Bakkefoden, til omtrent 110′ Kurven, øjensynligt under Indflydelse af de fra Bakkesidens bratte Skraaninger nedskyllede Sandmasser, som Ussing anfører som almindeligt forekommende i denne Egn (*126*, S. 178).

Paa denne Strækning af 7—800 m af det vedføjede Korts Areal og længere imod Syd begrænses Naaegeslettens Albund mod Øst ved Bakkeskraaningens Fod ikke af Muldbund, men af Morlag af vekslende Tykkelse og af Aldannelser af en væsentlig anden Karakter end Slettens. Den er mere uregelmæssig; Allaget er ikke tilstede overalt, men er hist og her afbrudt af alfri Pletter; Blegsandslaget er af meget vekslende Tykkelse og kan stige i Mægtighed til over 1 m,

og den hele Formation aftager i Mægtighed, jo højere man kommer op ad Bakkeskraaningen[1], for ganske at tabe sig, inden den helt har naaet Plateauet, der bestaar af alfri, muldet Bund med god Bøgeskov.

Ved Statens Overtagelse af Silkeborg Skovdistrikt i 1823 var saavel hele Naaegesletten som de alholdige Bakkeskraaninger en Lynghede, der ved Distriktsplanen af 1840 betegnes som Lyngslette, forsaavidt den ikke var beplantet med Naaletræ; men Lyngheden har dog efter foreliggende Aktstykker haft en spredt Bevoksning, dels af regelmæssig Birkeskov, dels af Smaatræer, blandt hvilke Birken synes at have været den fremherskende med indblandet Eg, Asp og Ener samt enkelte Bøgepurrer, en Trævegetation af samme Art som paa mange andre Hedebakker i Silkeborgegnen. Vi skal komme tilbage til denne Vegetation i Kapitel VI.

De meget uregelmæssige Blegsands- og Aldannelser paa disse stejle Bakkeskraaninger maa vistnok anses som i det væsentlige alloktone (Hesselman), og om deres Alder lader sig vanskeligt slutte noget. De kan muligvis være opstaaede ved Skovens Ødelæggelse (hensynsløs Hugst, Skovbrand). Men Forf. skønner ikke rettere, end at de ogsaa kan være af samme Alder som selve Smeltevandsslettens sammenhængende Aldannelser, opstaaede i Bakkepartiernes tørre Tundra (den arktiske Lynghede, *131*, S. 48—50). Det er nemlig vanskeligt at tænke sig, at de store Masser af nedskyllende, meget humusholdigt Vand, som maa have foranlediget de stærke alloktone Alaflejringer, skulde være udgaaet fra Bakkepartiets nu muldede og alfri Plateau.

[1] Ifølge Oplysning af Distriktets Skovrider, Hr. Bojesen, der godhedsfuldt har deltaget i dette Areals Undersøgelse.

5. Skjern-Aa Dalen ved Hastruplund.

Ved at eftersøge i Skjernaadalen lignende »Jordbundsrelikter« fra Afsmeltningstiden som dem, der foran er paapegede i nordligere beliggende Smeltevandsdale, har Forf. ikke kunnet tage USSINGS Arbejder til Grundlag, da hans Undersøgelser ikke har strakt sig til den paagældende Egn. En anden Vanskelighed hidrører fra, at Skjernaaens østlige Omland, den sydlige Del af Brande—Paarups Hedeslette, næsten overalt forlængst er opdyrket og næppe har efterladt anden af Kulturen uforstyrret Bund end de faa og smaa Skovrelikter, som her findes (Fig. 5); der er ikke levnet Forf. andet Forarbejde til hans Studium end USSING's originale Arbejdskort til en skitsemæssig Indlægning af den baltiske Isstrøms Hovedopholdslinie ogsaa i denne Egn; trods Materialets Begrænsning synes dog Iagttagelser fra Skjernaaens østlige Omland at have nogen Interesse for disse Studier.

Efter at have traadt ud af det Pas i Morænelandskabet, hvor Vandskellet i den Del af Jylland ligger, og hvor Gudenaaen næsten mødes med Skjernaa, passerer denne mellem høje, tildels skovløse Morænebakker de dybt liggende Rørbæk- og Kulsø og løber endnu 2 km mellem eller ved Foden af 100′ højere liggende Bakker, for endelig — ifølge USSING's Kortangivelse — ved Hastrup Sø at træde ud paa Hedesletten.

Dennes Højde ligger, som det ses paa vedføjede Kort, Fig. 5, mellem 205 og 210′ o. H.; men Aadalen ligger endnu ved dens Udtræden paa Sletten ca. 40′ dybere, udvidet til en større Indsænkning i Sletten med ret stejle Bredder og med Hastrup Sø i Bunden. Der er dog formentlig Grund til at antage, at Vandløbet umiddelbart efter Slettens Dannelse har ligget nærmere dens Overflade. Søen er nemlig

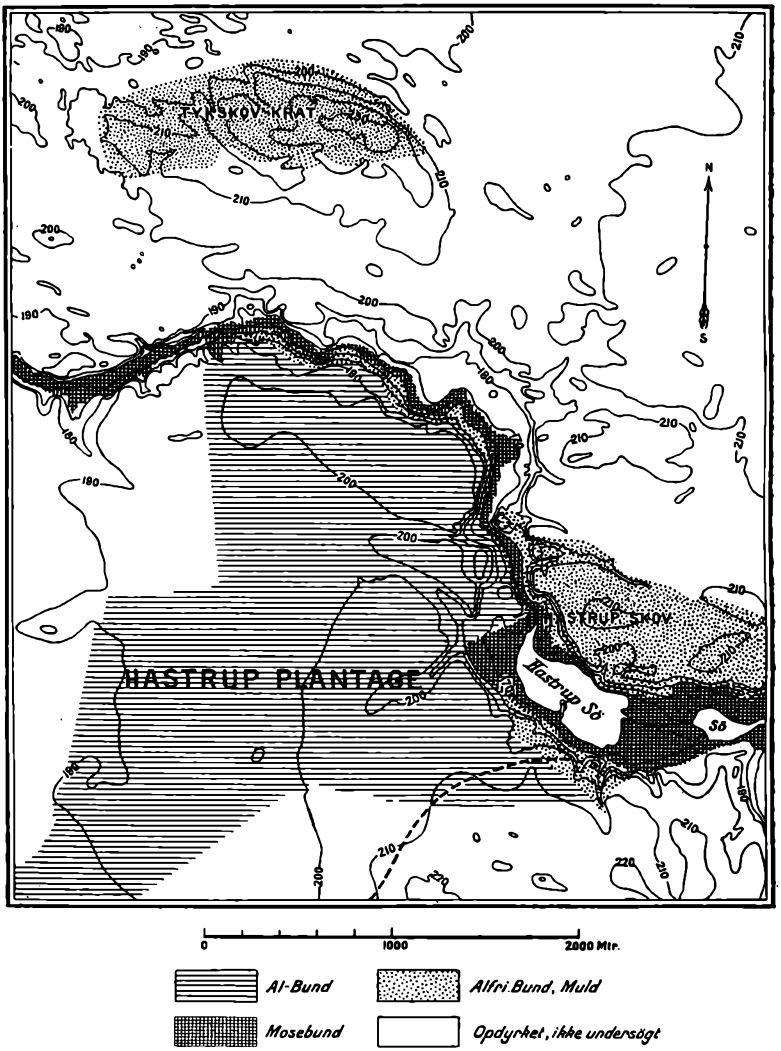


Fig. 5. Et Afsnit af Skjernaadalen ved dens Udtræden i Hedesletten.

betydelig dybere end det øvrige Aaleje efter en af Skovrider Wielandt velvilligt foretagen Undersøgelse: »Det lykkedes ingensteds i Søen at naa fast Bund med en Stage, der var

over 4 m lang, medens der i dens Afløb mod Nord (Skjern Aa) kun er 1 m og derunder til fast, gruset og stenet Sandbund.« Det maa derfor antages, at denne Kedel ved Hedeslettens Østgrænse har været isfyldt, medens Isranden strakte sig umiddelbart i Nærheden af eller over dens Areal[1], og at der her er efterladt »død Is« under Afsmeltningens tidligere Stadier, medens den omgivende Slette dækkedes af Vegetation og Smeltevandet dannede sit fortsatte Løb ved Erosion i Slettens Overflade. Ved Jordisens senere Smeltning maa derefter den kedelformige Indsænkning, i hvilken Søen ligger, være opstaaet.

Langs dennes nordlige Bred, paa Indsænkningens ret jævne Skraaning fra Erosionsdalen op til Hedeslettens Niveau, findes paa en Strækning af ca. 1600 m et Egekrat Hastruplund, af sædvandlig Type med Træer paa indtil 20—30′ (hvorom nærmere i Afsn. VI) samt navnlig mod Øst lavere Kratbuske spredte i Lyngen paa en smal Bræmme langs Hedeslettens Kant. I Krattet bestaar Jordbunden af groft Sand uden Al og med muldet Overflade, i dets højere Partier svagt podsoleret. Paa Indsænkningens Sydside gaar Søens dyndede og tørveagtige Aflejringer helt ind til den stejle Skrænt og lader derfor ikke Plads til noget Skovareal.

Er den meddelte Opfattelse af Terrainets Dannelse rigtig, maa dettes skovbærende Skraaning være yngre end den omgivende Hedeslette og har ved Terrainets Relief givet en gunstig Lejlighed til Afvanding af de nærmest liggende Arealer, der er skovbevoksede.

Den omgivende Hedeslette er, som nævnt, næsten overalt opdyrket, og en Undersøgelse af dens Jordbund har der-

[1] Paa Fig. 5 er Isens Hovedopholdslinie indtegnet efter Ussing's i Mineralogisk Museum opbevarede Arbejdskort. Liniens Fortsættelse mod N. Ø., N. for Skjern-Aa Dalen, falder udenfor Kortets Ramme.

for kun kunnet udføres i de til Skovplantning indtagne Arealer, der udgør den 850 Tdr. Ld. store, Staten tilhørende Hastrup Plantage, som paa alle Sider omgiver den Indsænkning, i hvilken Søen ligger. Men ogsaa Plantagens Areal har tidligere for en stor Del været dyrket, hvilket nødvendigvis har maattet paavirke Graden af Bundens Podsolering. En Undersøgelse af Distriktets Skovrider har imidlertid gjort det sandsyndligt, at den Del af Hedesletten, som omgiver den omhandlede Indsænkning, overalt har været alførende. Der undersøgtes 20 Profiler, spredte over hele Plantagen, som indtager det paa Kortet viste Terrain syd og vest for Skjernaa. Af disse Profiler har 8 haard Al af 25—30 cm Tykkelse under 10—15 cm Blegsand, medens i Resten af Profilerne Alen af samme Tykkelse og Afstand fra Overfladen befandtes af Konsistens som Rødjord.

Men i denne Hedeslette hæver sig N. for Skjernaaen en lille Bakkeø med naturlig, af Kultur uberørt Bund i en Højde af indtil 35′ over Sletten. Den er bevokset med Egekrat paa alfri Bund med muldet Overflade, »Tykskov Krat«.

Denne Lokalitet ved Skjernaaens Udtræden fra Moræneterrainet paa Hedesletten frembyder saaledes Forhold mellem alførende og sandmuldet Bund, der viser iøjnefaldende Ligheder med de foran omhandlede Lokaliteter, hvor vi har kunnet iagttage den alførende Hedeslettes Sammenstød med gamle Skovrester paa alfri Bund.

6. Karup Hedeslette og Karup Dalen.

»Karup Hedeslette staar vel i Flademaal tilbage for Sønderomme Hedeslette, men dens store Bredde og især den Omstændighed, at Fladen kun inde ved Omkredsen er afbrudt af Bakkeøer, gør den til den anseligste og mest storslaaede af vore Hedesletter« (Ussing). Af dette store

Omraade har kun den nord for de nævnte Bakkeøer (Bording- og Ikast-Bakkeø) beliggende Del af Hedesletten, der er optaget paa medfølgende Kort, ialt ca. 600 Kvadratkilometer, kunnet inddrages i Undersøgelsen, og denne har endda paa store Omraader maattet indskrænkes til en Orientering.

Under Henvisning til Ussing's udførlige, geologiske Redegørelse for »Hedeslettens Bygning« skal her kun dens Hovedtræk bringes i Erindring.

Fra Indlandsisens Rand ved den baltiske Isstrøms Hovedopholdslinie i denne Del af Jylland, en Linie, der fra Egnen ved Dollerup gaar i sydlig Retning, er Hedesletten et Skraaplan med overordentlig svag vestlig Hældning, der gennem en Indsænkning mellem de i den vestlige Del af Jylland beliggende store Bakkeøer udmunder i Vesterhavet. Hedesletten er dog ikke et nøjagtigt Skraaplan; i dens Bygning indgaar som Hovedled et Antal flade Kegleudsnit med veludviklede Toppunkter paa tre forskellige Steder, der fra N. til S. er beliggende ved Dollerup, Moselund og Sebstrup. Sletten gennemstrømmes af to Hovedaaløb, af hvilke Storaaen oprindelig var det eneste; det fulgte Slettens Begrænsning af de vestlige Bakkeøers Fod og førte Smeltevandet gennem Holstebro-Lavningen mellem Bakkeøerne ud i Vesterhavet, ligesom Aaen nu ad samme Vej fører Vandet fra Størstedelen af dette Landskab til Havet. Det andet Hovedvandløb var Karup- eller Skive-Aa, der er yngre. Den dannedes først efter Bortsmeltningen af den Israndstrand, som fra Dollerup oprindelig strakte sig mod V. ud til Vesterhavet og dannede Hedeslettens Nordrand; herved blev der nu aabnet Vandet Afløb over Hjelm-Hede til Limfjorden.

Den foreliggende pedologiske Undersøgelse af dette Areal har haft følgende Omraade, der indeholdes paa medfølgende Kort.

Paa Dollerup Aflejrings-Kegle er lagt en Undersøgelseslinie i Keglens naturlige Faldretning fra et Punkt i 210 Fods Kurven tæt N. for Landsbyen Frederiks-Kirke, omtrent 4 km fra Isens Opholdslinie, nedad Aflejringskeglen i sydvestlig Retning over Karup-Dalen lidt S. for Hesselvig og ca. 1 km ind paa Hedesletten paa den anden Side af Dalsystemets Erosionsrand. Denne Linies Længde er ca. 14½ km. Endvidere er Karup-Dalens Jordbund undersøgt paa en Strækning af ca. 6 km paa begge Sider af Jernbaneoverskæringen, ialt 12 km fra Høgildbro i Nord til Agerskov i Syd. Fremdeles er undersøgt et betydeligt Antal Profiler udenfor de nævnte Linier mellem Aadalen og Israndslinien og et noget mindre Antal mellem Karup-Dalen og Hedeslettens vestlige Rand, samt en Del omkring Skiveaas vestlige Biaa, der flyder forbi Gindeskov og Haderup og falder i Skiveaa ved Hagebro. Derimod er Storaa-Dalen, der, som nævnt, paa Størstedelen af det undersøgte Areal danner Hedeslettens Vestgrænse ved Foden af Bakkeøerne, ikke undersøgt. Den synes at have mindre Betydning end de nævnte Strækninger for Forstaaelse af Hedeslettens Jordbund.

Paa dette Materiale er den nedenfor fremsatte Opfattelse af Karup Hedeslettes Jordbund bygget. Et større Antal Undersøgelser havde naturligvis været ønskeligt; men under Hensyn til Slettens Ensartethed paa store Strækninger har Forf. dog ment, at væsentlige Varianter ikke er undgaaet Opmærksomheden.

Med Hensyn til den videre Skildring af Karup Hedeslette henvises til vedføjede Kort. N. V. Ussing har ogsaa ledsaget sin Afhandling af et Kort, forskelligt fra det her meddelte. »Dale og Klitter, de grønne Enge og Mosestrækninger .... de talløse Kæmpehøje — alt hvad Erosionen, Vinden, Plantevæksten og Mennesket har frembragt i Hede-

sletten, det maa der i denne Forbindelse ses bort fra .... Borttager man nu de Dele af Højdekurverne, som afhænger af Klitter og af smaa Erosionsrender o. s. v., bliver Billedet regelmæssigt og saaledes, som det vedføjede Kort udviser«. (USSING *125*, S. 125). Med andre Ord USSING har paa Grundlag af Generalstabens »fortrinlige Kort« konstrueret et geologisk »Oversigtskort« over Karup Hedeslette. Men den pedologiske Undersøgelse, som her er Opgaven, maa medtage paa sin Fremstilling af Hedesletten det, som den geologiske Fremstilling har borttaget af sin; thi det er netop saadanne Elementer, der er af Betydning for den vegetationsbærende Del af Jordskorpen. Det her vedføjede Kort er derfor en Kopi af Generalstabens Maalebordsblade, i hvilken der kun saavidt muligt er udeladt alt, hvad der skyldes Kulturindflydelse, altsaa Veje, Bygninger, opdyrkede Arealer o. dsl.

Karup-Dalens interessante Overfladeformer viser to Terrasser over den nuværende Aadal, i hvilken selve Vandløbet snor sig fra Bred til Bred. Nedenfor Karup By, hvor Dalsystemet er bredere, træder disse Terrasser tydelig frem; ovenfor dette Sted, i den smallere Del af Dalen synes de for en Del udslettede ved senere Erosion, især langs den vestlige Side. Fra USSING's Arbejde er laant den hostaaende Fig. 6, der viser et Gennemsnit af Dalen 5 km nedenfor Karup. Paa dette Snit er øverste Terrasse kun synlig paa Dalens Østside, medens den paa Vestsiden er borteroderet. Forskellig herfra er den ovenfor omtalte, til nærværende Undersøgelse valgte Linie, der passerer Dalen ca. 1 km nedenfor Karup; dette Profil viser en Borterodering af Grænsen mellem 1. og 2. Terrasse paa Østsiden, medens den vestlige Bred viser begge disse Terrasser tydelig, første Terrasse S. for Hessellund.

Men af væsentlig Betydning for den pedologiske Forstaaelse af Hedeslettens Jordbund er det, at denne Dal deler Sandaflejringen i to saa at sige fuldstændig adskilte Dele, idet Erosionen er skredet saa langt frem, at det nuværende Aaløb hviler i en anden Formation, især i tertiære Dannelser. Det er E. Dalgas, som denne Oplysning skyldes (*24*, S. 46—47), anført af Ussing uden Kommentar (*125*, S. 140). Dalgas meddeler en Række Iagttagelser fra Aaens nedre Løb mellem Resen og Karup, og Forf. kan tilføje en endnu. Ud for »Aahuse« fandtes i 2. Terrasses bratte Brink ned

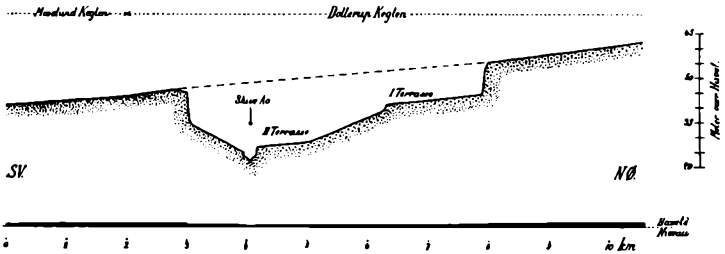


Fig. 6. Tværsnit af Karup Dalen, 5 km nedenfor Karup. Højde til Længde som 50 til 1. Den sorte Linie forneden viser samme Profil i rigtigt Forhold mellem Højde og Længde. — Efter N. V. Ussing, *125*.

mod den nuværende Aadal, 9 Fod under Terrassens Overflade, stenfrit, fint sandet Ler, der ved en skarp Grænse er adskilt fra det overliggende, grove og lerfri Hedesand. At Karup-Dalens Bund har naaet ned til vanskeligt vandgennemtrængelige Lag maa vistnok, som vi senere skulle se (Kap. III), faa Betydning for Hedeslettens Fugtigshedsforhold. Ved denne Afbrydelse af Sandbelægningens Kontinuitet deles Karup Hedeslette i et smallere, østligt Parti og den store, vestlige Flade.

Betragter man først det østlige Parti, der af Aaen afskæres af Sletten, da bemærkes, at den Del, som vedføjede Kort rummer, omfatter den øverste Del af de to Aflejringskegler, der henhører under Gletscherportene ved

Dollerup og ved Moselund. Kortets Kurver og Erosionsrendernes Forløb viser Kegleoverfladernes Hældningsretninger, der ses at mødes i den Linie, i hvilken Aaresvadaas Dal ligger. Den udmunder i Karup-Dalen og kan forfølges imod Ø. et Stykke ind i Morænelandskabet gennem Isens Opholdslinie. »Denne Dal har udviklet sig i den oprindelige Lavning mellem Dollerup- og Moselundskeglerne« (Ussing *125*, S. 137).

a. Af disse to Aflejringskegler er Dollerup-Keglen den, hvis Overflade er den mest regelmæssige.

I en Afstand af 4—5 km fra Keglens Toppunkt (Gletscherporten), der ligger 240—250′ o. H., udstraaler der Erosionsdale, der bliver dybere og større, jo længere de kommer fra deres Udgangspunkt. »Vandstrømmen har ikke bevæget sig over Keglen som en samlet Strøm i bestandig skiftende Slyngninger, saaledes som Tilfældet er i de egentlige Flodsletter, men den har opløst sig ligesom i et Straalebundt af Smaastrømme, der i næsten rette Linier løber ned ad Overfladen til forskellige Sider« (*125*, S. 126). »Men denne Aflejringsform er karakteristisk for Aflejringskegler (alluvial cones), som opstaar, hvor rask strømmende Floder eller Vildbække træder ud paa det flade Land« (*125*, S. 125).

Af disse Gletschervandets Erosionsrender i Aflejringskeglen er nu »de fleste helt tørre og forladte« (*125*, S. 137); de maa allerede under dens Dannelse have bidraget til en overfladisk Afvanding af Sandmasserne og Indskrænkning af Sandmassernes Forsumpning i Keglens østlige Afsnit. Betragter man nærmere deres Forløb, vil man se, at de fleste ikke gaar ud over Randen af Aflejringskeglen, de fortsættes ikke over 1. Terrasse, og ingen gaar ned i 2. Terrasse uden de to, i hvis nederste Løb en ubetydelig Bæk er blevet tilbage (Resenbæk og Høgildbæk). Da det nu af Ussing's

Undersøgelse fremgaar, at Dollerupkeglens øverste Del grænser til et »Morænelandskab, hvis Middelhøjde er indtil 10 m lavere end Hedeslettens Overflade og har Fald mod N., saa at Hedeslettens Rand danner Vandskel« (*124*, S. 118), maa man formentlig slutte, at Dollerupkeglens Overflade er udformet paa den Tid, da Gletschervandets Udstrømning var paa sit Højeste, og at 1. Terrasse dannedes ved Vandmængdens Aftagen, saasnart Isranden begyndte at trække sig tilbage til en østligere Linie, medens 2. Terrasse opstod, efter at al Vandtilførsel over Aflejringskeglen er ophørt ud over den ringe Mængde meteorisk Vand, som denne har ladet passere gennem sine mægtige Sandlag. Dollerup-Keglens Overflade kan derfor kun i forholdsvis kort Tid være overstrømmet af Gletschervandet og har derfor i ringere Grad været udsat for dettes Indflydelse end Bunden af en Smeltevandsdal (Falborgdalen, Gudenaadalen), hvis Vandmasser ikke kan være standsede ved en kort Tilbagerykning af Isranden. Da endvidere 1. Terrasse ifølge Ussing tilhører Stagnationstidens Slutning (3. Stadium, Ussing *126*. Kort), maa man antage, at hele Dollerup-Keglens Overflade Ø. for Skive Aa, tilligemed dens øverste Terrasse med dens nuværende Relief har passeret Tundrastadiet. Hvor Kulturindgreb ikke har fundet Sted, maa derfor den nævnte Del af Dollerupkeglen endnu have samme Skikkelse, som den havde, da Tundravegetationen dækkede dens Overflade. (Om anden Terrasses Alder se nedenfor.)

Store Dele af Dollerup-Keglen, især henimod dens østlige Grænse, er opdyrkede — det var her, at de tyske Kolonister i Slutningen af det 18. Aarhundrede fik anvist Jord til Opdyrkning —; men anselige Strækninger henligger endnu (1918) urørte, saaledes Strækninger langs den valgte Undersøgelseslinie.

Paa denne Strækning Areal indtil 1. Terrasse viste alle af Forfatteren undersøgte Profiler en stærk Podsolering af meget ensartet Beskaffenhed. Under den nærmest mørkebrune (ikke dybt sorte) Mortørv fandtes et Blegsandslag, hvis Mægtighed svinger omkring 10 cm, og et Allag af mellem 20 og 50 cm Tykkelse. Begge disse Lag udmærker sig ved stor Tæthed og stort Humusindhold; Allaget er vistnok overalt væsentligst Humusal. Det er mindre fast end de i Falborg-Dalen og det undersøgte Parti af Gudenaa-Dalen forekommende, og horisontale Alstriber under det egentlige Allag er ikke bemærket; kun for et Profil noteredes fast og haard Al af Type Tab. 1 Fig. 4 i 79.

Paa øverste Terrasse fandtes derimod paa begge Sider af Karup-Dalen overalt haard Al med en Mægtighed af Lagene som ovenfor Terrassegrænsen, men med Morskjold af sort Farve. — Anden Terrasse vil for alle Afsnit under et blive beskrevet nedenfor.

b. Grænsen mellem Dollerup-Keglens og Moselund-Keglens Areal. Aaresvadaa-Dalen, der gaar gennem Isens Hovedopholdslinie ind i det Ø. for denne beliggende Morænelandskab, har den Ejendommelighed, at den førstes Side skraaner jævnt ned mod Aadalen, medens Moselund-Keglens Grænse præsenterer sig i Terrainet som en stejl Bakkeskrænt af betydelig Højde, der ender med et 180′ o. H. naaende Forbjerg i Karup-Dalen, hvis 2. Terrasse her ligger omtrent 60′ lavere. Det Spørgsmaal paatrænger sig, om det er sandsynligt, at to samtidige Vand- og Sandstrømme — hvilket Ussing mener, at de er (*125*, S. 129) — kan faa en saadan Sammenstødslinie. Det ser ud, som om Dollerup-Keglen maa have haft samme aabne Terrain til Aflejring af sine Sandmasser i denne Retning som mod V., da Aflejringen har samme Form i begge Retninger. Det ser ud,

som om den meget større og mere uregelmæssige Moselund-Kegle er ældre end den næsten skematisk regelmæssige og mindre Dollerup-Kegle, og at Aaresvadaas Vandstrømme har borteroderet den yderste, nordlige Tunge af Moselund-Keglen, inden Dollerupkeglen dannedes, saa at der er bleven Plads til dens regelmæssige Aflejringer i alle Retninger. Afgørelsen af dette Spørgsmaal maa dog henstilles til geologisk Undersøgelse; men Opmærksomheden henledes herpaa, da forskellige Træk i Moselund-Keglens Jordbund synes at tyde paa, at denne er noget ældre end Dollerup-Keglens. Saaledes findes i Kumpedals Plantage paa Moselund-Keglen paa en større Strækning en stærk Belægning af store Sten omtrent 3 km V. for Ussing's Israndslinie, hvilket synes at maatte skyldes et tidligere Stadium af Isranden (jfr. Ussing *125*, S. 141).

c. Moselund-Keglen (der for en Del ligger udenfor Kortets Ramme, ca. 5 km S. Ø. for dettes sydøstlige Hjørne) »begynder nær Moselunds Station (Aflejringskeglens Top er delvis borttaget ved senere Erosion) paa omtrent 265′ o. H.« »Hældningen er i den øverste Del gennemsnitlig 1 : 530« (*124*, S. 128) eller, regnet fra Toppunktet til dens Sammenstød med Dollerup-Keglen ved Aaresvadaas Udmunding i Karup-Dalen over 1 : 700 eller kun halvt saa stærk som sidstnævnte Kegles Hældning Ø. for Karup-Dalen, der kun naar 1 : 360. Med denne store Forskel i Overfladeform hænger det utvivlsomt sammen, at det store Straalebundt af nu tørre Erosionsrender, der udmærkede Dollerup-Keglen, og som vistnok allerede kort efter Vandtilstrømningens Kulmination maa have begrænset Dollerup-Keglens Forsumpning og maa have haft Indflydelse paa dens Aldannelse i Tundratiden, i mindre Grad findes i Moselund-Keglen. Dennes meget flade Sandstrækninger indeholder den store, øde Kumpe-

dalshede og Graahede, som nu kun rummer to Afvandingsrender til Karup-Dalen, nemlig Halleraa, der ligesom Aaresvadaa strækker sig gennem Ussing's Israud ind i Morænelandskabet, og Mosedal, der med et ubetydeligt Bækløb (Vallerbæk) strækker sig lidt ind i Aflejringskeglens Overflade.

Mellem Aaresvadaa og Halleraa i Aflejringskeglens tilsyneladende uforstyrrede Overflade over 180′ Kurven viser de undersøgte Profiler følgende Forhold: Under en brun Mor af 6—8 cm Tykkelse findes et mægtigt Blegsandslag af 20—30 cm Tykkelse og derunder fast Al af 25 til over 40 cm Tykkelse, der strækker sig omtrent halvt ned ad den stejle Skraaning mod Aaresvadaa-Dalen og næppe kan være yngre end Dollerup-Keglens Plateau, eller i hvert Fald dens øverste Terrasse. I Kumpedal og Graahede S. for Halleraa-Dalen fandtes dels en lignende Udvikling af Podsoleringen som N. for sidstnævnte Aa, men under en sort Lyngskjold, idet dog Blegsandslaget er betydelig tyndere, omtrent 5 cm, men underlejret af haard Al af indtil 50 cm Mægtighed, dels ringere udviklet Podsolering under en brunsort Lyngskjold. Da imidlertid denne Strækning, der indeholder den nuværende store Kumpedal Statsplantage, i hvilken Profilerne er udtagne, paa Videnskabernes Selskabs Kort fra 1800 angives som Flyvesand, saavidt vides efter den i 1783 stedfundne større Hedebrand (jfr. 24, S. 27), der paa forskellige Steder har paavirket Jordbunden forskelligt, har Uregelmæssighederne i Aldannelsen sandsynligvis hermed faaet deres Forklaring. Flyvesand fandtes for 50 Aar siden, da Arealet toges i Kultur, kun paa enkelte Pletter, medens Resten var almindelig lynggroet Hede.

d. Karup-Dalens 2. Terrasse har i Modsætning til Aflejringskeglens Overflade og i Modsætning til 1. Terrasse

i hele den undersøgte Længde fra Agerskov S. for Karup til Høgildbro N. for samme, ca. 12 km, en ganske alfri Bund, derunder de kær- og moseagtige Arealer, der paa flere Steder indtager denne Terrasses Overflade, saaledes den store Høgild Mose, tildels Kølvraa Mose og flere sumpede Strækninger højere oppe ad Aaen, hvor Grænsen mellem 2. Terrasse og den nuværende Dalbund for en stor Del er bort-eroderet. Da der paa denne Terrasse findes nogen Bebyggelse, og en betydelig Del af dens Overflade er opdyrket, kunde man have Mistanke om, at Alen under tidligere Opdyrkninger var forsvundet her i Omraader, som nu skønnedes at være urørt Hede. Herimod taler dog for det første, at Alen sjælden forsvinder saaledes ved Opdyrkning, at en Farvning af Profilets Absorptionszone ikke findes bevaret, og en saadan mangler ofte ganske i denne Terrasses Sandbund. For det andet er der i de lyngklædte, hedelignende Arealer flere Steder fundet et betydeligt Antal Urter, der er utvivlsomme Skovrelikter, som aldeles mangler paa 1. Terrasse og paa Aflejringskeglens uforstyrrede Overflade (se Kap. VI). Men endelig findes paa 2. Terrasse et stort Antal Rester af Egekrat paa alfri og muldet Bund, af hvilke der ikke findes Spor paa Aflejringskeglens højere liggende Afsnit undtagen paa et enkelt Sted under Forhold, der ganske svarer til Forekomsten, som er beskrevet fra Nørbjerg Krat, og hvortil vi skal komme tilbage i Kap. VI. Disse smaa Kratstumper, som vil findes nærmere beskrevet sammesteds, er trods deres Uanselighed indlagte paa Generalstabens Maalebordsblad for 1916. At denne Terrasse er yngre end 1. Terrasse er en Selvfølge; men at den ikke kan være en recent Dannelse fremgaar deraf, at der mellem Karup By og Høgild Bro paa en Strækning af ca. 6 km findes 9 Kæmpehøje, hvis Alder dog ikke er nærmere undersøgt.

Den nuværende 10—15′ under 2. Terrasse beliggende Aadal er overalt forsumpet og tildels ved Kunstanlæg omdannet til Enge paa tørveagtig Bund.

e. Hedesletten V. for Karup-Dalen. Stiger vi nu fra den alfri Muldbund i den sandede Slette paa Karup-Dalens 2. Terrasse op over den alførende 1. Terrasse, hvor denne endnu findes bevaret, til Dalsystemets vestlige Grænse i Hedeslettens oprindelige Overflade, hvilket i den valgte Undersøgelseslinie vil sige fra Højdekurven 100′ o. H. til 160′, møder vi atter den oprindelige Kegleoverflades stærke og dybe Podsolering med sammenhængende, haarde Allag, der i Hovedsagen har denne Karakter over hele den store Hedeslette helt hen til dens Vestrand i Storaa-Dalen.

Karup-Dalens vestre Bred har en anden Karakter end den østlige, der paa første Haand modtog Tilstrømningen fra de to ovenfor omhandlede Toppunkter ved »Gletscherportene«. Til de talrige Erosionsrender, der udmundede i Karup-Dalens østre Bred, træffer vi ikke noget tilsvarende i den vestlige, der som en næsten ubrudt Flade strækker sig de ca. 24 km fra Egnen N. for Bording-Bakkeø til henimod den Egn, i hvilken Karup-Dalen munder ud i Hjelm Hede ved Hagebro. Først her afvandes en større Del af Hedesletten til Karup-Dalen gennem Haderup-Aa med dens Biaaer, hvis Lejer indtil Egnen ved Gindeskov og Baslund, ca. 10 km., er dybt nedskaarne i Hedesletten. De faa og lidet dybe Erosionsrender, der for øvrigt fra Karup-Dalen strækker sig ind i denne Del af Hedesletten, fjerne sig kun lidt fra Dalens Rand; man kan derfor anføre, at Karup-Dalen i ringe Grad afvander Hedeslettens store vestlige Parti, forsaavidt dette sker ved Erosionsrender i Overfladen.

Alle de øvrige Vanddrag, der findes i denne Slette, følger dens naturlige Fald mod N. V., og dette Fald er meget

ringe, omtrent 1 : 800 fra den Højde, i hvilken vi steg op paa Sletten fra Karup-Dalen i 160' Kurven, til Hodsager, hvor Hedesletten træder ind i Holstebrosnævringen mellem de vestlige Bakkeøer; derfor er denne Del af Sletten for en stor Del forsumpet, og de lidet vandførende Lavninger ganske overfladiske og uden kraftig Erosion. Den af disse Forhold resulterende ret høje Grundvandstand har præget Podsoleringen i denne Del af Karup Hedeslette, hvor den paa mange Strækninger optræder i Form af Myremalms-Dannelser i flere forskellige Former, for hvilke vi skulde gøre nærmere Rede i Kap. II.

I den dybt nedskaarne Haderup-Aas Sider træffes der paa de Steder, hvor Bunden ikke er indtaget af recent Hededannelse, alfri Muldbund med Skovrester ligesom paa Karup-Dalens 2. Terrasse, nemlig ved Gindeskov og Haderup, nærmere omtalt i Kap. VI, og hvor Terrainet hæver sig over Hedeslettens Niveau træffes ligeledes alfri Muldbund som beskrevet i Tykskov-Krat, i Skernaa-Dalen, nemlig paa den lille isolerede Lindbjerg Bakkeø, og paa nogle anselige, gamle Flyvesandsarealer ved Gindeskov. Paa alle de her nævnte Lokaliteter er, ligesom i Karup-Dalens 2. Terrasse, disse Skovrelikter Egeskov med den for de midtjydske Egeskove paa Sandet sædvanlige Urteflora som Bundvegetation (Kap. VI).

7. Tilbageblik paa lagttagelserne fra de foran omhandlede Lokaliteter.

E. Dalgas er, saavidt vides, den første, der har paavist (24), at de sammenhængende og haarde Aldannelser er karakteristiske for Hedesletterne (»Fladerne«, Dalgas), medens denne Form for Podsolering af Jordsmonet kun undtagelsesvis forekommer i de bakkede Heder, og N. V. Us-

SING har nærmere oplyst Hedesletternes Udformning som et Led af den baltiske Isstrøms Randdannelser.

Det ligger derfor nær, ved Forsøget paa at forstaa Sletternes Natur, at undersøge, om ikke de for dem karakteristiske Aldannelser netop skyldes deres Dannelseshistorie. Det er dette Spørgsmaal, til hvis Besvarelse vi paa de studerede Lokaliteter har søgt Materialet.

1. Det første Spørgsmaal, der herved rejser sig, er dette: Findes der overhovedet saa gamle Aldannelser, at de maa henføres til de ældste Perioder af den Jordbunds Tilværelse, som den baltiske Is aflejrede i vort Land?

Dette Spørgsmaal er formentlig besvaret ved Paavisningen af de vældige Allag, som fandtes i Nørbjerg Bakke, og som med formentlig utvivlsom Sikkerhed lod sig føre tilbage til Tiden før Stenaldersænkningen, til Fastlandstiden (Ancylustiden) eller de denne forudgaaende Perioder.

2. Med den herved vundne Erkendelse bliver det næste Spørgsmaal, om det vil være muligt at finde Materiale til en Datering af saadanne gamle Aldannelser, saa at de kan henføres til den Periode, i hvilken de er opstaaede. Saadanne Midler har vi søgt i USSING's Fremstilling af de forskellige Afsnit i Karup Hedeslettes og de senere Smeltevandsdales Dannelseshistorie med følgende Resultat:

Falborg-Dalens Allag ophører dér, hvor Flodsengens jævne Overflade afbrydes ved Smeltningen af de »døde« Ismasser i den gamle Fjorddal ved Viborg, hvoraf maa sluttes, at Allagene er ældre end den derved foraarsagede Sænkning i Terrainet.

Gudenaa-Dalens stærkt udviklede Allag spænder over den hele meget brede Aadal, der i lang Tid, indtil Gudenaaen kunde udmunde i Randers Fjord, maa have haft en Vandføring af saadan Størelse, at den ikke kunde fremkomme

i Jylland, efter at Tilstrømmingen fra Indlandsisen var ophørt. Den yngre Terrasse i Aadalen, der ved aftagende Vandføring opstod ved Erosion i den gamle Smeltevansdal, fandtes alfri. Heraf er sluttet, at de paaviste Aldannelser maa henføres til den Periode, i hvilken Dalbunden endnu havde den Bredde, som Smeltevandsløbet havde dannet.

Karup-Dalens alfri Bund i 2. Terrasse viser, at Aflejringskeglens og 1. Terrasses stærke Aldannelser ophørte efter Stagnationstidens Slutning og altsaa maa henføres til denne eller til den nærmeste Tid efter Sandtilførselens Ophør.

3. Da Aldannelser ikke opstaar uden et Vegetationstæppes Indflydelse, maa man slutte, at de Podsoleringsprocesser, om hvilke de vidner, er foregaaede, saasnart Smeltevandssletter og Smeltevandsfloder tillod Fremkomsten af Vegetation paa de oprindelig øde Sandarealer, medens Indlandsisen endnu dækkede større Dele af Jylland, altsaa i Tundratiden.

4. Den Regelmæssighed, med hvilken Grænsen mellem haarde Allag og alfri Bund paa hvert Sted følger et bestemt Niveau i Terrainet, er næppe mulig, uden at det er Vandet, der har fremkaldt denne Grænse, enten direkte eller ved Jordbundens Fugtighed i Forhold til en vis Højde af Grundvandstanden. Men naar det er Vandet, der har dannet saavel Aflejringskeglers og Smeltevandsdales Overflade som Allagets Niveau, lader sig deraf slutte til deres Samhørighed, og deraf følger formentlig, at den Tundra, i hvilken de haarde Allag er dannede, har haft en i det mindste fugtig Overflade med den for en saadan ejendommelige Vegetation.

5. Vi har endelig paa de studerede Lokaliteter haft Lejlighed til at iagttage, at Hedesletterne ikke overalt er saa ensartede Dannelser, som almindelig antaget. De fundne For-

skelligheder synes især at kunne skyldes en ulige Varighed af Smeltevandets Tilstrømning (Dollerup-Keglens og Moselund-Keglens forskellige Podsolering og tilsvarende forskellige Udvikling) samt Forskelligheder i Grundvandets Stand (østlige og vestlige Del af Karup Hedeslette), hvortil vi skal komme tilbage i Kap. III.

II.

Nyere Undersøgelser over Podsoljorder.

Efter at nærværende Forfatter for ca. 40 Aar siden havde offentliggjort sine Studier over Skov- og Hedejord[1], er der fremkommet en rig Litteratur over Beskaffenheden og Udbredelsen af de Fænomener i den vegetationsbærende Del af den naturlige, af Dyrkningsforanstaltninger ikke forstyrrede Jordbund, som var Genstand for hine Undersøgelser. Da det her meddelte Arbejde for en Del danner en Fortsættelse af hine »Studier«, vil det formentlig være ønskeligt, i Korthed at rekapitulere og drøfte Hovedresultaterne af de Undersøgelser, som gennem den senere Litteratur paa mange Omraader har udvidet og uddybet Forstaaelsen af de Fænomener, som havde været Genstand for de tidligere Undersøgelser, idet Forf. dog begrænser sine Bemærkninger herom alene til de Data, der finde Anvendelse i det her forelagte Arbejde.

Forfatteren paaviste i sine tidligere Studier, at der i den

[1] Studier over Skovjord, I. Om Bøgemuld og Bøgemor paa Sand og Ler, 1878, II. Om Muld og Mor i Egeskove og paa Heder, 1884 (Tidsskr. f. Skovbr. Bd. III, VII). I en tysk Udgave, Studien über die natürlichen Humusformen, Berlin, 1887 er tilføjet et »Nachtrag«, der bl. a. udvider lagttagelsernes Omraade fra Danmark til Lokaliteter i Tyskland, Østerrig og Norge.

vegetationsbærende Jordbund, under Indvirkning af overfladisk aflejrede, surt reagerende Humusstoffer, især paa lettere permeable Jorder almindelig kunde iagttages et øverste, afbleget og udvasket Lag — bekendt fra Lynghederne — og derunder et mørkere farvet Jordlag, der er rigere paa saltsyreopløselige Mineralbestanddele end den uforvitrede Undergrund. Udvaskningen af det øverste, afblegede Lag antoges for Jernets Vedkommende fremmet ved reducerende Processer i Overlaget, idet det paalejrede tætte Humuslag indskrænkede Adgangen af Luftens Ilt, og det mørkere Lags Rigdom paa mineralske og humøse Elementer opfattedes som opstaaet ved Absorption af de fra det overliggende, afblegede Lag udvaskede Stoffer.

Det har nu vist sig, at denne Kreds af Fænomener forekommer udbredt i den tempererede og kolde Zones humide Egne, saadanne Egne, hvor Nedbøren gennemsnitlig overgaar Fordampningen fra Jordoverfladen.

Disse Fænomener betegnes nu i Faglitteraturen med Udtrykket »Podsoldannelse«, Jordens »Podsolering« (russisk Podsol = Aske efter Blegsandets Farve), og de geografiske Zoner, i hvilke Podsoleringen findes almindelig udbredt, benævnes Podsoljordernes Region[1].

Medens den nyere Litteratur i det hele taget har anerkendt den af Forf. i foran nævnte Publikationer fremsatte Opfattelse af Fænomenernes Karakter, har de Processer, som de skyldes, været Genstand for en Række indgaaende Undersøgelser og forskellige Opfattelser, til hvilke det er nødvendigt at tage Standpunkt, naar man nu vil studere dem. Opmærksomheden skal derfor henledes paa de vigtigste af de i nyere Tid drøftede herhen hørende Spørgsmaal.

[1] Angaaende den herhen hørende Litteratur henvises især til Ramann *(104)*, Glinka *(40)* og Frosterus *(36)*.

1. For det første er R. ALBERT ved Forsøg kommet til det Resultat, at den atmosfæriske Lufts Adgang til Jorden gennem et paalejret tæt Humusdække ikke væsentlig forringes; »selv indtil 25 cm mægtige og stærkt filtede Morlag udøve ingen mærkelig Indflydelse paa den derunder lejrede Jords Gennemluftning; den i Jordporerne tilstedeværende Luft viser stadig en Sammensætning, som kun uvæsentlig afviger fra den atmosfæriske Lufts«. Jærnets Reduktion og Udvaskning af Blegsandet som Oxydul kan derfor ikke foregaa i disse Jorder (*6*, 1910 S. 333). P. EHRENBERG slutter sig til denne Anskuelse: at en Reduktion af Ferriforbindelserne spiller en Rolle ved Aldannelsen, maa anses for ubevist efter R. ALBERTS Undersøgelser af Jordluften som ogsaa af andre Grunde (*27*, 1915 S. 320). Herom nærmere i Kap. III.

2. Da Forf. havde fundet, at Blegsandslaget normalt kun fremtraadte klart begrænset og stærkt affarvet dér, hvor Jordsmonet var dækket af et tæt og surt reagerende Humuslag, havde jeg efter den Tids Forestillinger om Humusstoffernes Natur sluttet, at det især var de af Nedslaget medførte Humussyrer, der virkede opløsende paa de af Jordskorpens Mineralbestanddele, som ikke kunde bortføres alene af det kulsyreholdige Vand. Denne Betragtnings Rigtighed maatte dog optages til Revision, efter at nyere Arbejder af ansete Forfattere over Humusstofferne havde ført til den Antagelse, at der overhovedet ikke eksisterede Humussyrer. I 1888 (*14*, S. 40) havde nemlig VAN BEMMELEN fremsat den Anskuelse, at Humusstofferne var kolloide Komplekser af forskellig Sammensætning, der (*14*) ikke indgaar Forbindelser som Syrer i almindelig kemisk Forstand, men som ved Adsorption forbinder sig med de uorganiske Stoffer. I 1910 fremkom derefter BAU-

mann og Gullys Arbejde over Humussyrerne efter Undersøgelser især over de i Tørven forekommende Humusstoffer og deres Forbindelser (*13*). Med Styrke fremhævede disse Forfattere de humøse Stoffers udelukkende adsorptive Virkning paa de Mineralstoffer, med hvilke de fandtes forbundne, og flere Forfattere, saaledes R. Albert (*6*, 1910 S. 334) og Ramann (*104*, 1911 S. 159), sluttede sig straks til denne Teori. Den mødte imidlertid hurtigt Modstand fra teoretisk kemisk Side, saaledes fra Rindell (*109*), Glinka (*40*, S. 4), S. Odén (*93*) m. fl., og efter at man ved Anvendelsen af den elektrolytiske Dissosiationsteori til at bestemme en Vædskes Surhedsgrad har indført Bestemmelsen af Brintionkoncentrationen som Maal for Jordens Surhed (*16*, S. 48 ff.), kan man formentlig med Ehrenberg og Sven Odén antage, at de paagældende Humusstoffers »Syrekarakter« ikke længere tør betvivles (*27*, S. 5).

3. Ikke desto mindre er Paavisningen af Humusstoffernes kolloide Karakter blevet et Vendepunkt i Opfattelsen af de Processer, som foregaar ved Jordens Podsolering og især ved Aldannelsen. Medens en fremragende Forsker som A. Mayer endnu i 1903 vel erkender Kolloidernes sammenkittende Evne i Alen (*73*, S. 165), men dog som den virksomste Proces ved Aldannelsen fremhæver (*73*, S. 188) Udludning af tungt opløselige Stoffer af de ved Udelukkelse af Luften dannede Humussyrer, hvorved Ferriforbindelserne reduceres til Ferroforbindelser, der atter ved Luftens Adgang iltes, saa har dog Udviklingen af Kolloidkemien medført, at de ved Aldannelsen virksomme Processer nu almindelig betragtes væsentligst som Stofvandringer af kolloide Forbindelser. Saavidt vides, slutter kun en af de senere Aars betydeligste Forskere, Glinka, sig endnu i Hovedsagen til den Opfattelse, for hvilken bl. a.

MAYER tog Ordet, idet han dog antager, at det ikke er den tungt opløselige Humussyre, men den lettere bevægelige Krensyre, der besørger de udvaskede Stoffers Aflejring i dybere Jordlag (*39*, S. 84 ff.).

I den livlige Diskussion om dette Spørgsmaal fremhævede RINDELL m. fl. (*108*, *109*), at de meget tungt opløselige frie Humussyrer kun yderst vanskelig opløser Jærntveiltehydratet, og den af A. MAYER og nærværende Forf. antagne Reduktion af Jærntveilte ved sædvanlig Temperatur har han ikke fundet stadfæstet (*108*, S. 8). Herimod anfører AARNIO, i Henhold til Resultatet af eksperimentelle Undersøgelser, at kun de dissocierede Jærnsalte kan reduceres ved Humusstoffer, ikke det kolloide Jærnhydrat. Han tilføjer: »At Jærnforbindelserne virkelig blive reducerede i Jordbunden, er en Kendsgerning, der ikke kan benægtes« (*3*, S. 38); dette synes ogsaa at stemme med FROSTERUS' Anskuelse (*36*, S. 70). Fremdeles anfører SVEN ODÉN paa Grundlag af omfattende Undersøgelser over Humusstoffernes Natur, at de jærnholdige Mineraliers Sønderdeling under Humussyrernes Indflydelse foregaar langt hurtigere ved kemisk Forvitring end ellers, saaledes ved Dannelsen af Blegsandet i Podsolhorisonten, hvilket sandsynligvis hænger sammen med Reduktionen af Ferri-Jærnet til Ferro-Jærn (*93*, S. 167—168). Den vistnok nyeste Drøftelse af disse Spørgsmaal skyldes OLOF TAMM, der resumerer den muligvis almindelige Opfattelse af Forholdet saaledes (*119*, S. 110): Humusstoffer, Alluminium, Kiselsyre og Jærn transporteres som Kolloider, idet dog Jærnet maa antages at vandre baade i Form af Ferroioner og i Form af kolloide Forbindelser (*119*, S. 120).

Af de udmærkede Arbejder over Podsoljordene, der er udgaaede fra Finlands »geologiske Kommission«, fremgaar

det endelig, at det væsentligst sammenkittende Element i den paa fugtigere Steder forekommende Humusal er Alluminiumforbindelser, medens det i de paa tørrere, humusfattigere Lokaliteter optrædende Aldannelser er Jærnforbindelser (*36*, S. 39, 42, 124, *3*, S. 70 ff.). Dette stemmer med de af Tuxen i 1876 meddelte Analyser af jydske Allokaliteter (*123*, S. 284 ff.), hvorom det videre nedenfor (S. 63 ff.).

4. Grundvands-Al. Foruden de i det Foregaaende omhandlede egentlige Podsoleringsfænomener, der er opstaaede derved, at det fra oven nedtrængende humusholdige Vand har frembragt et Udludningslag over et Absorptionslag, har man i nyere Tid faaet Øje for en af andre Processer fremkaldt beslægtet Dannelse, som foreslaas paa Dansk kaldet Grundvandsal. Denne Alform er først systematisk behandlet af den russiske pedologiske Skole (*39*, S. 37) og af denne benævnt Glei eller Gley, og den er udenfor Rusland især nærmere studeret af de finske Pedologer, Frosterus og hans Medarbejder Aarnio (*36*), i Sverrig af Tamm (*119*, S. 210, 222), der benævner den Grundvandspodsol eller Gley-Jorder. Tamm henregner den til »Allokton-Al« (Hesselmann), hvis udvaskende og sammenkittende Agentier er tilført andensteds fra end dér, hvor Alens Dannelse foregaar, i Modsætning til »Autokton-Al« (Hesselmann), der er opstaaet under Indflydelse af Elementer, der er dannede over Alens Leje paa samme Maade som almindelig Rødjord. Albert har lejlighedsvis 1910 (*6*, S. 336) omtalt Dannelser, der maa henføres til Grundvandsal og forklaret dens Oprindelse paa lignende Maade som de foran anførte Forfattere.

Frosterus, der udførligst har behandlet denne Alforms Forekomst og Dannelse, betegner den som en illuvial Gley-

Horisont, der indeholder en Berigelse af Jorden med Jærn (*34*, S. 124—129) uden at en særlig Udvaskning af eller Berigelse med andre let opløselige Blandingsdele er at bemærke i Forbindelse hermed (*36*, S. 78). Denne Alform forekommer sædvanlig i Aflejringer af fint Sand, hvis øverste Parti er omdannet til Humuspodsol. De tykke Aldannelser i Nørbjerg Bakkeø (S. 9) og i Gudenaa-Dalen ved Silkeborg (S. 26) hører vistnok herhen. Hvor Undergrunden begynder, er den ofte gennemtrukken af parallele, horizontale, brune Striber i graa Jord (Fig. 8, S. 65), undertiden flere Decimeter under Humusalen (*36*, S. 75). Under det ægte Allag strækker sig nemlig opad fra Grundvandets Niveau de forskellige Former af Grundvandspodsol og deres Dannelse staar stadig i Forhold til Grundvandet. Man maa nemlig tænke sig Oprindelsen til disse Lag og Striber saaledes, at de kemiske Forbindelser, der findes i Grundvandet, især Jærnet, forekommer i lave Iltningsformer, der stiger kapillært op til et højere Niveau i Jorden og bliver iltede i Udtørringszonen, som saaledes bliver en Iltningszone (*36*, S. 70). Paa andre Steder, hvor Grundvandet staar særlig højt, finder man umiddelbart under Morlaget en tydelig Ansamling af Okker. Ganske tilsvarende Aldannelser beskriver GLINKA og henfører dem ogsaa til »Glei-Horizonten« (*39*, S. 75).

Grundvandsalen forekommer udbredt i Forbindelse med, oftest under, Humusalen paa fugtig Bund i de her omhandlede, jydske Hedesletter, hvor den kan optræde strøgvis som et sammenhængende, tyndt Lag stenhaard Jærnal, saaledes som den er afbildet af FROSTERUS fra Finland (*36*, S. 32, Fig. 10) og EMEIS fra en Hedeslette i Slesvig (*29*, S. 9), smlg. GRAF ZU LEININGEN (*71*, Fig.).

5. Som en særegen Form for Grundvandsal mener jeg at maatte opfatte de i Grundvandet under Morlaget og i Moser i Karup Hedeslette optrædende Myremalmslag.

Af de meget varierende Forhold, under hvilke Jærnkonkretioner kan optræde, i Søer som Sømalm og i fugtige Jorder, især Tørvemoser, som Myremalm (Tyskernes Raseneisenertz), har Forekomsterne i Karup Hedeslette mere end de fleste af de i Litteraturen omhandlede Varianter en Karakter, der tillader at sammenstille de herunder forekommende Fænomener med Grundvandsal. Under et ca. 20 cm mægtigt Morlag findes et Lag hvidt Sand, der indtil en ikke nærmere bestemt Dybde repræsenterer en eluvial Horisont, som gaar jævnt over i Underlagets sædvanlige, gule, fluvioglaciale Sand. I dette Lag staar Grundvandet indtil Humuslaget eller til det Niveau, til hvilket det naar paa forskellige Tider af Aaret; og i dette i højere eller ringere Grad vandfyldte eluviale Lag findes Myremalmen tæt under Mordækket som store, sorte, uregelmæssige Klumper, ofte i stor Mængde og af anselig Størrelse. Van Bemmelen forklarer den Art »Raseneisensteins« Dannelse paa følgende Maade: »Den opstaar ved Afsætning (under Oxydation) af Ferrobikarbonat af Kildevæld, som hidrører fra højere beliggende Jorder« (*15*, S. 376) og »afsættes som Jærnoxyd ved periodisk Stigen og Falden af Grundvandet« (*15*, S. 377). Denne Forklaring imødegaar Glinka: »»Das Raseneisenerz« er ikke et Udskillelsesprodukt af det fra højere beliggende Steder nedsivende Vand, som van Bemmelen mener, men et Produkt af det til Overfladen opstigende Grundvand« (*39*, S. 76, *2*, S. 140). Hertil maa man slutte sig, forsaavidt angaar Forekomsterne i Karup Hedeslette, og disse stemmer nær med de af Senft udførlig omtalte (*116*, S. 183), ud-

bredte Forekomster i det sydvestlige Mecklenburg i de store Sletter, der ligger udenfor den baltiske Isstrøms Moræner ligesom i Jylland. Karupslettens Myremalmsdannelser tilhører altsaa en i tilsvarende Terræner udbredt Type af Myremalmslejer. Landskabets Relief, hvortil vi skal komme tilbage i Kap. III, gør det overordentlig usandsynligt, at Kildedannelser skal være en Betingelse for Malmens Forekomst — som VAN BEMMELEN mener — paa denne Lokalitet; Grundvandet maa nemlig være stagnerende i det eluviale, blegsandsagtige Sandlag under den tørveagtige Mor og kan kun stige og falde med Aarstiden. Under disse Forhold kan Myremalmens Dannelse formentlig kun tænkes foregaa paa den Maade, at det gennem Morlaget nedsivende Vand med opløste Humusstoffer, med hvilke det underliggende Sands Jern træder i Forbindelse, afgiver sit Materiale paa selve Stedet, og sandsynligvis ved vekslende Vandstand. Om Udskillelsen sker som af VAN BEMMELEN antaget ved Ferrobikarbonats Iltning til Ferrioxyd under Vandstandsvekslen eller, som man efter AARNIOS Opfattelse af de beslægtede Sømalmes Dannelse maa antage, ved Coagulation i Grundvandet af det i det nedsivende, humusholdige Vand optagne Jærnoxyd-Gel, der med Tiden bliver til de uformelige, slakkeagtige Klumper, som Myremalmen udgør (*4*, S. 54—55), eller som SVEN ODÉN synes at antage, ad begge Veje (*93*, S. 167), maa overlades til fremtidig Undersøgelse. Skønt jeg ogsaa i denne Hedeslette har fundet Malmklumper med Sømalmstruktur, som angivet af AARNIO (*4*, S. 25, Fig. 3), ligner dog dens almindelige Beskaffenhed ikke Sømalmens, hvilket gør det sandsynligt, at de af VAN BEMMELEN angivne Processer har været raadende ved dens Dannelse.

Herpaa tyder ogsaa Myremalmens Forekomst i den store

Mose Øst og Nordøst for Ikast[1], i en Del af Hedesletten, som danner Hovedløbet for Smeltevandet fra Sebstrup-Keglen mellem Bording- og Ikast- (Herning-) Bakkeøer. Her ligger et udstrakt Myremalmsleje, der nu exploiteres af Hedeselskabet, ikke som paa de ovenfor beskrevne Lokaliteter i Grundvandet under Tørvelaget, men højt oppe i dette, 8 à 10 cm under Mosens Overflade, i Hovedsagen mellem dennes formuldede, øverste Lag og den tætte Tørv. Her danner Myremalmen et Lag af store isolerede Klumper af slakkeagtig Struktur som de foran beskrevne. Et Myremalmslag af denne Beskaffenhed i selve Tørven har van Bemmelen fra forskellige Forekomster i Holland og Mecklenburg anset for opstaaet ved Afsætning af Jærntveilte fra overfladiske Vandløb mellem to forskellige Udviklingsperioder i Mosens Dannelse (*15*, S. 365, 377). For Forekomsten i Ikast Mose synes dog den Forklaring langt naturligere, at Malmdannelsen har fundet Sted dér, hvor Grundvandspejlet naar den porøse, lufttilgængelige Muldbund over den egentlige Tørv og sandsynligvis ved vekslende Grundvandsniveau. Tilfældet bliver derved ganske analogt med den ovenfor omtalte, i Karup Hedeslette almindelig forekommende Dannelse af Myremalm i det vandfyldte Sand under et tyndt Morlag. Forskellen bliver kun, at her naar Grundvandet kun til Humuslaget, i Ikast-Mosen derimod gennem Tørvemassen op til Overkanten af den uomsatte og vaade Tørvemasse. Fælles for begge Lokaliteter er, at Myremalmen dannes dér, hvor det paa opløseligt Jærnhumat rige Grundvand naar den atmosfæriske Luft. Malmens Leje bliver herved en Udtørrings- og Iltningshorisont (smlg. Ramann *104*, S. 387, 388), der

[1] Ifølge Hedeselskabets Undersøgelser, meddelt af Dr. A. Mentz, er denne store Mosestrækning i Hovedsagen en Lavmose med en Tørvedybde af 0,5—3 m.

kan sidestilles med den af FROSTERUS beskrevne tilsvarende Horisont i Humuspodsol med høj Vandstand (*36*, S. 70, jfr. *27*, S. 349).

Men ejendommeligt for de fleste af Karup-Hedeslettes Myremalmslokaliteter er det, at de dannes i et, saavidt man kan skønne, ganske stagnerende Grundvand, i hvilket de fra Humuslaget nedtrængende, opløste Humusstoffer opløser de i det umiddelbart derunder liggende Sands Jærnforbindelser, hvorved der dannes en eluvial Horisont. Men Vandets Stagnation forhindrer, at de dannede Jærnhumater synker ned og afsættes i en illuvial Horisont (Allag); der dannes ingen Jærnal i Undergrunden, hvilket ved en lavere Grundvandstand maatte have fundet Sted, men Jærnforbindelserne udfældes ved synkende Grundvandstand som Myremalm. Den fra forskellig Side fremhævede Grundforskel mellem de Processer, der fremkalder Grundvandsal og dem som danner autokton Jærnal forsvinder herved; det er to Varianter af samme Proces, forskellige alene ved Vandstandens Højde i Jorden.

6. Diagnoser og systematisk Sammenstilling. Det er naturligt, at et Fænomen som Podsoldannelsen, der opstaar under Paavirkning af rigt varierende Faktorer paa forskellige Steder, og derfor fremtræder i en Række af Varianter, kan give Anledning til Uoverensstemmelse i Diagnoser af de forskellige Typer og deres Gruppering efter væsenlige Karakterer. Dette kommer især til Syne i Behandlingen af de egentlige Aldannelser.

I de af Forf. i 1884 givne Definitioner og Sammenstillinger var de Processer, som Jordbundens forskellige Lag hovedsagelig skylder deres Dannelse, anvendte til Lagenes Betegnelse og indbyrdes Gruppering, saaledes: Udvaskning, Nedslemning, Absorption og Konkretion (*79**, S. 222—224).

Senere har imidlertid den russiske pedologiske Skole, til hvilken i denne Henseende finske og svenske Forskere har sluttet sig, betegnet den ved Podsoldannelsen foregaaede Differentiering af Jordskorpen ved en eluvial Horisont, A-Horisont (Morskjold og Blegsand), og en illuvial Horisont, B-Horisont (Rødjord, Al); den uforvitrede Undergrund betegnes som en C-Horisont. Hver af de to første Hovedhorisonter deles atter i Underafdelinger, A_1 (Morskjolden) A_2 og A_3, B_1 B_2 og B_3, alt eftersom der findes Forskel paa Fænomenernes Beskaffenhed indenfor hver af de to Hovedhorisonter. Til disse føjes endnu Grundvandsalens Horisont, G.

Dersom man vil bibeholde en Inddeling af Fænomenerne efter de ved disse typisk virkende Processer, synes der ikke at være nogen tvingende Grund til Forandring i de i 1884 opstillede Definitioner. Men det kan ikke nægtes, at den russiske Betegnelse af Podsoleringsfænomenet, alene ved de to nævnte Horisonter, uden at der i disses Betegnelser indeholdes noget nærmere om de ved deres Dannelse virkende Processer, maa anses for rationellere efter den meget udvidede Kundskab om Podsoleringsfænomenet, som de forløbne ca. 40 Aar har bragt.

I en interessant Redegørelse for de forskellige Anskuelser om de Processer, der foranledige Udfældning af de fra Blegsandet bortførte Stoffer i B-Horisonten, forøget med nye Lokalundersøgelser og Analyser, har Frosterus gjort det klart (*35*, S. 12—14), at flere forskellige Processer kan være virksomme ved Udfældningen. Allerede herved bliver den ældre Forestilling om, at den skyldes den især i Agerjordene studerede »Absorption«, altfor mangelfuld. Men hertil kommer endnu Grundvands-Alens Delagtighed i Udfældningszonens Dannelse. »I de fleste Tilfælde er det vanskeligt i Naturen at paavise Grænsen mellem den ægte Podsolhorisont

og Grundvandsalen. Meget ofte gaar begge Horisonter over i hinanden, snart er den ene, snart den anden fremherskende; meget ofte bliver de derfor forvekslede med hinanden« (*35*, S. 23).

GLINKA synes at anse al virkelig Al (»Ortstein«) for opstaaet under Indflydelse af Grundvandet (*39*, S. 75) ved dettes periodiske Stigen til Jordens øvre Lag (*35*, S. 13). FROSTERUS udtaler sig herom med større Forbehold: »I mange Tilfælde maa man ved den podsolerede Jord skelne mellem to genetisk forskellige Dele, en øvre og en nedre. Den øvre Del, som man kunde kalde ægte Podsolhorisont er sammensat af et eluvialt (A) og et illuvialt (B) Lag. A-Laget bestaar af et Humuslag (A_1) og et Blegsandslag (A_2), B-Laget af et øverste Rødjordslag (B_1) og et Allag (B_2). (*35*, S. 29). Om denne Deling af det illuviale Lag i de to nævnte Dele lader sig opretholde som almindelig udbredt i danske Forekomster maa fremtidige Lokalundersøgelser oplyse.

Den af RAMANN i 1886 først beskrevne (*101*) »unterer brauner Ortstein« maa formentlig henføres til Grundvands-Alen. Den findes især i fugtige Heder, er lysere og humusfattigere end den sædvanlige Humus-Al og har ofte stor Mægtighed, Fasthed (*104*, S. 205) og betydelig Modstand mod Forvitring ved at blottes (*100*, S. 17). I 1910 meddelte nærv. Forf. Iagttagelser over denne Aldannelses Forekomst i Danmark (*84*, S. 189—191).

Denne i Danmark iagttagne Form for Grundvands-Al er i det Hele taget kun lidet studeret. De foreliggende faa Analyser, der alle skyldes RAMANN, viser ikke en saa konstant Berigelse med Jærnforbindelser som de finske og har ofte stort Indhold af Lerjordshydrat; de trænger derfor til nærmere Undersøgelse. At man hos os ikke tidligere har faaet Øje for deres Egenskab af Grundvands-Al skyldes deres hyp-

pige Forekomet i det høje og tørrere Bakkeland, hvor dets Forbindelse med Grundvandstanden ikke har kunnet iagttages. Men Forstaaelsen af, at de stærkt udviklede og haarde Allag ofte har en høj Alder og kan skylde deres Oprindelse til en Periode med ganske andre klimatiske Forhold end de nuværende, hæver denne Vanskelighed. I den nævnte Meddelse af 1910 gjordes nemlig opmærksom paa, at den »nedre lyse Al«, saavidt Iagttagelserne rækker, er mere udbredt paa de vestlige Bakkeøer end i det baltiske Isstrøms Moræneland skaber. Da Bakkeøerne er ældre end Hedesletterne og findes foran Isstrømmens Hovedopholdslinie, har de altsaa henligget som Tundra med stadig frossen Bund i forholdsvis ringe Afstand fra Jordens Overflade i det lange Tidsrum, i hvilket den baltiske Isstrøms Moræner og Smeltevandssletter dannedes, (72, S. 16) og kan derfor i dette Tidsrum have haft et ganske andet Grundvandsspejl end det nuværende [1].

[1] I første Del af Forf.'s »Studier over Skovjord«, der udkom i 1878, beskreves og afbildedes (79*, Fig. 2, S. 25), et Jordbundsprofil, udtaget i gammel Bøgeskov paa højtliggende, tør Bund med et mægtigt Blegsandslag over et 43 cm tykt, haardt Al-Lag. Jeg sluttede af en tyk Bøgerod, der gik igennem Al-Laget, at dette havde udviklet sig i Bevoksningens Levetid.

Efter at jeg har lært gamle Aldannelser at kende og udvidet min Erfaring om recente Dannelser i B-Horisonten paa høj, tør Bund under Bøgemor, har jeg maattet forandre min Anskuelse om Aldannelsens Alder i dette Profil.

Naar man ikke tager Hensyn til Lokalitetens Beskaffenhed, men kun iagttager selve Podsoleringsfænomenet, maa man antage, at dette er udviklet som stærk Humusal paa sumpet Bund, idet dog de sorte, fortrinsvis nedslemmede Humusstoffer er forsvundet f. Eks. ved Iltning i en tør Periode. O. Tamm (*120*, S. 197) har derfor ganske Ret, idet han paapeger dette Profils usædvanlige Beskaffenhed som Eksempel paa recent Podsolering i Bøgeskov paa høj Bund, dannet i Løbet af 100—150 Aar.

Profilet fandtes omtrent i Kurve 50′ o. H. nær den stejle Skraaning ned mod Lavlandet langs Øresundets Kyst. Ved den i Halvfemserne i forrige Aarhundrede af »Danmarks geologiske Undersøgelse« foretagne Forskning af Erosionsfænomener i Nordsjælland har det imidlertid vist

III.

Den fysiske Beskaffenhed af den alholdige Hedeslettes Jordbund.

Karakteristisk for Hedesletterne, saavel Aflejringskeglerne som Smeltevandsdalene, hvor ikke senere Erosion har fundet Sted, er som bekendt den svagt skraanende Overflade, i hvilken det meteoriske Vand maa synke ned, da recente Erosionsrender i Overfladen, som kan samle og aflede Vandet, er yderst sparsomme. N. V. USSING illustrerer Hedesletternes typiske Overflade ved nedenstaaende Figur 7, et Billede af Hedesletten i Dollerup-Keglens Afsnit, og udtaler, at disse Landskaber er fattige paa Vandløb, »thi de er opbyggede af Sand- og Gruslag, i hvilke Vandet let siver ned« (*127*, S. 240).

Dette sidste passer imidlertid ikke paa Hedesletten med dens naturlige Overflade og det til denne hørende faste Allag. Slettens Relief forhindrer det meteoriske Vand fra at flyde af ovenpaa Jorden, og det faste, tætte Allag tillader det ikke at sive »let« ned til Grundvandet. Den sammenhængende Als Uigennemtrængelighed skaber derimod en Hin-

sig, at Stenalderhavet har haft en 40′ større Højde paa dette Sted (10 m over højeste Strandmærke, *127*, S. 329—330) over Middelvandstand end nu, og at der under Stenaldersænkningen er borteroderet mindst 200 Alen af det højtliggende Sand (*113*, Tab. V). Betragter man med disse Data for Øje Højlandets Relief paa det paagældende Sted, bliver det øjensynligt, at Profilet virkelig findes paa Kanten af en kedelformig Indsænkning, der ved Borterosion af det foran den nuværende Skraaning beliggende Land, gennem en dyb Rende har udtømt sin Vandbeholdning til Havet, saaledes at der nu kun findes en lille Tørvemose i den tørlagte Kedels dybeste Del. Den gamle Rod, der uden Forgreninger strakte sig ned gennem Al-Laget, maa være trængt ned gennem en Revne i dette. Lignende recente Revner i et gammelt tykt Al-Lag er iagttaget andre Steder, hvor Terrainforandringen har fundet Sted.

dring for Vandbevægelsen nedad saa alvorlig, at den i et fugtigt Klima som Jyllands i den Del af Aaret, i hvilken Fordampningen er ringe og Temperaturen lav, omdanner Hedeslettens Overflade til et sumpet Terrain, der nærmest kan sammenlignes med fugtig Mosebund, hvorpaa Forf. allerede tidligere har gjort opmærksom (*79*, II S. 81), og



Fig. 7. Hedeslettens typiske Overflade. Areal af Dollerup-Keglen mellem Frederiks- og Grønhøj: efter N. V. Ussing, *126*.

som formentlig vil fremgaa af nedenstaaende Redegørelse for Bundens fysiske Beskaffenhed.

1. Hedeslettens typiske Jordbundsprofil.

Den almindelige Beskaffenhed af Karup Hedeslettes Jordbund under Alen er studeret og udførlig fremstillet i et tidligere Arbejde (*83*, S. 136 ff.), til hvilket her henvises, idet der kun som Rekapitulation af Hovedtrækkene i den ikke forvitrede Undergrunds mineralske Materiale skal henvises til nedenstaaende Analyseresultater, der er Gennemsnit af Jordbundens mekaniske og kemiske Bestanddele ved

den nederste Grænse af Forvitringslaget i 1—1½ m under Overfladen i 30 Profiler (*83*, S. 150, 151):

Ved Sigtning og Slemning fandtes, Korn:		Gram Stof i 1 kg Jord, behandlet med kogende 20 pCt. Saltsyre og Natron:	
6,00—2,00 mm	7,79 pCt.	SiO_2	11,28
2,00—1,00 -	17,47 -	P_2O_5	0,14
1,00—0,33 -	45,25 -	Fe_2O_3 + Al_2O_3	13,60
0,33—0,10 -	24,98 -		
0,10—0,05 -	2,13 -	CaO	0,21
0,05—0,01 -	1,41 -	MgO	0,38
0,01 >	0,18 -	K_2O	0,37
		Na_2O	0,13

Af foranstaaende Sammenstilling fremgaar det, at Jordbunden er grovt, lerfrit Sand, hvis Finjord er yderst fattig paa basiske Elementer.

De i Kap. I fremstillede Typer for de undersøgte Lokaliteters Aldannelser vil oplyse, at Hedesletternes Al overalt er udpræget Humusal, kun lidet varierende i Lagenes Mægtighed og Beskaffenhed.

I 1876 bekendtgjorde C. F. A. Tuxen (*123*) en Række Analyser af Bakkeøernes og Sletternes Hededannelser, hvoraf det fremgik, at Alen havde en forskellig Karakter i disse to Formationer, idet Bakkeøens Al — som nedenstaaende Sammenstilling oplyser — viser en Forøgelse af Jærnilte,

	Bakkeø			Hedeslette		
	A_2	B	C	A_2	B	C
Lerjord	0,265	0,170	1,695	0,086	0,804	0,191
Jærntveilte	0,182	3,720	1,462	0,053	0,791	0,632
Kalk	0,007	0,096	0,039	0,008	0,007	0,006
Magnesia	0,005	0,032	0,040	0,009	0,005	0,002
Kali	0,017	0,073	0,084	0,006	0,018	0,012
Natron	0,005	0,037	0,021	0,005	0,008	0,004

* Opløselig efter svag Glødning og Ophedning til 100° i fortyndet Saltsyre i 1 Time. Tallene angiver pCt. af det opløselige.

Alkalier og alkaliske Jordarter, som i Profilets B-Lag fandtes i større eller i mindst samme Mængde som i Undergrunden, medens Lerjordens Mængde ikke var steget i B-Laget. Hedeslettens Al derimod viste en Forøgelse af Lerjordens Masse i B-Laget, medens Jærntveilte og Alkalier og alkaliske Jordarter var udvaskede af dette Lag. Saalænge disse Egenskaber ved det nævnte Lags Beskaffenhed i de to forskellige Dannelser stod isolerede, har man ikke fundet Grund til at generalisere dem som typiske. I 1914 har imidlertid finske Forskere, især Frosterus, ved en større Undersøgelse kommet til samme Resultat som Tuxen og med Klarhed henført disse Dannelser til hans Jernpodsol og Humuspodsol med følgende Definition (*36*, S. 42):

»Jernpodsol udmærker sig i kemisk Henseende sammenlignet med Undergrunden ved et stort Indhold af i Saltsyre opløselig SiO_2 og Fe_2O_3. Humusindholdet er ringe (sædvanligvis mindre end 3 pCt.). Summen af Baser, angivet i Molekularproportioner, er i B-Laget større eller næsten lige saa stort som i Undergrunden (C).«

»Humuspodsol udmærker sig ved et B-Lag med stort Indhold af opløselig Al_2O_3, som overtræffer Indholdet af SiO_2 og af Baseindholdet. Humusmængden er stor; den stiger i nogle Tilfælde over 10 pCt.«

Man vil ved at sammenholde disse Karakterer med Tuxen's Analyser ikke være i Tvivl om, at vore Hedesletters Humusal henhører til samme Art Dannelser, som de af Frosterus studerede. Deres økologiske Hovedkarakter synes at være, at Jordskorpens Udvaskning af basiske Elementer er langt mere indgribende i Hedesletternes Humusal end i Bakkeøernes og Morænebundens Jærnpodsol, i hvilken de fra Blegsandslaget udludede, basiske Stoffer for en stor Del absorberes af Illuviallaget.

Som Typer, omkring hvilke de forskellige mindre Varianter i de ca. halvtreds undersøgte Jordbundsprofiler i Falborg-Dalen og Karup Hedeslette grupperer sig, kan hosstaaende to Figurer tjene. Af disse hidrører I fra Falborg-Dalen, nær dennes Midte, II fra Hedesletten ca. 800 Alen

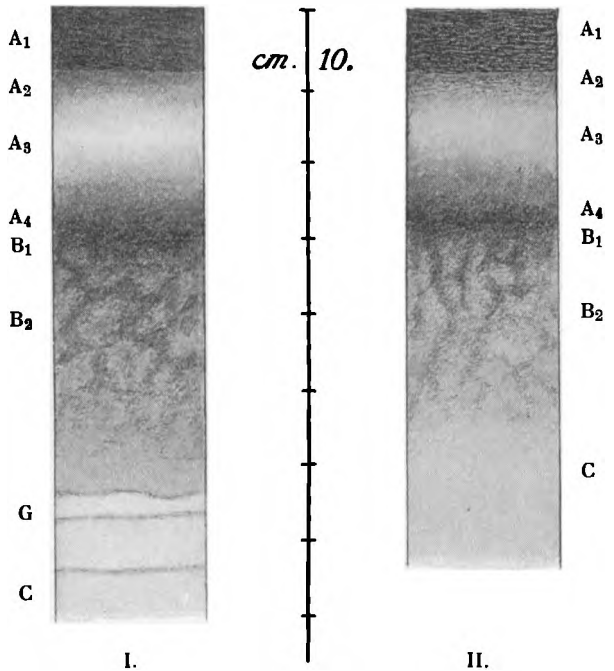


Fig. 8. Profiler i Hedesletterne, I Falborg-Dalen, II Karup-Hedeslette.

S. V. for Frederiks, nær det Sted, hvor Landskabsbilledet Fig. 7 er taget, paa Plateauet omkring Aflejringskeglens Top, hvor de gamle Erosionsrender, der fører til Karup Aadal, ikke er naaede hen (se Kortet).

I.		II.
70′ o. H.	Jordoverflade	205′ o. H.
55′ o. H.	Grundvandsoverflade	145′ o. H.
A.		A.
8 cm sort Hedemor.		8 cm sortebrun Hedemor.

21 cm Blegsand, haardt, tæt, humusfyldt foroven og forneden.	20 cm Blegsand, humusfyldt, betydelig lysere i Lagets Midte, meget mørkere nederst.
B.	B.
32 cm haard, flammet, brun Al, tættest og mørkest foroven.	28 cm haard, flammet, brun Al, tættest og mørkest foroven.
G.	C.
61 cm fra Overfladen lagdelt, grovt fluvioglacialt Sand af hvidgraa Farve med lokale Lag af Smaasten. Mellem 61 og 80 cm fra Overfladen tynde, brune, bølgede Linier.	56 cm fra Overfladen gult Sand og Grus.

A angiver Eluviallaget, B Illuviallaget, C Undergrunden, G Grundvandsalen.

De her afbildede to Profiler af formentlig gamle Aldannelser paa en Bund af samme mineralogiske Sammensætning og lignende, svagt hældende Overflade, men fra forskellige Lokaliteter, viser ingen anden væsentlig Uoverensstemmelse end, at Alen i Falborg-Dalen, I, trænger dybere ned i Bunden og indeholder en normal Grundvandsal, som Profilet fra Dollerup-Keglen, II, mangler. Sammenligner man førstnævnte med det i 1884 paa Tab. 1 Fig. 4 afbildede Profil, ligeledes fra Falborg-Dalen, vil det ses, at det ganske stemmer med den her afbildede Fig. II fra Karup Hedeslette og ligesom denne mangler Afsnittet med Grundvandsal. Dette forklares dog tilstrækkelig derved, at Profilet fra 1884 er taget nærmere ved Smeltevandsdalens Bred ca. 80′ o. H., medens det nye Profil viser Bunden i Dalens Midte i 70′ o. H. og altsaa ca. 10′ nærmere ved Grundvandet. Ser man bort fra Grundvandsalen, maa begge de her afbildede Profiler kaldes i det væsentlige ens. De er betegnede som typiske, fordi de viser den simpleste Form af disse Dannelser uden de ofte i stor Mængde forekommende Tapper og Tunger ned i Undergrunden, som omtales nedenfor, og som formentlig er af sekundær Oprindelse.

Blegsandslaget udmærker sig ved et betydeligt Indhold af Humus, størst for oven, ved A_2 og i dets nederste Parti ved A_4. Forf. har i 1884 forklaret denne Fordeling af Humuspartiklerne, især Humuskul (smlg. ODÉN *93*, S. 33), i Blegsandslaget i det væsentlige som opstaaet ved Nedslemning fra den nederste Del af Morlaget, navnlig under Indflydelse af de Bevægelser i dette Lag, som Frosten uundgaaelig maa bevirke (*79*, I S. 88—90, II S. 187, smlg. *104*, S. 329, *73*, S. 186, *71*, S. 25). Jeg er kommen til dette Resultat dels ved at forfølge denne Dannelses Udvikling fra de svagere podsolerede Jorder til de stærkere Aldannelser, dels ved den Iagttagelse, at de Sandkorn, der i større eller mindre Mængde findes i dette Lag, ved deres hvide Farve viser, at de tilhører den eluviale Horisont og ikke Illuviallaget, hvis Sandkorn er omgivne af og sammenkittede ved en Hinde af kolloide, humøse Forbindelser. Men muligt er det ogsaa, at Rester af døde Lyngrødder kan levere noget Materiale til Massens Dannelse, saaledes som RAMANN antager (*104*, S. 206). TUXENS mikroskopiske Analyse kan tyde i samme Retning (*123*, S. 268, 269). Dette særlige Lag i Eluviallagets nederste Del ses tydeligt paa flere af EMEIS' Albilleder og er beskrevet af flere Forfattere med Tilslutning til den foran fremstillede Dannelsesmaade (*71*, S. 27, *39*, S. 71), hvortil ogsaa FROSTERUS synes at slutte sig ifølge hans Fig. 14 (*36*, S. 41).

Den nævnte, nederste Del af Blegsandslaget er saa humusrig og ofte saa fast og af saa intensiv sortebrun Farve, at der ved Betragtning af Profilet i Almindelighed ikke iagttages nogen tydelig Grænse mellem denne Del af det eluviale Lag og den øverste Del af Illuviallaget, hvorfor de fleste Forfattere henregner begge til Alen, saaledes RAMANN »obere Schicht des Ortsteins« (*104*, S. 114). Forf. mener

dog at maatte fastholde sin Opfattelse af dette Lags, fra den egentlige illuviale Horisont forskellige, Dannelsesmaade, hvilket er af Betydning for Bundens fysiske Egenskaber og erkendes ved begge Lags forskellige Indhold af Humus. Efter Tuxen's Analyse (*79*, II S. 247) indeholdt Profilet i Falborgdalen i den nederste Del af Eluviallaget 6,01 Vægt pCt. Humus, i selve Illuviallaget (»Humusal«) kun 1,78 Vægt pCt., og Ramann har for en Profil i Holsten et lignende Forhold: »Dunkelbraune Ortstein« 6,828 Vægt pCt. og »Unterer hellerbraune Ortstein« 1,38 Vægt pCt. organisk Stof, alt bestemt som Glødningstab. Ophobningen af Humus i den nederste Del af Eluviallaget kan imidlertid ganske mangle eller kun være tilstede i ringe Mængde (*79*, II S. 116 ff.), især paa højere beliggende og tørrere Terrain eller i mindre fugtige Klimater; men hvor den som her danner et tykt og humusrigt Lag vil en Del af de af Vandet medførte Stoffer optages og tilbageholdes af Humusstofferne, der i de analyserede Profiler indeholder mere af saltsyreopløselige Sesquioxyder end den øvrige Del af Eluviallaget.

Humusmængden i Eluviallagets nederste Zone kan imidlertid stige betydeligt over de foran anførte 6 pCt. Saaledes fandt Tuxen (*123*, S. 285) i Brande-Paarup Hedeslettes Jordbund i den øverste Del af »Allaget« næsten 12 Vægtprocent Humus. De her anførte Vægtprocenter svarer imidlertid til en meget anselig Volumenmængde. Wollny anfører saaledes (*139*, S. 242), at Kvarts har mere end fire Gange saa stor Volumenvægt som Humus, hvoraf fremgaar, at Humusmængden i det her omhandlede Lag kan indtage $^1/_4$ til $^1/_2$ af hele Lagets Rum, hvilket forklarer, at Forf. i 1884 har benævnt dette Lag for »Tørveal«. Ved Humusstoffets bekendte store vandsugende Evne faar dette Lag, indlejret i Jordbunden i 20—40 cm fra Overfladen, den største Be-

tydning for Bundens Beskaffenhed. Lagets vandsugende Evne er for den af TUXEN undersøgte Lokalitet i Hedesletten af ham bestemt[1] til følgende Størrelser, angivet i Vægtprocent:

	Humus	Hygroskopisk Vand	Opsuget af Luften efter Tørring ved 100°	Største Vandkapacitet
Blegsand	1,76	0,24	0,06	36,40
Al	11,96	2,32	1,22	52,40
Undergrund	1,21	0,91	0,00	30,80

Den her angivne Vandkapacitet er betegnet som »største« under Hensyn til nyere Forskeres Kritik af ældre Undersøgelsesmetoder, saaledes MITSCHERLICH's (77, S. 140), RAMANN's (*104*, S. 338) og RINDELL (*110*, S. 84).

2. Det typiske Profils Forhold til Vand og Luft.

Den særegne Bygning, som Hedeslettens typiske Profil har i Jordsmonets øverste Lag af 50—100 cm Dybde, har som bekendt den største Betydning for Vegetationsbundens fysiske Forhold. Af disse skulle vi rekapitulere Profilets Forhold til Vand og Luft, som det fremgaar af de talrige foreliggende Undersøgelser over Jordbundens Fysik.

a. Forholdet til det meteoriske Vand. TUXEN har ved sine Undersøgelser af de jydske Hedelokaliteters Lyng-

[1] Der foreligger ikke Oplysning om den af TUXEN benyttede Metode til at udfinde den vanskelig bestemmelige Vandkapacitet, men det maa antages, at han har fulgt den af G. SCHÜBLER anvendte (Grunds. d. Agricultur-Chemie, II. Aufl. 1838, Teil 2, S. 65), som nu ikke anses for rationel. Naar TUXENS Tal ikke destomindre anføres, da er det fordi de stemmer godt med den af MITSCHERLICH meddelte (77, S. 147) Vægtprocent for »humusreicher Sandboden« (52,8), hvortil Blegsandets nederste Zone maa kunne henføres.

skjold fundet, at dennes tørveagtige Beskaffenhed medfører en Vandkapacitet, der ligger mellem 74 og 138 Vægtprocent (*123*, S. 286), af hvilke Tal det laveste er fundet for Hedesletten, det højeste for den tilgrænsende Bakkeø. Denne Forskel hidrører fra et forskelligt Indhold af Humus og mineralske Bestanddele, idet han i Hedeslettens Lyngskjold fandt 13,24 % Humus og 82 % Sand, i Bakkeøens 36 % Humus og 50,32 % Sand. Skulde en saadan Forskel vise sig almindelig, hvad dog næppe kan antages, er Aarsagen sandsynligvis den, at Hedeslettens Morskjold er bleven stærkere blandet med Sand end Bakkeøens ved den idelige Sandflugt, der opstaar paa disse Arealer ved alle stærkere, tørre Vinde.

Morskjoldens Humusrigdom medfører i hvert Fald, at den suger sig omtrent fuld af Vand, inden den lader noget flyde igennem sig (*104*, S. 347), og Forf.'s Undersøgelser over Regnvandets Nedtrængen gennem Lyngskjolden (*79*, II S. 78 ff. Tab. II) viser, at dette, hvad man kunde forudse, bruger meget længere Tid end i den nøgne Bund. Mindre Sommerregn vil derfor gaa tabt for de under Moren liggende Jordlag.

Men trænger først en stærk Sommerregn eller Efteraarets Nedbør under stærk Luftfugtighed og nedsat Fordampning eller endelig den smeltende Vintersne ned gennem Hedeskjolden, saa samler den sig — saa langt som det typiske Profils Strukturforhold strækker sig — som et gennemfugtigt, indtil vandfyldt Lag over Undergrunden. Eluviallagets store Indhold af Humusstoffer i dets underste Zone vil allerede ved dets Vandkapacitet og dets Tæthed skabe en stærk Hindring for Vandbevægelsen nedad; »Humus er i mættet Tilstand fuldstændig uigennemtrængelig for Vand« (Wollny *139*, S. 152, 153, 249); »tæt lejret Hu-

musjord er næsten uigennemtrængelig for Vand; den mætter sig med Fugtighed og optager ifølge sin høje Vandkapacitet store Masser af Vand; den lader selv ved betydeligt Vandtryk kun ringe Mængder flyde igennem« (RAMANN *104*, S. 359). Men den egentlige Als Tæthed og Uigennemtrængelighed ved de sammenkittende Stoffers kolloide Natur vil ganske kunne forhindre, at Nedslaget naar Undergrunden. »I Jordlag, som indeholder større Masser af kolloide Stoffer, vil Jordsmonet blive fuldstændig fyldt, saa at Vandet under sædvanlige Trykforhold overhovedet ikke kan trænge igennem« (*104*, S. 343); dette gælder særlig for de ikke absorptivt mættede Kolloider, som virker ved deres store Udboldningsevne (*104*, S. 346).

Medens Alens Overflade i Hovedsagen følger Jordsmonets Relief, er derimod den mod Undergrunden vendende Side i Hedesletten i Almindelighed uregelmæssig, idet Alen der sender Tunger og Tapper, som hist og her udvider sig til større »Gryder«, ned i Undergrunden. Denne Bygning af Allaget har Forf. ikke iagttaget i højere beliggende Terrainer i Morænelandskabet og paa Bakkeøerne; den maa, saavidt vore Undersøgelser tillade at skønne over dens Forekomst, antages for karakteristisk for Hedesletterne (se Kap. VII). E. DALGAS Afbildninger af Hedeslettens Allag (*24*) og C. EMEIS's smukke Illustrationer af Humusalens Udseende (*28*, Tab. II, IV, V) viser disse Forhold tydelig. Saadanne uregelmæssige Forlængelser nedad af Allaget har ganske Udseende af at være Baner, ad hvilke det meteoriske Vand fra Eluviallaget har faaet Afløb til Undergrunden, og disse Dannelser er blevet opfattet saaledes (*104*, S. 204). Hvor naturlig denne Forklaring end synes, maa den dog vække nogen Tvivl, da man i disse Dannelsers udprægede Former finder deres Sider udviklede ganske som Allagets horisontale Par-

tier (se f. Eks. Emeis's Billede hos Ramann *104*, S. 205), og de maa være lige saa uigennemtrængelige i fugtig Tilstand som disse; de synes derfor at skyldes Forhold, der ikke direkte lader sig forstaa af nu raadende Tilstande, hvortil vi skal komme tilbage i Kap. VII.

Det maa i ethvert Fald antages, at Altapperne i den fuldt dannede, faste Al ikke kan fungere som stedseværende Kanaler for Overfladevandets Nedtrængen i Undergrunden; hvor en saadan forekommer, vil vistnok Blegsandsdannelsen og den omgivende Al følge Vandbevægelsen længere. I Karup-Dalens 2. Terrasse med sandmuldet Overflade og alfri Bund traf Forf. en saadan underjordisk Kanal af Blegsand og Al, der sandsynligvis i en Længde af mindst et Par Hundrede Alen ledede Mosevandet fra en Del af den nærliggende Høgild Mose ud til Brinken mellem Dalens 2. og 3. Terrasse.

Af det her oplyste maa formentlig sluttes, at det meteoriske Vand ved Nedsivning i den, praktisk talt, horisontale Slette, hvor Jordbundens Beskaffenhed svarer til det skildrede typiske Profil, og hvor intet Afløb ovenpaa Jorden kan finde Sted i den Del af Aaret, hvor Nedslaget og Luftfugtigheden overskrider Fordampningen, maa samle sig i et humusrigt, vaadt eller endog vandfyldt Lag over den faste, uigennemtrængelige Al. Hvorvidt der i dette Lag kan foregaa anden Vandbevægelse end den, som Fordampningen i den tørre Aarstid medfører, maa bero paa, hvor tæt og humusrigt Eluviallaget er. Er dettes midterste Del nogenlunde fri for vandsugende Humuspartikler, og findes et eller andet Sted en Gennembrydning af Alen, vil Vandet kunne faa en Bevægelse henimod denne Aabning; i modsat Fald, og ordinært, vil Vandet mellem Al og Lyngskjold

være stagnerende og saaledes udvikle Hedeslettens Overflade til en Sump.

En Gennembrydning af Alen ved Grøfter, der aldrig kommer til at føre Vand, eller ved dyb Reolpløjning af sumpede Hedestrækninger vil give Anledning til den for Hededyrkeren almindelige Iagttagelse, at forsumpede, flade Heder bliver tørre og anvendelige til Skovkultur, uagtet synligt intet Vand er blevet bortledet af Arealet[1], saaledes som skildret for Falborgdalens Vedkommende S. 19.

b. Forhold til atmosfærisk Luft. Det vil erkendes, at den Bygning, som det beskrevne, typiske Profil viser, gør Jordskorpens Indhold af Luft afhængig dels af Tætheden i Lejringen af dens Bestanddele og dels af Lagets Indhold af Vand.

[1] Som Bidrag til Forstaaelsen af Humusalens Evne til at afspærre det meteoriske Vands Adgang til Undergrunden paa større Arealer rettede Forf. i 1921 en Anmodning til den ansete Hedeskovsdyrker Marius Andersen, som i 35 Aar har beklædt Stillingen som Skovfoged i den noget over 3000 ha store Gludsted Plantage, om at meddele sine Erfaringer om den Indflydelse, som Dybpløjning, der gennembryder Alen, har haft paa Hedeslettens Fugtighedsforhold i det Areal, der har været underlagt hans Bestyrelse. Den nævnte Statsplantage indtager en anselig Strækning af Sebstrup Smeltevandskegle i Brande-Paarup Hedeslette og har meget ringe Fald. Dens Overflade ligger i Hovedsagen mellem 260 og 270′ o. H. og gennemskæres af en lidet uddybet, bred Erosionsdal, der maa hidrøre fra Overfladens oprindelige Konfiguration, og hvis Bund ligger 250′ o. H. Her ligger Skovfoged Andersens Tjenestebolig. Besvarelsen af det stillede Spørgsmaal lyder saaledes:

»Medens Vandet under Regntid og Tøbrud før Reolpløjningen strømmede bort over Alen, optager Jordsmonet nu, praktisk talt, al Nedbør. Jeg mindes saaledes fra min første Tid her, at efter kraftigt Tøbrud Vandet strømmede til fra omliggende Flader og dannede her gennem Dalen en bred og kraftig Strøm, saa at det hele gav Indtryk af en rigtig Oversvømmelse. Slig Oversvømmelse kendes aldeles ikke mere. I Sammenhæng hermed anføres, at en godt udført Reolpløjning, selv i den stærkeste Sommertørke, aldrig udtørres saa meget, at Skovplanterne dør, og Jordsmonet holder sig fugtigt helt op til Overfladen. Derimod gav samme Areal før Reolpløjningen i den sommertørre Tid et Billede af ørkenagtig Tørhed og yderste Fattigdom.«

At den alførende Hedejord dækket af Morskjold er overordentlig tæt og fast lejret er almindelig bekendt og let at iagtage; en Sammenligning med Jordbundens Konsistens i de Muldoaser i Heden, som vi skal komme tilbage til nedenfor, gør dette Forhold iøjnefaldende. I 1884 fremhævede nærværende Forf. (*79*, II S. 77) dette, og senere har RAMANN (se f. Eks. *104*, S. 207) og andre Forskere ved en Række af Undersøgelser over de naturlige Jorders Porevolumen under forskellige Humusforhold udvidet Kendskabet til denne Ejendommelighed og ved talmæssige Bestemmelser bragt Oversigt over Variationerne i det øverste Jordlags Tæthed og Forstaaelse af Aarsagerne til dens Udvikling. Det skyldes særlig RAMANN, at Opmærksomheden er bleven henledet paa, at »Bortførslen af opløselige Mineralforbindelser fra det udvaskede Lag«, Blegsandet, »bliver en af de vigtigste Aarsager til, at Jordbundens grynede Struktur ophæves, og derved Jordpartiklerne bliver tættere lejret. Ved sammenlignende Undersøgelser viser sig altid en Forringelse af Jordens Porevolumen i Hedebunden og altsaa en Formindskelse af de med Luft fyldte Rum. Hedebunden viser næsten et Minimum af Gennemluftning.« (RAMANN *104*, S. 207).

Imod denne Opfattelse af Hedebundens Konsistens optraadte i 1910 R. ALBERT (*5*), som paa det preussiske Forsøgsvæsens Vegne ledede Undersøgelserne af Jordbunden i dette Lands Skove og Heder. I en Kritik af A. MAYERS Opfattelse af Aldannelsen udtaler han: »... det var mig muligt ved talrige og i lang Tid fortsatte Undersøgelser over Jordluften at paavise, at Forudsætningen for Dannelsen af Jærnoxydulforbindelser, nemlig en mangelfuld Gennemluftning af Jordbunden (i det mindste i Sandjorder), ikke forekommer. Selv indtil 25 cm mægtige og meget faste og

filtede Morlag udøver ingen kendelig Indflydelse paa Gennemluftning af den underliggende Jord. Den i Jordporerne tilstedeværende Luft viser stadig en Sammensætning, som kun uvæsenlig afviger fra den atmosfæriske« (*5*, S. 333). Han bebuder en nærmere Redegørelse herfor senere. Denne kom i en Række Afhandlinger i 1912 og 1913 (*6*). Af disse fremgaar det, at han har fundet Jordbunden »den mest ensartede og den tættest lejrede i den raa Hede« (S. 665), at de i denne fundne Porevolumina i det Hele stemmer godt med de af RAMANN fundne, samt at Jordluftens Sammensætning — naar man gaar ud fra, at den atmosfæriske Luft indeholder en Iltmængde af 20,93 % og Kulsyremængde af 0,03 % — har tabt 5 % af den i den atmosfæriske Luft indeholdte Iltmængde, og at dens Kulsyremængde var 5 til 10 Gange saa stor som Atmosfærens (S. 669); ALBERT synes at betragte disse Data som en Bekræftelse paa den af ham i 1910 udtalte Sætning.

Hertil er nu at bemærke, at ingen af de 6 Prøveflader, i hvilke han har udført sine Undersøgelser, er normal Hedebund (S. 655—656), at de alle er udførte i Sommerhalvaaret, i hvilket Atmosfæren ved Fordampning og Opvarmning har rigelig Adgang til Jordskorpen, og at han ikke giver noget Middel til at bedømme, hvad de fundne Kulsyremængder i Hedebunden betyder. Da Jordsmonet normalt indeholder mere Kulsyre end den atmosfæriske Luft, — hvad allerede er paavist af BOUSSINGAULT og flere senere Forskere (77, S. 168, *104*, S. 372 o. a.) — vil nemlig Betydningen af de af ham fundne Kulsyremængder afhænge af Resultatet af tilsvarende Bestemmelser i Sandmuld af samme mineralogiske Sammensætning som den undersøgte Hedebund og samme Vandindhold og Temperatur, da Jordbundens Kulsyreindhold varierer betydelig med disse Faktorer; saa-

danne Bestemmelser foreligger dog ikke. Lige overfor A. Mayer, som Albert direkte kritiserer, og overfor nærv. Forf. er Albert's Sætning ikke anvendelig, da der netop hos disse Forfattere er Tale om Bundens Tilstand i den vaade Aarstid, for hvilken Albert's Bestemmelser ikke gælder Det synes derfor, at Albert's Undersøgelser ikke egner sig til i al Almindelighed at modbevise Rigtigheden af den umiddelbare Iagttagelse af Virkningen af den morklædte Hedebunds Tæthed og periodisk forringede Gennemluftning, saa lidt som af Ramann's i 1898 (*102*) offentliggjorte Bestemmelser af Hedejordernes Porevolumen. Den mangelfulde Gennemluftning af den humusrige Hedeslettes typiske Profil fremgaar ogsaa direkte af Gaarder og Hagen's nye Undersøgelser (*38*, S. 93—95).

En vægtig Støtte, om end med betydningsfulde Begrænsninger, har Albert faaet i et nylig publiceret Arbejde af L. G. Romell (*112*), der har gjort Luftbevægelsen i Jordbunden og dens økologiske Betydning til Genstand for en omfattende og interessant Undersøgelse.

Efter en kritisk Gennemgang af det vigtigste af den herhen hørende, meget rige Litteratur har denne Forfatter meddelt en stor Række Luftanalyser, særlig fra Skovjorder og anden naturlig Vegetationsbund med de forskellige her forekommende Humusformer. Med Hensyn til Teorien om Morlags Hindring for den atmosfæriske Lufts livlige Adgang til de øverste Jordlag kommer han til følgende Hovedresultater, forsaavidt angaar de nærværende Undersøgelser vedkommende Forhold:

I Granskov med Morlag paa tørt Terrain, i hvilket Vandet uden Standsning kan trænge ned i Bunden, iagttages ingen Iltmangel, selv ikke i Perioder med vaadt Vejr (*112*, S. 202); paa denne Art Lokaliteter falder saaledes

ROMELL's Iagttagelser ganske sammen med ALBERT's (ibid.). Tilsvarende Forhold er fundne i Fyrreskovene (*112*, S. 208).

Forsumpet Granskov viser derimod en højst betydelig, indtil fuldstændig Mangel paa Ilt i Jordbunden (*112*, S. 208).

I »daarlige Heder« med Lyngskjold, vanskelige at bringe i Kultur (undersøgte paa Hallandsaas), er selv »en mægtig Lyngskjold i tør Tilstand ingen Hindring for en god Gennemluftning af Jordbunden«. »I fugtig Tilstand derimod er det aldeles givet, at der opstaar en betænkelig Aftagen i Jordluftens Iltmængde, selv med mindre Vandindhold i Lyngskjolden end i andre undersøgte Mordannelser« (*112*, S. 212).

Som Hovedresultat af de talrige Jordluftsanalyser udleder Forfatteren den Slutning, at Morlagets Beskaffenhed og den hermed almindelig følgende større Tæthed i Jordbestanddelenes Lejring ikke i og for sig foranlediger nogen Formindskelse af Iltmængden i Bunden; det er de paagældende Jordlags Fugtighedstilstand, deres Vandindhold, hvorpaa alt kommer an (*112*, S. 233). Lige overfor danske Opfattelser af den jyske Hedebund udtaler ROMELL følgende: Af hans Undersøgelser fremgaar det, »at en Iltmangel i Hedebunden neppe er nogen generel Aarsag til de store Vanskeligheder ved Grankulturer paa daarlige Lyngheder. At der paa visse af denne Art Heder, d. v. s. saadanne som nærmer sig Forsumpning, til de andre ugunstige Omstændigheder slutter sig en betænkelig Iltmangel i Jorden paa visse Tider, synes at fremgaa af Forfatterens Tal, og det synes som om en anselig Iltmangel vil kunne opstaa ved et mindre Vandindhold i Jorden, naar der er Spørgsmaal om Hedebunden, end Tilfældet er i Raahumusmarkerne i Norrland (*112*, S. 229), hvor Størstedelen af hans Undersøgelser er udførte.

Naar der saaledes er Tale om at generalisere de for de studerede Lokaliteter fundne Forhold til ogsaa at gælde for

andre, med hine ikke fuldt overensstemmende, er der Grund til at henlede Opmærksomheden paa, at denne grundige og kritiske Forsker selv fremhæver, hvor vanskeligt det er at anvende de ved hans Experimentalundersøgelser fundne Jordluftsbestemmelser paa økologiske Forhold (*112*, S. 170, 221). Herved møder man foruden den Begrænsning, der hæfter ved selve den benyttede Undersøgelsesmethode, endvidere »Mangelen paa exakt og direkte Kundskab om den fysiologiske Virkning af forskellig Størrelse af Iltmangel og Kulsyreoverskud i Jordbunden paa Skovtræernes og den øvrige naturlige Vegetations Livsfunktioner.« Men hertil kan endnu føjes vor yderst mangelfulde Kendskab til de forskellige i en given Jordbund forekommende humøse Stoffers Iltningsenergi, og de forskellige klimatiske Faktorers[1] utvivlsomme Indflydelse paa Morskjoldens forskellige Oprindelse og Beskaffenhed og paa hver Lokalitetets særlige Podsoleringsfænomener. Intet Under derfor at Forfatteren finder Anledning til at fremhæve, at Resultaterne af hans Experimentalundersøgelser for »Raahumusmarkernes« Vedkommende strider mod den praktiske Erfaring, hvilket i rigt Maal fremgaar af Litteraturen (*112*, S. 176), og man kunde tilføje, imod den teoretiske Forsknings Resultater før 1910 (jfr. A. Mayer, Wollny, Ramann o. m. a.).

Han vender sig i sin Kritik af denne Litteratur særlig imod Graebner, der endnu i 1921 (*41*) uden Hensyn til Alberts Undersøgelser fastholder som en økologisk Faktor den naturlige, tætte Lejring af Jordskorpen med Mordan-

[1] Der skal eksempelvis mindes om, at Albert's væsentligste Undersøgelsesomraade ifølge Graebner's Kort over det »Norddeutsche Heidekulturgebiet« (*42*), der i klimatisk Henseende stemmer nær overens med Jyllands, ligger ikke saa lidt Ø. for dettes Grænse og i et tørrere Klima, og at Romell's norrlandske Lokaliteter ligeledes har et meget tørrere Klima end Jylland.

nelse som en Faktor, der indskrænker de øverste Jordlags Gennemluftning; men GRAEBNER støtter sig alene til Iagttagelser i Naturen uden at anføre exakte Luftanalyser.

Vi skal ikke her komme nærmere ind paa ROMELL's i flere Henseender vistnok berettigede Kritik af GRAEBNER's Sætninger, men alene holde os til Sagens generelle Sider, der formentlig kan præciseres saaledes: Da »Raahumusmarken« ifølge ALBERT og ROMELL normalt er fuldstændig gennemluftet, maa ethvert Indgreb, naturligt eller kunstigt, hvorved den naturlige, tætte Lejring (lille Porevolumen) forstyrres og forandres til en løsere, mere aaben Konsistens, der nærmer sig Sandmuldens, være uden iagttagelig Virkning paa Vegetationen, naar forøvrigt ingen anden Faktor end en livligere Luftfornyelse kan have fremkaldt denne Virkning i det paagældende Tilfælde. Men en saadan Mangel paa Indflydelse paa Vegetationen af en væsenlig Forandring af Jordskorpens Tæthed strider imod en rig og mangeartet Erfaring.

Forøvrigt synes Betydningen for det organiske Livs Processer af Jordluftens Mængde og Sammensætning kun lidet undersøgt og Meningerne derom delte. Snart fremhæves den atmosfæriske Lufts Betydning for Stofomsætningen i Jorden og for de Organismer, som er virksomme herved (*139*, *26*), snart at et vist Minimum er nødvendigt for Vegetationen, vekslende efter hvert Plantesamfund (*68*, S. 173), snart endelig frakendes Jordluftens Mængde og Sammensætning endog al Betydning for Vegetationen. Almindelig antages dog vistnok Jordens Gennemluftning at have Betydning, naar henses til det bekendte Forhold, at Sumpplanternes Bygning tillader dem ved rigelig Udvikling af Intercellularrum at muliggøre Tilledning af Luft til Roden ovenfra.

c. Luften i Jordvandet. Mindst lige saa vigtig for Vegetationen, som Jordens Gennemluftning kan antages at

være, synes den i Jordvandet opløste Lufts Beskaffenhed. Det store Indhold af Humus i det her omhandlede Jordbundsprofil og det stedse nye Tilskud af Humuskolloider, som Nedslaget uddrager af Eluviallaget, og som med Begærlighed optager Jordvandets Ilt, maa bevirke, at denne Luftarts Mængde reduceres, ofte til fuldstændig Forsvinden. Det fremgaar dels af Richard's og andres Undersøgelser (*104*, S. 147), dels og især af Hesselman's interessante og omfattende Studier over Vandets Iltmængde i forskellige Plantesamfunds Jordbund (*48*).

Af Hesselman's Undersøgelser ses det for det første, at det spiller en stor Rolle for Karakteren af Luften i Vandet, om dette er stillestaaende eller i Bevægelse som i Kilder, Aaer, og Bække, og for det andet, om Vandet er humusholdigt. Han fandt, at stillestaaende og stærkt humusholdigt Vand viser en anselig, stundom en højst betydelig Mangel paa Ilt, selv om det befinder sig i umiddelbar Berøring med den atmosfæriske Luft. Dette Forhold begunstiges vistnok derved, at Vandets Evne til at absorbere Kulsyre er betydelig større end dets Evne til at absorbere Ilt, og at dets Mætningsgrad for Kulsyren ligger langt højere end for Ilten.

Allerede ved Regnvandets Nedsivning gennem et 10 cm tykt tørveagtigt Lag — eventuelt et tæt Morlag — taber det en betydelig Mængde af den indeholdte Ilt (*48*, S. 107); Indflydelsen heraf paa Vegetationen er stor. I de forsumpede Granskove med alle Tegn paa Tilbagegang og slette Vækstforhold viste samtlige Vandprøver, oppumpede fra 20 cm under Jordskorpen, sig fulstændig iltfri. Dette kan ikke skyldes Vandet som saadant, men maa være en Følge af dets Iltfattigdom; thi selv hvor Grundvandet staar højt, endog naar til Overfladen, kan Skoven være frodig med en rig Urtevegetation dækkende Bunden, naar Vandet er iltrigt.

Vi skal senere (Kap. VI) se, i hvilken Forbindelse den vaade, humusrige Bund over Alen staar med Vegetationen, naar Vandet over Alen ikke er stagnerende. HESSELMAN slutter af sine Undersøgelser, at dette Forhold sikkert er Grunden til den Lighed, som i visse Henseender raader mellem Højmosen som Vegetationsbund og den mere udprægede Hedebund. Men dette Forhold maa nødvendigvis udøve Indflydelse paa de kemiske Processer, der foregaar i en saadan Jordbund, forsaavidt de staar i Forbindelse med dennes Iltrigdom eller Tilstedeværelsen af Stoffer, der som Humussyrerne hurtig og begærlig optager Ilt af Jordvandet. Denne Proces maa udøve Indflydelse paa Jærnoxydets Reduktion (smlg. *104*, S. 142).

Dette Forhold synes ikke tilstrækkeligt undersøgt, uagtet en Række ansete Forskere udtaler sig for, at en saadan Reduktion virkelig foregaar i den vaade humusrige Jordbund. At ældre Forskere som SENFT (*116*, S. 190 ff.) og nærv. Forf. særlig har henledet Opmærksomheden paa saadanne Reduktionsprocesser, fordi de paa denne Maade søgte Forklaring paa Jærnoxydets Opløsning i Jordbundens Eluvialag, kan kun tillægges mindre Betydning, efter at dette Stofs Vandring i kolloid Tilstand er bleven paavist og tilskrevet en væsentlig, maaske den væsentligste Aarsag til Jærnets Deltagelse i Aldannelsen. Men selv den første Paaviser af Humusstoffernes kolloide Natur, VAN BEMMELEN, angiver Jærnoxydets Reduktion ved Humifikationen i de øverste Jordlag som Aarsagen til Jærnets Vandring i Jordskorpen ved Aldannelsen (*15*, S. 367) og paaviser Ferrokarbonat i tørveagtige Dannelser og Moser (*15*, S. 316 ff). Fremdeles har A. MAYER (som foran anført S. 50), trods det »forføreriske« i at lade »Huminsyren« og dens Salte spille en Hovedrolle ved Aldannelsen, dog fastholdt den Opfattelse, at Hoved-

processen ved Aldannelsen er det opløselige Ferrohumats Iltning til det uopløselige Ferrihumat ved Luftens Nedtrængen gennem Blegsandet i den tørre Aarstid (*73*, S. 184—188). Der er vistnok Grund til at slutte sig til v. Lejningen's Udtalelse: »Det er paafaldende, at A. Mayer's Fremstilling, der yder mange Bidrag til Løsning af Alproblemet, har vakt saa ringe Opmærksomhed i den nyere Litteratur. I hvert Fald kan man ikke med nogle Linier afvise hans Teori, som imidlertid naturligvis kun begrunder en af mange Muligheder for den Maade, paa hvilken Alen dannes« (*71*, S. 25). Men fordi det er omdisputabelt, hvorvidt Jærntveiltets Reduktion er et nødvendigt Led i den Kæde af Processer, der som Enderesultat medfører Aldannelsen — Tvivlen gælder særlig de hvide og humusfattige Blegsandslag — er dermed intet oplyst om, hvorvidt der kan dannes Ferroforbindelser i den alførende Bund ligesaavel som i Tørven, naar Betingelserne er tilstede. Det er denne Opfattelse, som den finske pedologiske Skole synes at nære (*3*, S. 38). Naar endvidere Albert erklærer, at han aldrig har fundet Ferroforbindelser i Albund, da er dette kun en naturlig Følge af, at han — som foran anført — altid har fundet denne fyldt med atmosfærisk Luft, sandsynligvis fordi Arbejdet er foretaget i den tørre Aarstid; under disse Omstændigheder har naturligvis ingen Reduktionsprocesser kunnet finde Sted (*6*, 1912, S. 662).

Til Sammenligning med disse Resultater af Albert's Undersøgelser maa de af Tuxen i 1877 foretagne Analyser af Hedejord fra Bakkeø og Hedeslette bringes i Erindring (*123*). Prøverne udtoges i Januar Maaned i frostfri Bund. Han fandt paa begge Lokaliteter i Alens øverste Parti i den stenfri Jord 12 pCt. Humusstof med en Vandkapacitet af ca. 52 pCt. I Bakkeøbunden var i dette Lag »en Del Jærnilte tilstede som Forilte«; i Hedesletten fandtes i det tilsva-

rende Lag »en betydelig Mængde Forilte«. Paa begge Lokaliteter fandtes ogsaa Forilte i den humusrige Lyngskjold; derimod manglede dette Stof i Blegsandet, hvis Humusmængde kun var henholdsvis 2,80 og 1,76 pCt. med en Vandkapacitet af 28,73 og 34,64 pCt.

Det er imidlertid endnu ikke nærmere oplyst, i hvilken Form Jærnforiltet forekommer i Hedeslettens alførende Bund, hvilket er af Betydning for dens Egenskab af Vegetationsbund. VAN BEMMELEN har paavist Jærnforiltet i tørveagtige Dannelser baade som amorf og som krystallinsk Karbonat (*15*, S. 316, 318 ff.), og A. MAYER synes at mene, at dets Forekomst i Albunden har Form af Ferrohumat (*73*, S. 179). Dets Forekomst i moseagtig Grund som fosforsurt Ferrosalt (Vivianit) er forlængst almindelig bekendt.

d. Periodiciteten i Jordbundens Fugtighedstilstand. Overordentlig betydningsfuld for Hedeslettens Jordbund med dens foran skildrede typiske Profil er Periodiciteten i den fysiske Tilstand. Næppe nogen Art af Vegetationsbund i vort Land kan antages undergivet lignende periodisk Afveksling mellem vaad Mosebund i det væsentlige med Højmosevegetation uden Sphagnum og en fuldkommen Ørkentørhed, fordi dens øverste, 20—40 cm tykke Lag er lukket for Grundvandets Indflydelse.

Forf. har tidligere efter modtagne Meddelelser fra meteorologisk Institut (*83*, S. 16—21) gjort Rede for Karup Hedeslettes Klima; følgende Data er hentede derfra:

Denne efter danske Forhold i det Hele taget højt liggende Hedeslette (Dollerupkeglen ca. 240′ til 100′ o. H. ved Hodsager) har, som det fremgaar af efterstaaende Data, et koldt og fugtigt Klima, sammenlignet med det øvrige Land. Det er henimod Sommerens Slutning, at Regnperioden begynder og varer gennem hele Efteraaret, medens den store Luft-

	Nedbør m. m.	Luftens relative Fugtighed %	Luftens Temperatur C°
Marts	36	88	0,8
April	39	81	4,8
Maj	46	74	9,8
Juni	47	73	13,8
Juli	70	77	15,2
August	90	81	14,6
September	66	84	11,7
Oktober	78	87	7,0
November	53	90	3,1
Vinter	129	91	÷0,4
Foraar	121	81	5,1
Sommer	206	77	14,5
Høst	196	87	7,2
Aaret	652	84	6,6

fugtighed og lave Temperatur i Efteraars- og Vintermaanederne hindrer Fordampningen. I Foraaret og Begyndelsen af Sommeren falder den tørre Aarstid med stigende Temperatur, aftagende Luftfugtighed og ringe Nedbør. Paa denne Aarstid tørrer Hedebundens Overflade saa stærkt ud, at selv Lyngen paa store Strækninger af og til kan dø bort, hvad forøvrigt ogsaa Graebner angiver fra Omegnen af Berlin (*42*, S .209). En saadan jævnlig tilbagevendende Borttørring af den naturlige Vegetation er næppe kendt i andre af vort Lands naturlige Plantesamfund, og den Skæbne, Lokalitetens makroskopiske Plantevækst er undergivet, maa utvivlsomt ogsaa ramme en betydelig Del af disse Arealers Mikroflora, der for de fleste nærmere kendte Mikroorganismer i Jordbunden kræver en vis Fugtighed for at trives.

Denne periodiske, mere eller mindre intensivt indtrædende Udtørring af den alførende Bund maa medføre, at Luftens Adgang til Jordskorpen forøges betydelig. Jordskorpens Porevolumen fyldes med Luft, efterhaanden som dets Vandindhold gaar tabt, Lyngskjolden svinder — efter RAMANN's Forsøg ca. 18 pCt. (*104*, S. 327) — der opstaar Revner i den, og for den atmosfæriske Luft aabnes der Adgang i en saadan Grad, at ALBERT's Angivelser om Beskaffenheden af Hedebundens Sommerindhold af atmosfærisk Luft i Almindelighed kan anses for et jævnligt indtrædende Forhold.

Men naar ALBERT mener, at Alens ret konstante Afstand fra Overfladen angiver den Dybde, til hvilken Sommerregnen trænger ned i Bunden (*6*, S. 335), saa synes det rimeligere — naar man mener, at Klimaet har Indflydelse paa dette Forhold — at antage, at Alens Plads angiver den Dybde, til hvilken Sommertørken normalt lader den atmosfæriske Luft opfylde Jordskorpens Porevolumen og derved saavel bringe opløste Kolloider til Udtørring som de mineralske Forbindelser, der i den humusrige, vandfyldte Bund er undergaaede Reduktionsprocesser, til Iltning.

De vekslende Aarstiders Indflydelse paa Udvikling og Vedligeholdelse af den her omhandlede Albunds Beskaffenhed, bringer imidlertid det hele Fænomen ind under Virkningen af klimatiske Faktorer, et Emne, hvortil vi skal komme tilbage i Kap. VI.

3. Afvigende Jordbundsprofiler.

De Afvigelser fra det foran beskrevne typiske Jordbundsprofil, som er iagttagne, og som strækker sig videre end til ringe Varianter i Lagenes Tykkelse, synes alle at staa i Forbindelse med Jordbundens Relief og med dens Forhold til Vandet.

a. Arealer med lavt staaende Grundvandstand. Den Del af Karup Hedeslette, som ligger Ø. for Karup-Dalen, og hvor Sandbelægningen er nærmest Aflejringskeglens Toppunkt og derfor er tykkest, synes overalt at have et Grundvandspejl, der ligger dybt under Overfladen.

I Dollerup-Keglen er saaledes paa det øverste Plateau, hvor de gamle Erosionsrender ikke er naaet hen (se Kortet), Foraarsvandstanden i Brøndene i en Gennemsnitshøjde af 205′ o. H. ca. 60′ under Overfladen (Frederikskirke 210′ o. H. ÷ 60′, Grønhøj 205′ o. H. ÷ 62′, Firhuse 200′ o. H. ÷ 56′), altsaa ca. 145′ o. H. I dette højt liggende Plateau er Jordbundsprofilen fundet typisk udviklet ligesom ogsaa i de mindre Plateauer mellem Erosionsrenderne, saavidt de foretagne Undersøgelser rækker. Disse Furer i Terrainet kan aabenbart ikke have ført Vand, efter at Isen har trukket sig tilbage til det lavere liggende Terrain Ø. for den paa Kortet viste Hovedopholdslinie for Isen og maa derfor utvivlsomt hidrøre fra Overfladens oprindelige Dannelse. Paa to Steder, lige i Kanten af to forskellige Erosionsrender, begge i Højdekurven 190′ o. H., er blottet Profiler, der udmærker sig ved betydelig svagere udviklet Al. Disse Profiler har følgende Lagdeling:

1)	0—7	cm	Morskjold.		
	7—18	-	Blegsand med stort Humusindhold.		
	18—45	-	rødt, skørt Lag med svage, mørkere Tegninger.		
	Undergr.		Gult Sand.		
2)	0—9	cm	Morskjold.		
	9—19	-	Blegsand med stort Humusindhold.		
	19—27	-	Skør og svagt farvet Humusal.		
	Undergr.		Grus, i ringe Grad lerblandet, grovt Sand.		

Det synes at fremgaa af Jordbundens Beskaffenhed paa disse Steder, at det gennem Morskjolden nedsivende Vand ikke har stagneret over den kun svagt udviklede Humusal,

men er ført bort gennem den tilstødende Erosionsrende. Disse to Profiler er dog de eneste af de paa Dollerup-Keglen og dennes øverste Terrasse undersøgte, som paa denne Maade afviger fra det typiske; men analoge Forhold kunne sélvfølgelig forekomme paa lignende Steder.

I Moselund-Keglen Ø. for Karup-Dalen har Grundvandet en lignende lav Stand som i Dollerup-Keglen. Paa det store Plateau, hvor Størstedelen af Kumpedals Plantage er beliggende, er i Terrainhøjden 226′ o. H., Grundvandspejlet 197′ o. H. (Kumpedalshus), paa Plateauets sydvestlige Skraaning i 220′ o. H. naar det 185′ o. H. (Gratehus) og paa Plateauets nordøstlige Affald mod Valler-Aa Erosionsdal ved 205′ o. H. findes det 160′ o. H. (Sangildhus).

Som allerede omtalt (S. 40) gør Jordbunden i den undersøgte Del af Moselund-Keglen et ældre Indtryk end i Dollerup-Keglen med haardere Al, tildels ogsaa med tykkere Blegsandslag, og ved Moselund-Keglens bratte Affald imod Aaresvadaa-Dalen (se S. 39) i 180′ Kurven spores ingen Svækkelse af Allagets Fasthed og Dybde, saaledes som iagttaget ved Randen af de to Erosionsrender i Dollerup-Keglen. Den haarde Al strækker sig endog et langt Stykke ned ad Skraaningen imod Dalen, og denne Hælde synes at være ældre end Dollerup-Keglens øverste Plateau, hvad der, som foran berørt, ogsaa maa sluttes af Overfladens Relief.

Som Følge af Grundvandstanden Ø. for Karup-Dalen mangler hele den her beliggende Del af Hedesletten ganske Kær- og Mosedannelser undtagen nogle smalle moseagtige Engstriber i Bunden af Aaresvadaa-Dalen og i de dybe Erosionsrender i Halleraa-Dalen og i Mose-Dal med Valler-Bæk.

b. Arealer med højt staaende Grundvandstand. Hele den større Del af Karup Hedeslette, som ligger V. for

Karup-Dalen modtager derimod sit Præg af Grundvandets høje Stand og de der forekommende store Kærstrækninger (se Kortet). Efter modtagne Oplysninger ligger Grundvandspejlet i den store, meget svagt skraanende Slette mellem Karup-Dalen og Storaaens Dal ved Efteraarsvandstand kun 5—10′ under Overfladen, naar undtages Arealerne nærmere Slettens Yderkanter, hvor der er opstaaet forholdsvis korte Erosionsdale, der udmunder i Karup-Dalen. Lavere Vandstand findes saaledes i Nærheden af Trolddalen paa Slettens Østside samt langs de ret dybe Erosionsdale, i hvilke Vandløbene ved Gindeskov, Feldborg og Haderup føres ud i Skive Aa i Nærheden af Hagebro. Disse Erosionsrenders afdrænende Virkning i Hedesletten kan dog paa Grund af Grundvandspejlets bekendte, buede Overflade med parabelformet Profil (*23*) ikke naa langt fra selve Erosionsrenden, og man vil derfor forstaa, at i hele den store midterste Del af Hedesletten V. for Karup-Dalen danner Grundvandet en udstrakt underjordisk Sø med i Hovedsagen stagnerende Vand i ringe Afstand fra Overfladen og med et Vandspejl, hvis Højde veksler fra Foraar til Efteraar med $2^1/_2$—3 Fod. Dets Indflydelse paa Overfladen er dog tildels afhængig af den kapillære Vandstignings Højde. Denne angives forskellig, men maa for de her omhandlede Jorders Vedkommende antages at ligge imellem den af Ramann i Sandjorder fundne Størrelse af 40 cm (*104*, S. 342) og den af Mitscherlich angivne højeste Stigning af 150 cm (77, S. 149). Paa visse Strøg vil saaledes den kapillære Vandstigning kunne faa Indflydelse paa Arealets Forsumpning og Grundvandsalens Forekomst.

Det er imidlertid forholdsvis smaa Variationer i Overfladens Relief, der kan faa Betydning i saa Henseende, og Grundvandsalen optræder derfor her i en stor Række af

Varianter, baade i Henseende til Mægtighed og Lejringsforhold.

Hvor Slettens Overflade ligger saa højt over Grundvandet, at der bliver Plads til en normalt udviklet typisk Humusal med et øverste, eluvialt Lag paa et umiddelbart derunder lejret humusrigt Illuviallag findes ofte aldeles ingen Grundvandsal. Men meget almindelig findes umiddelbart under den normale Humusal stenhaarde horisontale Plader af jærnholdig Grundvandsal af $^1/_4$—1 cm Mægtighed, af meget forskellig Udstrækning og Sandindhold; ofte er disse horisontale »Plader« saa rige paa Jærnkonkretioner, at de faar Konsistens og Beskaffenhed som Myremalm. Deres Størrelse kan variere fra nogle faa Kvadratcentimeter til flere Hundrede Kvadratmetre. Men saadanne »Plader« kan ogsaa forekomme saa nær Overfladen, at de findes midt i Humusalen og deler denne i Etager. Disse Dannelsers Horisontalitet og deres forskellige Afstand fra Overfladen, varierende efter dennes Relief, tyder paa overbevisende Maade paa, at deres Dannelse foregaar i en Iltningszone opstaaet i en temporær Udtørringszone saaledes som forklaret i Kap. II. Om en enkelt Strækning er angivet, at disse Jærnkonkretioner har udviklet sig til et sammenhængende Lag af en to Fod mægtig Jærnsandsten. Endelig forekommer her, hvor Grundvandet i det mindste en Del af Aaret naar saa tæt op til Overfladen, at der, som tidligere anført (S. 54), kun findes et ca. 20 cm. tykt tørveagtigt Morlag over det vandfyldte Sand, paa større Strækninger Lag af Myremalmsknolde indlejret umiddelbart under Morlaget, medens det omgivende Sand er snehvidt, affarvet som et ægte Eluviallag. At Jærnkonkretionerne, dels som disse Myremalmsknolde, dels som Grundvandsalens horisontale »Plader«, ikke overalt er knyttede til affarvede Sandlag, men

ogsaa kan forekomme, hvor Sandet har den sædvanlige gule Farve, synes at vise, at disse Dannelser ikke overalt skyldes Jærntveiltets Reduktion paa selve Stedet, hvor Konkretionerne findes i nær Forbindelse med en Udtørringshorisont, men maa skyldes de i Grundvandet i Almindelighed opløste Ferroforbindelser, Humater eller Karbonater.

Det vil af det meddelte fremgaa, at Jordbunden i den her omhandlede Del af Hedesletten modtager sit Præg af det højt staaende, stagnerende Grundvand, i hvilket opløste Humusstoffer og humøse Forbindelser ved deres fortsatte Omsætning bevirker en udbredt Reduktion af Stoffer i højere Iltningsgrader. Det maa være en iltfattig eller iltfri Jordbund, i hvilken enhver Adgang til den atmosfæriske Luft fremkalder en paaviselig Iltningshorisont ved Afsætning af de forskellige Jærntveiltedannelser, som vi har henført til Grundvandshorisonten.

En Betragtning af det medfølgeude Kort vil endvidere vise, at Overfladevandet, trods Slettens flade Relief, har formaaet at skaffe sig noget Afløb ovenpaa Jorden i Terrainets Faldretning. Uagtet Vandet i disse Afløb maa være i Bevægelse, er denne dog sikkert forholdsvis langsom, da Vandløbene først i deres nederste Afsnit har formaaet at erodere dem et Bækleje i Sandet. I største Delen af deres Længde fremtræder de som Forsumpninger, især Kærstrækninger, i hvis Overflade Vandet langsomt bevæger sig i Retning af Slettens Hældning, og som kun kan virke udtørrende i ringere Afstand fra deres Bredder.

I denne Del af Hedesletten findes nogle enkelte Smaasøer. De er omtrent kredsrunde og er ikke opstaaede ved nogen Vanderosion i Overfladen, men skyldes dennes oprindelige Udformning; de har ikke noget betydeligere, overjordisk Tilløb eller Afløb. De største er Kragsø, V. for Karup, den

ret anselige Sunds-Sø og Lille-Sø i Sønder Feldborg Plantage. Deres almindelige Beskaffenhed er ejendommelig og ensartet for dem alle. De udgør meget flade Indsænkninger i Arealets Overflade, der gennem en sandet, erosionsløs og vegetationsfattig Bred sænker sig jævnt ned til Søens Midte. Det synes, som om de er dannede under den Sandflugt, som i Overfladens vegetationsløse Periode har haft stor Indflydelse paa Terrainets Relief (*125*, S. 125). Kragsøs største Dybde er kun 5—6′ over et Dyndlag med noget Tagrør og Siv i en Del af Søen; forøvrigt er dens Vandspejl blankt, og dets Højde stemmer ganske med Egnens Grundvandstand, falder og stiger med denne. Lille-Sø har samme Karakter, men er ikke dybere, end at den kan ligge ganske tør i regnfattige Somre. Den meget større Sunds-Sø har en Dybde af 10—12′ paa Midten, til hvilken Søbunden falder jævnt; kun i Østsiden findes paa en Strækning en Dybde af indtil 16′. Da her løber et lille Vandløb ud i Søen, skyldes dette dybere Parti maaske nogen Erosion. Søen angives at være saa godt som uden Plantevækst. I det hele taget kan disse runde og flade Søer betragtes som Sænkninger i Overfladen, i hvilke Hedeslettens Grundvandspejl kommer frem i Dagen.

I det hele taget maa formentlig denne store, vestlige Del af Karup-Hedeslette betragtes som delvis forsumpet Terrain, der vistnok kun adskiller sig fra en almindelig Højmosedannelse derved, at den periodiske Udtørring af Overfladen kan naa Sandbunden og derved forhindre en Sphagnumvegetations Udvikling.[1]

[1] I den foran meddelte Skildring af Karup-Hedeslettes vestlige Parti er Forf.'s egne Iagttagelser i væsentlig Grad supplerede ved velvillige Meddelelser fra to med Egnens Forhold nøje fortrolige Mænd, nuv. Prof. Johs. Helms, tidligere Skovrider i Feldborg Statsplantage, og Hedeselskabets mangeaarige Skovrider i Kragsøhus, Holt.

IV.

Biologiske Forhold i Hedeslettens Jordbund.

Det vil af det angaaende Hedeslettens Jordbundsprofil i Afsn. III meddelte fremgaa, at de anaerobe Former for det organiske Affalds Omsætning maa spille en væsentlig Rolle i Karakteren af Jordbundens Humusaflejringer, og at det uorganiske Materiales Forvitring maa være foregaaet under den energiske Indflydelse, som Huminsyrerne (Sv. Odén *93*, S. 33) vides at udøve (forvitrede Sten i Moser, Blegsandsdannelse o. s. v). Men om de Organismer, der er virksomme ved disse Processer og om deres Beskaffenhed vides yderst lidt, ja ikke engang hvad der skyldes rent fysisk og kemiske Processer (*111*, S. 427) og hvad der er Resultatet af den levende Verdens Livsvirksomhed.

Karakteristisk for Hedesletten som Vegetationsbund er dens sure Reaktion, Eluvialhorisontens ved Udvaskning bevirkede Tab af mineralske Bestanddele, især af basiske Elementer, derunder Kalkmangel; fremdeles en tæt lejret, periodisk vaad og iltfattig Overgrund, i hvilken den hidtil kun sporadisk paaviste Jærnforilte muligvis spiller en for Vegetationen i Almindelighed skadelig Rolle.

1. Det organiske Affalds Omsætning.

I Mangel af fornødne Forudsætninger for Studiet af de for Stofomsætningen i Hedebunden betydningsfulde Mikroorganismer og deres Biologi kunde man have forsøgt efter Remy's Anvisning (*107*, S. 657 ff.) at studere Betingelserne for de forskellige Omsætningsprocesser i Jordbundens organiske Stof, som med Held er bleven anvendt for dyrkede Jorder (se f. Eks. *21*). Dette er dog, saavidt vides,

i meget ringe Omfang sket i Udlandet (se nedenfor), og for de i denne Undersøgelse omhandlede Jordbundsformer synes der at være særlig ringe Anledning til at anvende REMY's Anvisning, undtagen for en enkelt Art af Omsætning, til hvilken vi straks skal komme tilbage. Hedeslettens Jordbund med de Muldoaser, som den indeholder, udgør nemlig to diametralt modsatte Tilstandsformer af den vegetationsbærende, magre Sandbund, og disse lader sig umiddelbart og uden særlige Hjælpemidler karaktisere, nemlig Hedeslettens humusrige, tæt lejrede, typiske Jordbundsprofil paa den ene Side og Egekrattenes løse, humusfattige Sandmuld paa den anden.

ALBERT er, saavidt mig bekendt, den eneste Forsker, der har anvendt REMY's Metode ved Studiet af Mikrofloraen i Skov- og Hedejorder i en systematisk Undersøgelse af et større Antal Lokaliteter. Af disse viste 6 naturligt bevoksede Prøveflader en karakteristisk stor Peptonforgæring og Kulhydratdestruktion paa Muldbunden og en ringe paa Morbund (*6*, 1912 S. 660), medens en anden Undersøgelsesrække, fra dybt bearbejdet Hedejord, viste en betydelig Stigning af Kulhydratdestruktionen ved uforandret lav Peptonforgæring (*6* 1913 S. 227); en tredie Række paa forskellig Maade kunstigt behandlede Arealer gav tildels mindre klare Resultater (*6*, 1912 S. 359—362). Disse Undersøgelser efter REMY's Metode synes ikke for de her omhandlede Jordes Vedkommende at udvide vor Kundskab til Virkningen af Jordbundens Mikroflora, der i Muldens hurtige Omsætning af det organiske Affald forudsætter energisk Destruktionsvirksomhed, og i Morlagenes Ophobning af Vegetationens Affald ovenpaa Jorden og dens længe bevarede organiske Struktur forudsætter en betydelig Nedstemning af Energien i Mikrofloraens destruerende Evne.

Det allerede i nogle Decennier bekendte (*139*, S. 88) og senere af Ramann yderligere studerede (*103*, S. 576 ff.) Forhold, at det i de stærkt sure Morjorder især er Svampene, i Muldjorderne Bakterierne, der spiller Hovedrollen ved det organiske Affalds Omsætning, er fundet bekræftet i de her omhandlede Jorder (jfr. *84*, S. 344 ff.). Ganske ubekendt er derimod den Betydning, som maa tillægges den mikroskopiske Fauna, af hvilken nærv. Forf. i 1884 (*79*, II. S. 71, *79**, S. 173) gjorde opmærksom paa Rhizopodernes massevise Forekomst i Moren, men som der i det hele taget ikke er skænket synderlig Interesse. I 1913 har imidlertid Francé (*33*) behandlet dem udførligere, uden at der dog herved er bragt nogen Forstaaelse af disse Organismers Betydning for det organiske Affalds Omsætning. Her skal derfor af Francé's Fremstilling kun anføres nogle Punkter, der kan tjene til at belyse Beskaffenheden af det Milieu, i hvilket dette mikroskopiske Dyreliv færdes. Deres Mængdeforhold i en humusrig Jord er meget vekslende; af de mange Tællinger, som Francé anfører, skal eksempelvis nævnes (S. 69), at Tallene ligger mellem ganske faa og et Par Hundrede pr. mm^3. Den fugtige Bund er rigere paa Rhizopoder end den tørre (S. 57); i Tørkeperioder og under Vinterfrost (S. 56) encysterer de sig og viser i det hele taget Periodicitet i deres massevise Optræden (S. 53). I Skovbunden dominerer hele Aaret Rhizopoder og Nematoder, og deres Masse afhænger ikke alene af Jordens Vandindhold, men ogsaa af dens Indhold af Humus (S. 75). Denne Jordfaunas Indflydelse stiger med de Faktorer, som gør Bunden egnet for Hygrophyterne (S. 78). Det synes, som om Beskaffenheden af Hedeslettens Morskjold ganske passer til denne Jordfaunas optimale Milieu, og det maa vel antages, at dens Protoplasma maa kunne

udgøre en ikke uvæsentlig Del af Humuslagets Kvælstofforbindelser. Hvor en betydelig Del af dette Kvælstof, som i Hedebunden, synes fastlagt og unddraget Vegetationens Ernæring, er der vistnok Grund til med P. KOSTYTSCHEFF (*69*, S. 25 ff.) og WOLLNY (*139*, S. 117), at slutte sig til den Antagelse, at ikke blot Planteresternes udekomponerede Bestanddele og langsomt destruktible Svampemycelier, men ogsaa, foruden den levende Mikroflora, denne Jordfaunas Protoplasma og Chitinhylstre lægger Beslag paa en følelig Del af det Kvælstof, som synes unddraget Cirkulationen.

2. Hedebundens Kvælstof

lægger større Beslag paa Opmærksomheden end de under 1. omhandlede Forhold.

I Hedeslettens humøse øverste Lag findes et ret anseligt Kvantum Kvælstof. Til de mange allerede foreliggende Analyser (se f. Eks. *84*, S. 350 ff.) skal her føjes følgende Bestemmelser ved KJELDAHLS Metode af total Kvælstof i Procent af organisk Stof i Profiler af Karup Hedeslette:

Dollerup-Keglen Ø. for Karup-Dalen...	1)	2,33 pCt.
	2)	2,36 -
	3)	1,76 -
V. for Samme	4)	1,84 -
	5)	1,58 -
Moselund-Keglen	6)	2,36 -
	7)	1,79 -
Middel		2,00 pCt.

Heraf Nr. 2 og 6 brun Morskjold nær Kanten af en Erosionsrende (se S. 86).

Disse Mængder af ca. 2 pCt. stemmer godt med de andensteds fundne Kvælstofmængder i Morskjoldens Humus.

Ramann angiver for humide Egne, at Kvælstofindholdet i Humus svinger mellem 2 og 5 pCt., saaledes at det første af disse Tal gælder for Lokaliteter, hvor Humifikationen foregaar langsomt (*104*, S. 164). Hesselman har fundet ganske lignende Forhold; han angiver »Raahumussens« Kvælstofindhold til 1,5—2,8 pCt. (*52*, S. 413), mellem hvilke ogsaa vore Tal ligger. Disse Tal viser, at vor Hedeslettes Humusform hører til de forholdsvis kvælstoffattige naturlige humøse Aflejringer, hvilket dog ikke er Udtryk for, at Jordbunden er fattig paa Kvælstof, da dette afhænger af Humusmængden, som i Hedearealer med en tyk Morskjold i Almindelighed er humusrigere end Mulden paa samme sandede Bund. Forholdet synes derimod at tyde paa en specifik Humusform, der i sin Sammensætning er forskellig fra den i Muldjordene forekommende. Dette faar især Betydning for Spørgsmaalet om den Grad, i hvilken Humussens Kvælstof er assimilabelt for de højere Planter, derunder paa Spørgsmaalet om Kvælstoffets Nitrifikationsevne.

En Række af Iagttagelser, især af tyske Forskere, havde i de sidste Decennier af forrige Aarhundrede og i Begyndelsen af dette givet Anledning til den almindelige Antagelse, at der ikke dannes Salpetersyre i uopdyrkede Jorder, især ikke i Skov- og Hedejorder. I 1908 fremdrog imidlertid Fr. Weis Boussingaults hidtil lidet paaagtede Undersøgelser fra 1886, ifølge hvilke Salpetersyredannelsen er almindelig udbredt og forekommer ikke alene i Kulturjord, men ogsaa i de nævnte ikke dyrkede Jorder, og Weis paaviste endvidere, at der kan dannes Salpetersyre, om end i smaa Mængder, i de jydske Hedesletters Jord og i betydelig større Mængde i ung Hedejord med en tynd Morskjold (*135*, S. 282 ff.).

Under Studiet af de mulige Aarsager til den næsten

overalt i de jydske Hedekulturer forekommende Klorose hos Rødgranen, ledsaget af Vækststandsning eller endog af Tilintetgørelse af Træerne, var Forf. kommen til den Anskuelse, at Aarsagen maatte antages at være Mangel paa assimilabelt Kvælstof i Hedebunden. Efter i 1903 at have fremsat og begrundet denne Teori (*80*), lagde Forf. det fortsatte Studium af Hedebundens Natur an paa at prøve dens Rigtighed. Ved disse Undersøgelser fulgtes dog ikke RÉMY's Anvisning, men Spørgsmaalet søgtes belyst ved Kulturforsøg.

a. Jydske Kulturforsøg. Paa Hedesletten i Gludsted Plantage paabegyndtes i 1904 og paa Bakkeødannelsen i Sevel Plantage i 1905 to i det væsentlige ensartede Forsøg paa Dyrkning af Rødgran med Tilskud af Kalk, Kali og Fosforsyre, samt med Dyrkning af Leguminoser som Kvælstofkilde for Granerne. Anlæget var indrettet saaledes, at Granernes Udvikling vilde vise, om det var et af de tilførte mineralske Stoffer, der manglede i Jordbunden, eller om Granerne vilde reagere for den Tilførsel af Kvælstof, som Leguminosknoldene antoges at ville tilføre Bunden. Forsøgene suppleredes med Kontrolforsøg af forskellig Art, af Analyser af Jordens mineralske Beskaffenhed, dens mekaniske og mikrobiologiske Tilstand m. v. Efter henholdsvis 8 og 7 Aars Udvikling offentliggjordes i 1912 en udførlig Beretning (*84*) om disse Forsøg. Endelig udarbejdedes ved Udgangen af Vegetationsaaret 1921, altsaa efter en Vegetationstid af henholdsvis 18 og 17 Aar en afsluttende Beskrivelse og Maaling af begge Forsøgsrækkers Tilstand og Træernes Vækst (*85*, *46*, S. 110—113).

Idet der henvises til de nævnte udførlige Forsøgsberetninger, skal angaaende deres Hovedresultater her kun anføres følgende:

Efter den første 7—8 Aars Vegetationsperiode viste det

sig, at Grankulturerne havde haft en kraftig Udvikling uden Vækststandsning, hvor de var blandede med frodig voksende og rigt knoldbærende Bælgplanter. Under Vegetationens Udvikling paa saadanne Arealer paavistes der livlig Salpetersyredannelse i Jordbunden, og der indfandt sig dér en naturlig Vegetation af nitratofile Planter mellem Granerne. Hvor der ingen saadan Leguminosvegetation var frembragt, havde de mineralske Gødningsmidler vist sig ude af Stand til at forhindre Sygdomsfænomenets Udvikling, og Jordkvælstoffets Iltning til Ammoniak og Salpetersyre foregik kun meget langsomt og i ringe Grad. Resultatet var i det væsentlige det samme i begge Forsøgsarealer.

Der sluttedes heraf, at Grankulturernes Mistrivsel i midtjydsk Hedebund i Hovedsagen maa skyldes Mangel paa assimilabelt Kvælstof, som Granerne ikke formaar at dække ved de i naturlig Hedebund foregaaende Processer.

Efter videre 10 Aars Forløb viste den ved Slutningen af Vegetationsaaret 1921 foretagne Revision af Forsøgene, at samme Tilstand i Granvegetationens Beskaffenhed fremdeles var tilstede i de nu omtrent 20-aarige Bevoksninger, om end der sporedes nogen Virkning af Gødningsstoffernes Kali og Fosforsyre, som dog endnu ikke havde bevirket en Ophævelse af Planternes sygelige Tilstand med klorotisk Bleghed og udgaaede Topskud.

Det fremgaar heraf, at Granernes gode Trivsel under Paavirkning af Bælgplanternes Tilskud af assimilabelt Kvælstof ikke har været en kortvarig og forbigaaende Indflydelse, men maa have paavirket Kvælstoffets Omsætning i Jordbunden paa en for Trævæksten gunstig Maade. Da endvidere de beskrevne Forhold ikke alene har vist sig i den jydske Hedeslette med dens under dens Dannelse udvaskede Jordbund, men ogsaa i Hededannelserne paa de vestjydske

Bakkeøer med deres mindre fattige Bund (SEVEL-Forsøget *46*, S. 129 ff.) og endelig ifølge Undersøgelser af FR. WEIS i Hededannelserne paa de tilstødende Morænearealer med en betydelig bedre Jordbund (*138*, S. 104), er derved vundet en Bekræftelse paa den af Forf. i 1910 udtalte (*83*, S. 214) foreløbige Slutning, at Mangel paa assimilabelt Kvælstof i de jydske Heders Humusdannelser er en af de vigtigste økologiske Faktorer for Hedevegetationen under de i Vestjylland raadende klimatiske Forhold paa de omhandlede sandede Istidsdannelser.

b. Nordtyske Forsøg. Omtrent samtidig med de foran nævnte jydske Forsøg anlagdes af det preussiske Forsøgsvæsen under Ledelse af dets ansete Direktør A. MØLLER en Række Forsøg med Jordbundsbehandling af de nordtyske, til Skovkultur anvendte Sandjorder, der tillige omfattede de nordvesttyske Heder, som danner en Fortsættelse af de jydske og i Hovedsagen udmærker sig ved samme Egenskaber som disse. Forsøgene foranledigede en Række Publikationer, der begyndte i 1902 og forsattes til 1921, da en Afhandling (*90*) fremtræder som en afsluttende Redegørelse for Resultatet af det hele Forsøgsarbejde, efter at dette har løst den stillede Opgave, at finde Middel til den for al Trækultur næsten utilgængelige Morskjolds Behandling. Resultatet af hele denne stort anlagte Forsøgsvirksomhed er af stor Interesse for Forstaaelsen af den naturlige Morskjolds Utilgængelighed for Trævækst.

De tyske Forsøg begyndte ligesom de danske med Undersøgelser over de i podsolerede Sandjorder med Morskjold forekommende Mycorrhizadannelser hos de anvendte Kulturtræer (*87*, 1902, 1903); men da disse Studier kun ledede A. MØLLER til stærk Tvivl om Mycorrhizernes Betydning for Træernes Kvælstofernæring, førtes allerede i 1903 (ibid.)

Forsøgsvirksomheden ind paa Undersøgelser om Anvendelse af selve Moren i bearbejdet Tilstand som Kvælstofgødning paa Sandjorder. Forsøgene fortsattes, som anført, lige til 1921 (*88*, *90*); der samledes et meget betydeligt Materiale af Observationer fra forskellige Lokaliteter, og de gav Anledning til en Række interessante Iagtagelser. Deres Hovedresultat resumeredes i 1921 af E. Ramann[1] saaledes: »Medens man hidtil kun kendte den fordærvelige Indflydelse »des in geschlossener Schicht auf dem Mineralboden lagerenden Rohhumus«, viste Møller, at denne Humusform, »blandet med den mineralske Bund, bliver til et værdifuldt Gødningsstof for Træer og navnlig til en fortræffelig Kilde til Skovens Forsyning med Kvælstof.«

Uagtet denne Udtalelse sikkert rigtig gengiver Møller's Hovedbetragtning, synes den dog at være en ret ensidig Meddelse om, hvad disse Forsøg i Virkeligheden viser. Thi ved at gennemgaa Møller's Beretning ser man, at Morskjolden alene, ogsaa uden at være blandet med den mineralske Jord, ved den af Forsøgslederen benyttede Findeling kan bringe de fleste Træer til god Udvikling, om end denne stundom staar tilbage for Udviklingen i Jordblandingen. Møller har nemlig ogsaa anlagt Dyrkningsforsøg med forskellige Træarter, foruden i rent Sand og i sandblandet Humus, tillige i ren findelt Morskjold (*90*, S. 802 ff.). Da det er Morskjoldens Findeling, der gør den frugtbar, baade med og uden Blanding med Sandjorden, synes dette Moment at maatte fremhæves som hele det mangeaarige Forsøgsarbejdes Hovedresultat.

Ved Sammenligning af fintfordelt Morskjold som Kvælstofgødning med forskellige kunstige Kvælstofgødninger

[1] Zeitschr. f. Forsch. u. Jagdw. Bd. LIII, S. 515.

kommer MØLLER til det Resultat, at »Humusgødning[1] er enhver Art af kunstig Kvælstofgødning i saa paafaldende Grad overlegen, at dens Virkning ikke engang tilnærmelsesvis kan erstattes ved nogensomhelst kunstig Kvælstofgødning« (*89*, S. 473). Naar man ligeoverfor denne Udtalelse sætter MØLLER's egen Skildring af højt ansete Praktikeres almindelige Opfattelse af slige Morlags Beskaffenhed — »fra den nordtyske Hede, dette Gebet, i hvilket der findes »Rohhumusmasser« at overvinde, som spotter enhver Bearbejdning, lyder et »Opraab til Kamp mod den kulturfjendtlige Raahumus i alle dens Former«« (*90*, S. 831) — maa man spørge, hvorledes er disse Modsætninger mulige, er det virkelig det samme Stof, der skildres i begge?

MØLLER's Kulturforsøg udførtes alle i 60 cm dybe »Blikkasser uden Bund«, 1 eller 4 m i Kvadrat, i en Forsøgshave. Hans »Rohhumus«-materiale forskaffede han sig saaledes: »I en Bevoksning af gamle Fyrretræer med et tykt Lag Blaabærmor blev af denne udskaaret store Plader, som man med Bagsiden af en Hakke bearbejdede saaledes, at alle Blaabærris med deres tætte Filt af træagtige Rødder udrystedes, saa at kun »der gelockerte Rohhumus blieb zurük«« (*90*, S. 798). Det Stof, som Praktikerne anser for saa utilgængeligt for al Trævækst, er Morskjolden i dens naturlige Lejring; MØLLER's Kulturer er derimod udførte i et Substrat, der ikke forekommer i Naturen. Det bestaar af et løst Smuld, der let lader sig fuldstændigt blande med den mineralske Jord, og som er befriet for Størstedelen af den levende og sammenbindende Bundvegeta-

[1] Da MØLLER's Forsøg i Almindelighed er udført med Morlag fra gammel Fyrreskov, der utvivlsomt er et mindre skadeligt Substrat end gammel Hedemor, skal det anføres, at ogsaa denne fra en meget ugunstig Lokalitet i Lüneburger Heide er benyttet i Forsøgene med samme Resultat (*88*, S. 280 ff.).

tion og især bestaar af Morlagets underste, stærkest dekomponerede organiske Affald. Den sønderdelte Morskjolds Blanding med den mineralske Jord er i og for sig ikke noget Nyt, thi den er paa mange Steder i og udenfor Nordtyskland anvendt ved Hedekulturer. Møller's fint sønderdelte Morskjold skiller sig kun fra den i Praksis frembragte derved, at denne er opbrudt i større Partier, der erfaringsmæssigt hurtigt vokser sammen igen, medens Møller's Humus foreløbig forbliver et usammenhængende Smuld. Forskellen er med andre Ord som mellem det praktiske Livs grovere og meget ufuldkomnere Manipulationer og Laboratoriearbejdets teoretisk fuldkomne Bearbejdning.

Nogen nærmere Forklaring af Virkningen af denne Forskel ses Møller ikke at have givet, uagtet det af Forsøgene umiddelbart fremgaar, at Morskjolden i det i Naturen forekommende eller i mindre Grad forstyrrede Lejringsforhold mangler assimilabelt Kvælstof, der kan tilvejebringes af selve Morskjoldens Materiale ved dets stærke kunstige Sønderdeling; thi anden Paavirkning har det ikke faaet (smlg. *53*, S. 991 ff.). Det laa formentlig nær at betragte denne Virkning af Morens Smuldring som Frugten af Luftens forøgede Evne til at gennemtrænge dens hele Masse under Henvisning til almindelig praktisk Erfaring om Virkningen af al ved Bearbejdning af tæt og skorpet Jord frembragte løsere Lejring[1]. Dersom Grunden til, at

[1] Det hører til de jydske Hedeskovsdyrkeres sædvanlige Erfaringskreds, at en Forstyrrelse, naturlig eller kunstig, af Morskjoldens Tæthed og Fasthed ganske forandrer Bundens Forhold til Vegetationen. Af slige Erfaringer skal først nævnes et allerede tidligere omtalt Forhold (*80*, S. 6): De i Hedernes tørrere Partier jævnlig forekommende smaa Flyvesandspartier, i hvilke Sol og Vind har forenet sig om at smuldre Lyngskjolden og sammenblæse dens fine Materiale og blande det med Hedesandet i løst lejrede »Kytter«, dækkes ikke af nogen Morskjold, og her vokser Granerne frodig uden Standsning. Naturen har her udført ganske det samme Arbejde som A. Møller i hans Forsøg og med ganske samme Resultat.

MØLLER ikke synes at have fundet denne nærliggende Forklaring antagelig, er den, at hans Medarbejder, ALBERT, har fundet Morskjolden fuldstændig gennemluftet allerede i dens naturlige Lejring uden al Bearbejdelse, saa bliver det dog et Spørgsmaal, om der ikke derved tillægges ALBERT's Experimentalundersøgelser for stor fysiologisk Betydning. Thi lige overfor den mangesidige, praktiske Erfaring om Virkningen af en tæt Jordskorpes Bearbejdning, og lige overfor Virkningen af MØLLER's Findeling af Moren, der er ganske analog med en intensiv Bearbejdning, vil man næppe kunne afvise en Tvivl om, at ALBERT's og tildels ROMELL's Experimentalundersøgelser (*112*) virkelig kan betragtes som tilstrækkeligt Vidnesbyrd om, at Gennemluftning af Morskjolden under dens naturlige Lejringsforhold med et forholdsvis lille Porevolumen er i Stand til at virke paa alle de i Jordsmonet foregaaende Processer paa samme Maade som i den løst lejrede Muldjord med stort Porevolumen. HESSELMAN's Undersøgelser tyder i samme Retning (*52*, S. 389, *53*, S. 953—956, 991 ff.).

For denne Afhandlings Hovedæmne har imidlertid MØLLER's mangeaarige og udstrakte Hedelandskaber omfattende Undersøgelser den store Betydning at have leveret et fyl-

Af de forskellige Maader, paa hvilke Hedeskovbrugeren tidligere søgte at bringe Liv i sygnende Graner, hører lettere eller grovere Bearbejdning af Jorden omkring Granerne til de almindeligste. Granerne grønnedes og satte nye Skud; men Sygdomstilstanden indfandt sig næsten altid igen, naar Bunden paany var vokset sammen og bleven fast. Det kan dog ogsaa hænde, at Granernes Trivsel under saadanne Forhold vedvarer. I det foran omtalte Forsøg i Gludsted Plantage blev der, da Forsøget foreløbigt afsluttedes i 1912, mellem de 4 Forsøgsrækker med en Plov trukket en Linie for fremtidig at tydeliggøre Grænserne. Paa begge Sider af disse tre Linier grønnedes de i 4—5 Aar blege og toptørre Graner og staar nu efter 10 Aars Forløb som kraftige, grønne Hække mellem syge Granpartier med standset Vækst paa Bedenes forøvrigt tætte og sammenvoksede Bund.

digt Bevis for Rigtigheden af de af vore jydske Forsøg dragne Slutninger, at de paagældende Hededannelsers Morlag er utilgængelige eller vanskelig tilgængelige for en Trævegetation, fordi det paa Grund af de humøse Stoffers Karakter og særlige Lejringsforhold mangler tilstrækkelig assimilabelt Kvælstof.

3. Det assimilable Kvælstofs Forekomst i Skov og Hedejord.

Ved Fr. Weis's foran omtalte Paavisning af Nitrifikation i ikke dyrkede Jorder blev han, saavidt vides, den første, der, foruden at eftervise de fleste Skov- og Hedejorders Evne til at danne Salpetersyre, tillige henledede Opmærsomheden paa denne Evnes Forhold til de undersøgte Jorders Humusform. Det fremgik nemlig af hans Iagttagelser, at der i den gode Muld, i hvilken Skovvegetationen udvikles til størst Fylde, indgaar Salpetersyredannelse som Led i Humuskvælstoffets sædvanlige Nedbrydning, hvorimod der kun foregaar en yderst ringe eller slet ingen Nitrifikation i de udviklede Mordannelser (*135*, S. 290), der i Skovene er vanskeligt tilgængelige for Træernes Opvækst, og som i de træløse Heder i Almindelighed kun ved Forandring (f. Eks. ved Bearbejdning) i Morlagets oprindelige Lejringsforhold, hvorved nogle af dens typiske Egenskaber forstyrres, kan bringe en Trævegetation til Udvikling. Endelig paapegede han, at især gammel Morskjold paa mager, højlændt Bund kun indeholder ringe Kvantiteteter af assimilabelt Kvælstof, idet betydelige Mængder af Humuskvælstoffet paa forskellig Maade maa antages at forekomme i bunden Form (ibid.).

Ved disse Resultater af Fr. Weis's Undersøgelser blev det sandsynligt, at der i Jordkvælstoffets forskellige Ned-

brydningsprocesser i forskellige Humusformer ligger en betydningsfuld økologisk Faktor for Skovvegetationen i dens optimale Udvikling og for den træløse Hede i dens typiske Form — under de klimatiske og edafiske Forhold, som vort Land frembyder.

Denne Undersøgelse, der var indledet ved Fr. Weis's og nærværende Forfatters i 1906 offentliggiorte Arbejde om Bøgemorens Nitrifikation (*82*), og som fortsattes i et Par senere Arbejder (*83* og *84*), hvilede endnu paa et for begrænset Materiale til, at de vundne Resultater kunde generaliseres som almindelig gældende for den Vækstzone, i hvilken vort Land udgør en mindre Provins. Denne Begrænsning hævedes dog i det sidste Decennium ved betydelige Arbejder i vore Nabolande.

Af Humuskvælstoffets Omdannelse i den naturlige Jordbund i Nordtysklands Heder og Skove foreligger, foruden Beretningerne om A. Møller's foran refererede praktiske Forsøg, endvidere nogle lejlighedsvise Bestemmelser af Salpetersyrens Forekomst i de til Skovanlæg anvendte Jorder i Lüneburger Hede, udførte af Albert. Han fandt (7, 1912, S. 660) i fire Hedelokaliteters Jordbund kun undtagelsesvis ringe Mængder af Salpetersyre, i to Muldlokaliteter ret anselige Mængder; i en større til Skovkultur indtagen Hedestrækning (*6*, 1913, S. 227) fandt han de undersøgte sex Lokaliteter »merkwürdigerweise« næsten fri for Salpetersyre, og kun undtagelsesvis i enkelte Jordprøver Spor heraf.

Betydningsfuldere er K. Vogel v. Falkenstein's samtidig med Albert's Arbejder fremkomne Undersøgelser. I 1912 viste han (*30*, S. 516), at Fyrreskovene — i en paa alle hans Lokaliteter ensartet Jordbund i Flyvesandsarealer ved Eberswalde — i Bonitet var i nær Overensstemmelse med Skovbundens Indhold af Humus og Kvælstof, uden at

han dog gik nærmere ind paa de Former, i hvilke Humuskvælstoffet forekommer i den naturlige Jordbund. Men i 1913 (*31*) offentliggjorde han en ny Undersøgelse, tildels under Henvisning til Fr. Weis's Arbejde (ibid. 497), og kom i dette nærmere ind paa Humuskvælstoffets Nitrifikation. Hans Undersøgelse, der væsentlig fulgte den af Weis anvendte Metode (ibid.), ledede ham bl. a. til følgende, med de danske Studieresultater i det Hele stemmende Slutninger:

a) Nitrifikationen i de undersøgte Sandjorder vokser ikke i samme Forhold som Humuskvælstoffets Masse (ibid. 504), hvilket, som man ser, er en Rettelse til den i 1912 formulerede Sætning, der var baseret paa Undersøgelser i Sandjorder, som manglede »Trockentorfablagerungen« (ibid. 500).

b) Enten Mangel paa Humus og Humuskvælstof eller for stor Tørke, eller endelig for megen Væde i Bunden, altsaa Forhold, der væsentlig nedsætte Nitrifikationsevnen, kunne let lede til manglende Nitratkvælstof som Plantenæring (ibid. 513).

c) Den sorte »abgebaute« (ibid. S. 515) og gamle Humus (hvorpaa Hedeslettens typiske Profil er særlig rig) bidrager meget lidt til Nitratdannelse i det humøse Sand.

Det er dog først ved Henrik Hesselman's omfattende Arbejder over Humuskvælstoffets Omsætning i den naturlige Jordbund og over dets forskellige Tilstandsformers økologiske Betynding, at der er aabnet et videre Perspektiv for Forstaaelsen af disse Forhold. I tre interessante Afhandlinger fra 1917 (*52*, *53*, *54*) er det lykkedes ham, støttet til et meget anseligt Undersøgelsesmateriale fra Sverrigs udstrakte Naturskove, og ved Anvendelse af en — under Hensyn til Materialets Omfang foreskreven Begrænsning — tilstrækkelig eksakt Undersøgelsesmetode, at paavise de forskellige Træsamfunds delvise Afhængighed af Kvælstoffets

Forekomst i Jordbunden. Af Hovedpunkterne i hans Resultater skal anføres følgende, som særlig har Betydning for nærværende Undersøgelse:

a) Det er karakteristisk for de salpeterdannende Jorder, at Humusdannelsen foregaar under Indflydelse af Elektrolyser eller opløselige Salte (*52*, S. 421).

b) Paa Grund af dette Forhold er Podsoljorder med Mordannelse ikke nitrificerende (ibid.),

c) hvorimod Muldjorderne danner Salpeter (ibid.), ofte i den Grad, at Jordernes Bundvegetation ophober Nitrater i de til denne hørende Planter, hvilket især forekommer i Skove af Bøg, Eg, Ælm, Ask og El, især paa Lokaliteter med rigelig Vandbevægelse i Bunden (ibid.).

d) Ogsaa i den højeste Fjeldregion viser Planterne paa saadan Jordbund sig stærkt nitratholdige (ibid.).

e) I Naaletræskove med en Bundvegetation af Mos og Lav paa moragtigt Humuslag standser Kvælstoffets Nedbrydning ved Ammoniakdannelse (*52*, S. 420, 422);

f) men samtlige Træer vokser bedst paa en Jordbund, i hvilken Kvælstoffet nitrificeres (*52*, S. 419).

I 1920 har fremdeles O. Arrhenius nærmere paavist en Forbindelse mellem Nitrifikationen og Bundens Surhedsgrad uden nærmere Oplysning om Humusformen, idet han meddeler, at Salpetersyredannelsen er størst i neutrale Jorder med en Brintionkoncentration omkring 7 (*8*, S. 85).

I Vestnorge, hvor lignende Vækststandsning i Grankulturerne findes i Hederne som i Jylland (*38*, S. 10), har Gaarder og Hegner ved »Analyser af 25 Profiler fra Lyngmark med tilsammen 35 Prøver fundet, at Lyngmarksjord paa faa Undtagelser nær mangler Nitrifikationsevne« (*38*, S. 72). Ejendommeligt for de undersøgte Lokaliteter er det imidlertid, at den manglende Nitrifikationsevne ikke

udelukkende er knyttet til Mordannelser, men i disse meget nedbørsrige Egne ogsaa kan findes i Jord »ganske uden Raahumus« (*38*, S. 66); her findes derimod en sortegraa Muld, der synes beslægtet med det øverste Lag i vor typiske Profil. I Lyngheden med udpræget Muld er derimod Nitrifikationen livlig (ibid. S. 61). Det paavises fremdeles, at Humuskvælstoffets Nedbrydning kan blive staaende paa Nitritstadiet (ibid. S. 84), og at Granernes Vækststandsning, saaledes som iagttaget i Jylland, synes samtidig med manglende Nitrifikation (*38*, S. 153). Det fremhæves, »at der utvivlsomt er en Forbindelse mellem Salpetersyredannelsen og Egnens geologiske Forhold«; men samtidig tyder visse Iagttagelser, til hvilke vi senere skal komme tilbage (Kap. VI), paa, at »særlig det Plantesamfund, som danner Humuslaget, paa en eller anden Maade spiller en stor Rolle« (ibid. S. 151).

Endelig har Carsten Olsen i 1921 offentliggjort en Undersøgelsesrække over den naturlige Jordbunds Surhed, bestemt ved dens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen (*95*), et Arbejde, der har megen Interesse for det her behandlede Æmne. Forsaavidt hans Resultater direkte angaar vor Undersøgelse, kan de refereres i følgende Punkter:

a) Nitrifikationen mangler eller er yderst svag i de sureste Jorder, nemlig Morjorderne, hvorfor Skovbundsplanterne væsentligt er henviste til paa Morjorderne at dække deres Kvælstofforbrug ved Ammoniak, af hvilket Stof der i Moren dannes ikke ubetydelige Mængder (S. 84).

b) De lidet sure, neutrale eller basisk reagerende Jorder (Muldjorderne) er sædvanligvis nitrificerende (S. 80).

c) Da Forsøg viser, at Nitrat- og Ammoniakkvælstof har samme Værdi som Kvælstofkilde saavel for Basebundsplanter som for Surbundsplanter (S. 95),

d) vil der i alle de undersøgte Skovjorder (Bøgeskovsjord), selv i de sureste, dannes rigelige Mængder af uorganiske Kvælstofforbindelser, hvorfor Skovplanterne neppe nogensteds, selv ikke paa Morbund, kan komme til at lide af Kvælstofmangel (S. 84).

e) I Højmosetørv og Hedeskjold er Kvælstoffet fastlagt i organisk bunden Tilstand og maa derfor antages at være saa godt som utilgængelig for højere Planter (S. 95).

f) I disse Jorder foregaar ingen Nitrifikation, og Ammoniakdannelsen er overordentlig ringe (S. 88).

Til de under OLSENS Punkter c og d anførte Sætninger ligesom til Virkningen paa Vegetationen af Jordbundens Surhedsgrad skulle vi komme tilbage nedenfor.

Forøvrigt vil det af de foran meddelte korte Referater af de i Litteraturen optagne Undersøgelser over Humuskvælstoffet ses, at det i den naturlige, vegetationsbærende Jordbund fremtræder under de samme Former i de tilgrænsende Dele af den Vækstzone, hvortil Danmark hører, som hos os, og — skønt Kendskabet til dette Æmne endnu ikke er kommen ud over et elementært Stadium — i det Væsentlige er opfattet paa ensartet Maade af de forskellige Forskere, som har gjort det til Genstand for Studium.

4. Humuskvælstoffets Omsætning i Hedeslettens Jordbund.

Undersøgelsesmaterialet udtoges paa 4 Lokaliteter med uforstyrret naturlig Jordbund, nemlig: a) I Morænelandskabet NØ. for Hedeslettens Rand i Gaarsdals Krat, et smukt Egekrat, der har været uberørt af Skovkulturen og utvivlsomt har været gammel Egeskov af samme Art som den nærliggende Hald Egeskov, men i hvilken de gamle Træer efterhaanden er borthuggede. b) Paa den ukultiverede

Lynghede paa Dollerup-Keglens øverste Plateau S.V. for Frederiks. c) I et lille Egekrat paa Karup-Dalens 2. Terrasse, S.V. for Lokalitet b. d) Paa Karup Hedeslette ca. 1000 m V. for Karup-Aadalens Grænse mod Slettens ældste Overflade.

Jordbundens mineralogiske Beskaffenhed er paa disse tre Lokaliteter overordentlig ensartet og adskiller sig kun

	Lokalitet		pCt. Vand	Organisk Stof (Humus) pCt.	Total-Kvælstof		Surhedsgrad,	
					pCt. af organisk Stof	pCt. af Jord-Tørstof	Elektro-metrisk	Kolo metri
a.	Moræne	1. .	13,20	3,08	1,90	0,05841	3,94	4,1
	Egekrat	2. .	9,09	1,95	1,82	0,03547	4,54	4,7
	Sandmuld	3. .	8,14	3,15	1,81	0,05699	4,30	4,5
b.	Typisk Hede-slette Ø. for Karup-Dalen	1. .	19,02	7,76	1,53	0,11867	3,86	—
		4. .	21,19	9,79	1,76	0,17233	4,43	—
		5. .	13,40	4,93	1,22	0,05981	4,58	—
c.	Karup-Dalens 2. Terrasse, Egekrat Sandmuld	1. .	8,48	4,39	2,00	0,08764	4,44	4,6
		2. .	4,46	3,49	1,33	0,04647	4,62	4,8
		3. .	4,13	1,57	2,35	0,03693	4,62	4,8
d.	Typisk Hede-slette V. for Karup-Dalen	1. .	13,69	6,93	1,43	0,09936	4,67	—
		2. .	27,32	14,79	0,78	0,11554	4,63	—
		3. .	21,49	11,66	1,05	0,12290	4,56	—

indbyrdes ved den forskellige Indflydelse, som Vandets udslemmende Virksomhed under Overfladens Dannelse har udøvet paa Blandingsdelenes Kornstørrelse, idet Morænebunden indeholder en ringe Lermængde, som Hedesletten mangler, nemlig ca. 3 pCt. (angivet efter Slemningsanalyse i samme Morænegruppe i den nærliggende Hald Egeskov). Pletvis er dog i Hedesletten fundet ca. 1 pCt. Ler (*83*, S. 148). Forøvrigt bestaar Jordbunden paa alle tre Lokaliteter af

Sand med vekslende Indhold af Sten, af hvilke »ældre Eruptiver« i Hedesletten udgør 14—27 pCt., et Mængdeforhold, der maa antages ogsaa paa det nærmeste at gælde for Morænen, naar man betænker disse Aflejringers Oprindelse og Samtidighed. Kalkmængden er meget ringe og især bundet til Kiselsyre. I varm 20 pCt. Saltsyre opløstes

Ammonium-Kvælstof				Nitrat-Kvælstof			
mg. pr. kg Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof	mg. pr. kg Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof	mg. pr. kg Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof	mg. pr. kg Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof
Ved Modtagelsen		Efter 30 Dages Lagring		Ved Modtagelsen		Efter 30 Dages Lagring	
9,8	1,366	36,1	5,081	Spor	»	21,5	0,818
13,1	3,036	29,8	6,906	20,1	1,260	11,9	0,690
16,7	2,409	46,8	6,751	Spor	»	17,9	0,698
10,5	0,727	11,5	0,797	0	»	0	»
24,4	1,416	25,9	1,735	0	»	0	»
17,5	2,943	17,5	2,943	0	»	0	»
5,6	0,525	39,3	3,687	Spor	»	21,5	0,545
7,1	1,256	27,9	5,005	19,4	0,928	31,0	1,483
10,6	2,360	25,4	5,677	Spor	»	34,2	2,059
13,8	1,399	17,7	1,781	0	»	0	»
14,0	1,212	23,4	2,025	0	»	0	»
10,8	0,879	17,3	1,408	0	»	0	»

i Morænen i 1 m Dybde 0,20—0,30 Gram i Kilogram Jord, bestemt i Jordbunden under det nærliggende Viborg Egekrat. I Hedesletten er Kalkmængden i Undergrundens øverste Parti sædvanligvis 0,15—0,20 Gram pr. Kilogram Jord (*83*, S. 155).

Jordprøverne udtoges af Forf. 10 cm under Overfladen; kun Prøverne i Lokalitet d. udtoges af Forstkand. C. F. Jensen efter Forf.'s Anvisning. Ovenstaaende Analyse udførtes dels i Landbohøjskolens plantefysiologiske Laboratorium,

dels i Statens Planteavls Laboratorium af Hr. Kandidat H. L. Jensen. Lokaliteternes Bundflora er oplyst i Kap. VI.

Angaaende de ved Analyserne anvendte Metoder skal anføres følgende:

Vandbestemmelse: ca. 5 g Jord tørredes til konstant Vægt ved 102° C.

Organisk Stof bestemtes som Tab ved Glødning til konstant Vægt for Blæselampen.

Total-Kvælstof bestemtes i 20—25 g Jord efter Kjeldahl (Gunning's Modifikation).

Ammoniak-Bestemmelse: 100 g Jord destilleredes i et Kjeldahl-Destillationsapparat med 200 ccm dest. Vand og 5 g Magniumilte; Ammoniakken opfangedes i 20 cm 0,1 n. H_2SO_4, som titreredes tilbage med 0,1 n. Na OH.

Salpetersyre-Bestemmelse: 200 g Jord henstod 1 Time under jævnlig Omrystning med 200 ccm dest. Vand og 10 g $CaCO_3$; Vædsken frafiltreredes, og i 150 ccm af Filtratet (= 150 g Jord) bestemtes Salpetersyre efter Schulze-Tiemann (jfr. Fr. Weis o. K. A. Bondorff, Forstl. Forsøgsv. Bd. V, S. 345). Udtræk, som ikke straks kunde analyseres, tilsattes Kloroform.

Lagringsprøverne holdtes i Lagringstiden paa følgende Vandindhold: Muldprøverne a og c samt b,5 20 pCt. — Morprøve b,1 33 pCt. (jfr. Gaarder og Hagen *38*, S. 87—92); øvrige 25 pCt.

Reaktionsbestemmelse udførtes ved den elektrometriske Maaling af Brintionkoncentrationen i en Opslemning af 10 g Jord i 20 ccm Vand; ved Prøverne fra Lokaliteterne a og c anvendtes tillige den kolorimetriske Maaling, foretaget i Udtræk; ved Prøverne fra b og d benyttedes Centrifugering af Jord og Vand i samme Mængdeforhold som ved de elektrometriske Maalinger. Som Indikator anvendtes Brom-Phenol-Blaat.

Ifølge mundtlig Meddelelse fandtes i Statens Planteavls-Laboratorium Forskellen paa P_H efter de her anvendte to Bestemmelsesmaader af Surhedsgraden i en Række danske Agerjorder i Almindelighed at være 0,2.

Jordprøverne fra Hedesletten bestod ved en Dybde af 10 cm dels af Mor, dels af Blegsand. For at undgaa tilfældige Variationer i P_H efter et forskelligt Indhold af disse Jordlag i Prøverne, er for hver af disse foretaget 2 Syrebestemmelser, 1 for hvert Lag. De i Tabel A anførte Tal er Middeltal af disse to Bestemmelser;

kun i b,1 foretoges en enkelt, da Blegsandet var saa humusfyldt, at dets Grænser ikke lod sig bestemme. Forøvrigt viste der sig ikke nogen konstant Forskel paa Morens og Blegsandets Surhedstal.

Som Forarbejder til de foran meddelte Analyser foretoges der i de to foregaaende Aar en Række lignende Bestemmelser i Jordprøver paa andre Steder i det her omhandlede Studieomraade; ialt undersøgtes saaledes Kvælstoffets Omsætningsforhold paa 28 Lokaliteter. Af det herved vundne Materiale meddeles nedenstaaende Bestemmelser fra 10 Lokaliteter, der egner sig til Sammenstilling med de foran meddelte. Analyserne udførtes i Landbohøjskolens plantefysiologiske Laboratorium af nuv. Hr. Professor K. A. BONDORFF, Brintionkoncentrationsbestemmelser dog af Hr. Kand. H. L. JENSEN.

Af Analyserne fra 1920 angaar de 4 først anførte Lokaliteter Hedeslettens Overflade, i hvilken Jordskorpen henhører til den som typisk Profil med stærk Indblanding af Humus i Eluviallaget betegnede Dannelsesform. Disse Prøver er udtagne af det øverste 6—8 cm tykke Lag og bestaar derfor fortrinsvis af den egentlige Hedemor. Den femte Prøve er udtaget i Karup-Dalens 2. Terrasse paa et lyngklædt Areal ganske uden Hedemor; Jordbunden var her humusfattigt Sand med graalig Sandmuld indtil 25 cm Dybde, derunder skør, noget mørkere farvet Absorptionszone over gult Flodsand. I den korte Lyng fandtes spredt forskellige dværgagtige Kratplanter (jfr. S.139), Prøven er fra de øverste 10 cm.

Materialet til Analyserne fra 1921 er for de fire først nævnte Prøvers Vedkommende udtaget af Jordskorpens øverste 10 cm i Hedeslettens typiske Profil. Prøve Nr. 6 er fra Dollerup-Keglens 1. Terrasse Ø. for Karup-Dalen, Nr. 7 fra Hedeslettens Overflade V. for Karup-Dalen, Nr. 8 og 9 fra Moselunds-Keglens Overflade. Prøve Nr. 10 er fra alfri Moræne med Sandmuld, bevokset med Egekrat (Gaardsdals Krat).

De ved nedenstaaende Analyserne anvendte Metoder er de samme som de S. 112 anførte. Kun var de til Lagring hensatte Prøver i Lagringstiden ved Paahældning af destilleret Vand holdt paa den ved Modtagelsen fundne Fugtighedsgrad.

Reaktionen er i Analyserne fra 1920 angivet efter Lakmusprøven (jfr. *18*, S. 431), i Analyserne fra 1921 som Brintionkoncentration, bestemt ved elektrometrisk Maaling i en Opslemning af 10 g Jord i 20 ccm Vand.

Det vil bemærkes, at Surhedsgraden, udtrykt ved P_H,

Prøvens Nr.	Jordens Beskaffenhed	Vand pCt.	Organisk Stof (Humus) pCt. af Tørstof	Surhedsgrad, P_H (Elektrom Best.)
	1920:			
1	Hedemor, Hedeslettens typiske Profil	43,48	33,09	meget su
2	— — — —	36,36	20,39	—
3	— — — —	49,03	58,16	—
8	— — — —	45,73	38,05	—
15	Sandmuld med Lyngvegetation	5,14	0,94	sur
	1921:			
6	Hedeslettens typiske Profil, øverste 10 cm.....	12,57	4,88	4,30
7	— — — —	12,87	5,05	4,28
8	— — — —	9,83	4,23	4,32
9	— — — —	20,79	12,26	4,48
10	Sandmuld med Egekratvegetation ...	16,42	4,74	4,96

i alle undersøgte Prøver, baade i de foranstaaende Tabeller S. 110—111 og i de her anførte, tilsammen i 22 Profiler, meget nær er den samme, beliggende mellem 4 og 5, uagtet disse Størrelser skal angive Forhold i saa forskellig Vegetationsbund som lyngbevokset, alholdig Hedeslette og alfri Muldbund med Kratvegetation, hvilket maa overraske

under Hensyn til de i Litteraturen foreliggende talrige Angivelser af Planternes Forhold til Jordbundens Surhed (se Kap. VI, 6). Forholdet maa formentlig opfattes saaledes, at disse meget basefattige Jorder ordinært viser Humussyrens P_H, der netop angives til samme Størrelse (*93*, S. 73), men som saa rigtignok er tilgængelig for en langt rigere Variation i Plantevæksten, end man efter de foreliggende Angivelser maatte antage.

Total-Kvælstof		Nitrat-Kvælstof			
pCt. af organisk Stof	pCt. af Jord-Tørstof	mg. pr. kg i Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof	mg. pr. kg i Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof
		Ved Modtagelsen		Efter Lagring	
				185 Dage	
2,33	0,77	0	»	0,00	0,000
2,36	0,48	0	»	4,12	0,086
1,72	1,00	0	»	2,32	0,023
2,26	0,86	0	»	4,44	0,052
8,51	0,08	1,32	»	3,62	0,452
				161 Dage	
1,84	0,07	0	»	0,20	0,0286
1,58	0,07	0	»	0,14	0,0200
2,36	0,07	0	»	0,17	0,0243
1,79	0,20	0	»	0,21	0,0105
3,20	0,14	Spor	»	4,69	0,3350

Men paa den anden Side viser samtlige Analyser, at Kvælstoffets Omsætning foregaar hurtigere i Muldbunden end i Moren. Det er endda ikke usandsynligt, at den ringe Nitrifikation, der efter 5—6 Maaneders Lagring er fundet i Tabel S. 115, skyldes den ved selve Undersøgelsen foretagne Bearbejdning af Materialet, hvorpaa allerede Fr. Weis har

henledet Opmærksomheden (*135*, S. 281, 286). At der i Tabel S. 110 i Prøve a, 2 er foregaaet et Salpeterforbrug i Lagringstiden, maa vistnok skyldes nitratassimilerende Skimmelsvampe (jfr. *137*, S. 348), men kan maaske ogsaa tilskrives Forekomsten af Denitrifikanter (jfr. *52*, S. 422).

Tabel S. 110—111 viser tillige, at Ammoniakdannelsen i Hedebunden kun foregaar yderst langsomt og i ringe Grad, hvilket stemmer med CARSTEN OLSEN's Iagttagelser fra jydske Hedelokaliteter (*95*, S. 88), medens den foregaar langt hurtigere i Muldprøverne (jfr. HESSELMAN *52*, S. 413), uagtet Indholdet af Total-Kvælstof ikke er stærkt forskelligt i Muld- og Morprøverne. HESSELMAN har fundet, at nitrificerende Jorder sædvanligvis har mere kvælstofholdig Humus end de ikke nitrificerende (*52*, S. 422). Dette gælder ogsaa de her undersøgte Jorder, idet Kratmuldens organiske Stof gennemsnitlig er fundet rigere paa Kvælstof end Hedebunden, og fundet stigende til 3,2 pCt. Det abnormt høje Tal for Total-Kvælstof i pCt. af organisk Stof i Muldprøven for 1920 (Nr. 15) maa forklares saaledes, at en ikke uvæsentlig Del af det tilstedeværende Kvælstof, nemlig 8,51 pCt. er tilstede i uorganiske Forbindelser; ved Udregningen af dette Tal er imidlertid hele Kvælstofmængden henregnet til organisk bundet Kvælstof.

5. Kjærjordernes Nitrifikationsevne.

Det er i Kap. III oplyst, at der findes en stor Forskel paa Grundvandets Højde Øst og Vest for Karupdalen. Mellem denne og Hedeslettens østlige Grænse findes det underjordiske Vandspejl i Slettens højere Partier 40—60′ under Overfladen, de gamle Erosionsdale er for Størstedelen tørre, og Arealet er uden Søer, Moser og Kær. Vest for Karupdalen ligger derimod Grundvandspejlet højt, med Efteraars-

vandstand i Almindelighed 5—10′ under Overfladen og med 2—3′ højere Foraarsvandstand; Arealet rummer et Par smaa, flade Søer, nogle større Moser med ringe Tørvedybde [1] og talrige Kjærstriber, der følger Slettens Heldningsretning, uden at den Fugtighed i Bunden, som Kærvegetationen i disse Stribers øvre Løb angiver, har kunnet samle sig til aabne Vandløb, der har skaaret sig et Leje ned i Sandsletten. De paa det medfølgende Kort viste Vandløb i disse Kjærstribers øvre Del er, saavidt vides, alle gravede Vandafledningsgrøfter. Men mod Vest og Nordvest fortsætter disse Kjærstriber sig i aabne Bæklejer, eroderede i Slettens Overflade med saa megen Energi, at de tilsidst som dybe, smalle Erosionsdale (Gindeskov, Haderup), bryder ud af den Retning, som Hedeslettens Overfladeheldning angiver, og som Kjærstribernes Forløb følger.

Disse Kjærstribers nuværende Vegetation bestaar i Hovedsagen af Græsser og Halvgræsser og henligger som Enge. Dette er imidlertid neppe deres oprindelige Beskaffenhed; en enkelt Skovrelikt (Simmelkjær Krat) og nogle Moseudgravninger, til hvilke vi skal komme tilbage i Kap. V, tyder paa, at disse Engstriber oprindelig har været bevoksede med Kjær-Skov eller Krat.

At disse i Begyndelsen erosionsløse Kjærstriber efterhaanden, som man fjerner sig fra deres Udspring, gaar over i aabne Bækløb med svag Erosion og fortsættes videre i dybt nedskaarne Dale med stejle Sider, viser, at hele denne Dannelse er meget gammel, og at Stribernes Hovedretning følger Overfladens Heldning — er lodret paa Hedeslettens Højdekurver — tyder med Sikkerhed paa, at deres Dannelse maa føres tilbage til Hedeslettens oprindelige Relief.

[1] Ifølge Meddelelse fra Hr. Dr. A. Mentz ligger disse Mosers Dybde efter Hedeselskabets Undersøgelser gennemsnitlig mellem 0,5 og 0,7 m.

Simmelkjær Krat.

Vand pCt. (Vægt)	Organisk Stof (Glødnings Tab) i pCt. af Tørstof	Surhedsgrad, Lakmos Prøve	Total-Kvælstof		Nitrat-Kvælstof			
			pCt. af organisk Stof	pCt. af Jord-Tørstof	mg pr. kg i Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof	mg pr. kg i Jord-Tørstof	pCt. af Total-Kvælstof
					Ved Modtagelsen		Efter Lagring 185 Dage	
79,94	83,16	sur	3,37	2,80	46,8	0,167	254,3	0,908

Det hele System af Kjærstriber med alle deres Afløb angiver de Veje, ad hvilke denne meget svagt hældende Del af Hedesletten med dens høje Grundvandstand i lange Tider har afgivet Overskud af Vand fra det aarlige Nedslag paa dens Overflade og ved Tilførsel fra de tilstødende Bakkeøer.

Den stærkt humøse eller tørveagtige Bund, som forekommer i disse Striber i Hedeslettens vestlige Parti, er af anden Beskaffenhed end den humusfattige Sandmuld i Karupdalens 2. Terrasse og er ligeledes ganske forskellig fra den typiske højmoseagtige Bund udenfor Hedeslettens fugtige Kjærstriber. I disse maa Vandet være i Bevægelse (jfr. f. Eks.: A. Mentz *76*, bl. a. S. 33, 272); det viser deres foran skildrede Forløb og deres Fortsættelse i aabne Vandløb, medens Overfladevandet i de tørrere Dele af Hedesletten, som foran vist, maa være stagnerende. Denne Forskel viser sig i en ganske forskellig Nitrifikationsevne i disse to Lokaliteters Humusmasser, hvilket fremgaar af vedføjede Analyse (velvilligt udført af nuv. Hr. Prof. Bondorff i Landbohøjskolens plantefysiologiske Laboratorium) af Humuskvælstoffets Omsætning i de øverste 10 cm af den tørveagtige Bund i Simmelkær Krat, hvor den foregaar overordentlig livlig ligesom i Lavmosetørven (*19*, S. 640, 651; *95*, S. 60). Vi skal komme tilbage hertil i Kap. VI.

6. Tilbageblik paa Kvælstoffets Forhold i Hedesletten.

Af det foregaaende vil det fremgaa, at man i de sidste Decennier mere og mere har faaet Blikket op for, at et langsomt Forløb af Humuskvælstoffets Omsætning i Jordbunden er et Forhold, der karakteriserer visse naturlige Humusformer i den Vækstzone, hvortil Danmark hører, saaledes Morformernes Gruppe. I Norge, Sverrig, Nordtyskland og Danmark frembyder disse Humusformer ensartede eller nær beslægtede Fænomener i Humuskvælstoffets Omdannelse under naturlige Lejringsforhold. Men Studiet af disse Fænomener oplyser tillige, at der neppe er Tale om skarpt begrænsede Kategorier, om selvstændige, forskellige Species. I den hele Række af naturlige Humusformer, fra den gamle Hedemor med sin store Bestandighed, i hvilken Humuskvælstoffet synes fastlagt i næsten uforanderlige organiske Forbindelser, til det organiske Affald i hurtig Omsætning og Kvælstoffets livlige Nitrifikation, findes en Række Mellemformer, sandsynligvis med jævne Overgange, alt eftersom Betingelserne for Udviklingen af den Mikroflora, som besørger Omsætningen, er mere eller mindre gunstige. I denne Udviklingsrække forekommer der Stadier, der manifesterer sig som Kvælstofhunger for visse Plantesamfund, f. Eks. for Løvskove og Granskove paa den typiske Hedeslettes Jordbund, medens andre Stadier kun ytrer sig i Vegetationen ved at sænke det herskende Plantesamfunds Udvikling under Optimum, f. Eks. Bøgeskoven paa Morbund o. s. v. (jfr. HESSELMAN's under f. anførte Sætning, se foran, S. 107).

Vil man benytte Resultaterne af vore Analyser, sammenholdte med en Række Oplysninger om beslægtede Fænomener, der foreligger fra andre Dele af vor Vækstzone, til at

anvise Hedeslettens Jordbund den Plads, der tilkommer den i den hele Række af Stadier for Humuskvælstoffets Omsætningsenergi, saa bliver det Pladsen for den langsomste og ufuldkomneste Omsætning, der kun har en nærbeslægtet i uformuldet Højmosetørv (jfr. f. Eks. *19*, S. 640). Det synes naturligt at henregne det her omhandlede Forhold blandt de væsenligste af de Vanskeligheder, som disse Heders Tilkultivering med Skov har medført, da de foran kort refererede praktiske Forsøg leder i samme Retning.

De undersøgte Lokaliteter i Hedesletten og dens Omgivelser tyder imidlertid paa, at de Grænser, som Jordbundens kemiske Beskaffenhed synes at sætte for Udviklingen af Humuskvælstoffets hurtige Omsætning er andre end de, som svenske og tildels norske Iagttagere har givet Anledning til at antage.

Saaledes knytter Hesselman Salpetersyredannelsen i Jorden til Tilstedeværelsen af Elektrolyter og opløselige Salte (*52*, S. 421), en Opfattelse som Gaarder og Hagen, om end med et vist Forbehold, tiltræder (*38*, S. 151). Under Hensyn hertil vil der være Anledning til at bemærke, at Analyserækken S. 110—111 leder til afvigende Slutninger. Paa en Strækning af ca. 16 km passerer man fra Morænelandskabet, der begrænser Smeltevandssletten, over dennes primære Overflade samt Karupdalens 1. Terrasse til 2. Terrasse og herfra atter op paa Hedesletten. Under denne Vandring passerer man fra Landskabet med nitrificerende Sand- og Grusjorder over Slettens ikke nitrificerende Morlag til Karupdalens ved Erosion i selve Hedesletten blottede nitrificerende Sandbund, og derfra atter op paa Hedeslettens ikke nitrificerende Jordskorpe, uden at have forladt de samtidige Glacialdannelser med i det væsentlige ensartet mineralogisk Beskaffenhed af

Jorden. Kan end muligvis Morænen i sin ringe Lermængde have ydet lidt større Rigdom i sine øverste Jordlag end Smeltevandssletten, saa maa dog den mineralogiske Beskaffenhed i dennes primære Overflade og dens Erosionsrender oprindelig have været den samme og fremtræder ikke desto mindre i saa diametralt forskellig Tilstand som Vegetationsbund.

Dette tyder ikke paa, at HESSELMAN's Opfattelse har den generelle Betydning, som han synes at tillægge den. Vi har derimod fundet Nitrifikation i denne overalt meget elektrolytfattige Bund paa Steder, hvor de fysiske Forhold ved Muldens løse Lejring af Jordskorpens Partikler begunstiger Luftens Adgang og derved tillader Eksistensen af en mere aërob Mikrokosme end i Hedemoren, hvorved en hurtig Nedbrydning af Vegetationens organiske Affald fremmes (se Kap. VI).

V.

Udbredelse, Begrænsning og Alder af de for Hedesletten typiske Egenskaber.

Vi har i det Foregaaende set, at Jordbunden i Hedesletten og de undersøgte Smeltevandsdale fra den senglaciale Tid paa Arealer, hvor den oprindelige Overflade ikke er bleven forstyrret ved Naturkræfter eller Kulturindgreb, udmærker sig ved følgende Ejendommeligheder.

a. Hedesletten har en meget svagt hældende Overflade, der paa Detail-Relieffet virker som en horizontal Flade, paa hvilken det meteoriske Vand vanskelig kan løbe af, men maa synke ned i Sandbunden, eller, naar dette for-

hindres eller vanskeliggøres, giver Anledning til Forsumpningsfænomener i Jordskorpen.

b. Denne er dækket af et Morlag, hvorunder findes et ofte humusrigt Eluviallag, som med mere eller mindre skarp Begrænsning gaar over i en almindeligvis fast og tæt Humusal, der, særlig ved sin vandsugende Evne, i fugtig Tilstand er næsten uigennemtrængelig for Vand.

c. I fugtigt Klima eller i fugtige Perioder vil denne Overfladedannelses Porevolumen for en stor Del være fyldt med stagnerende Vand og dens indeholdte ringe Luftmængde være iltfattig.

d. Disse Forhold, især det under c. nævnte, vil give Anledning til Reduktionsprocesser i den humøse Jordskorpe, af hvilke Frembringelsen af Jernforilte i enkelte Tilfælde er eftervist. Hvorvidt denne Plantegift forekommer almindelig, periodisk eller saa sporadisk og tilfældig, at den ikke kan tillægges væsentlig økologisk Betydning i denne Jordbund, er et Spørgsmaal, der kræver nye Undersøgelser.

e. I Overfladens humøse Lag foregaar Kvælstoffets Omsætning til Ammoniak og Salpetersyre yderst langsomt, og Salpetersyredannelsen synes almindeligvis ikke at finde Sted, saalænge den humøse Jordskorpe befinder sig i sin naturlige Tilstand.

Om Humuskvælstoffets udeblivende Nitrifikation, og om Dannelsen af den i visse Tilfælde paaviste Jernforilte er en umiddelbar Følge af de under a.—b. anførte Egenskaber er ikke bevist, men forekommer Forf. utvivlsomt.

f. Den hele under b. karakteriserede Beskaffenhed af Jordskorpen har paa store Strækninger en mærkelig ensartet Mægtighed og præger i Almindelighed Overgrunden indtil 60—100 cm Dybde. Denne er saa ringe, at Jordskorpen i lange Tørkeperioder ved Illuviallagets Uigennem-

trængelighed for Undergrundsfugtighed, kan udtørres næsten fuldstændig.

Disse under f. nævnte Egenskaber udgjør som bekendt en Kreds af økologiske Faktorer, der er ugunstige for de fleste fanerogame Planter i vor Vækstzone — derunder vore almindelige Skovtræer — naar undtages Højmosernes artfattige Plantesamfund.

Af ganske modsat Beskaffenhed m. H. t. fysiske og biologiske Egenskaber er den indenfor Hedeslettens Grænser forekommende alfri Bund med muldet Overflade, uagtet Jordens mineralogiske Beskaffenhed og geologiske Dannelse er ens for begge Tilstandsformer, der, som anført, hver har sin særlige Vegetatation. Forsøget paa at finde de Faktorer, som har bevirket denne Deling af Arealet mellem de to ganske forskellige Typer, leder til Besvarelsen af følgende Spørgsmaal; 1) Hvorledes er Begrænsningen i Marken af de to forskellige Tilstande og disses typiske Egenskaber, og 2) hvilket er det Tidspunkt, paa hvilket denne Begrænsning er opstaaet?

1. Begrænsning i Terrainet af Jordskorpens forskellige Typer.

De i Kap. I anførte Iagttagelser fra nogle herhen hørende Allokaliteter har ledet til den Opfattelse, at de sammenhængende, stærkt udviklede Lag af Humusal i Hedesletten og i Smeltevandsdalene med den Alen ledsagende Humusform og Podsolering af Jordskorpen har sin Grænse i Terrainet dér, hvor Arealets Relief overgaar fra den næsten horisontale Slette til det kuperede Landskab. Vi har i Kap. I, 4 ment deraf at kunne slutte, at den Regelmæssighed, med hvilken Begrænsningen af Albunden med dens typiske Egenskaber følger et bestemt Niveau i Terrainet, næppe er

mulig, uden at det er Vandet, som har fremkaldt denne Grænse. I Fortsættelse heraf er det anset for sandsynligt, at den søgte Grænse for Hedeslettens tildels sumpede Jordskorpe har udviklet sig i det Niveau, hvor selve Smeltevandet, der har dannet Overfladen, er det, der har befugtet Bunden paa en saadan Maade, at dets Virkning endnu ses; det synes med andre Ord at være den af Smeltevandet dannede vaade Overflade i Tundratiden, hvis Spor endnu præger Jordbundens Beskaffenhed.

Det er endvidere iagttaget, at hvor den oprindelige Overflade er brudt ved Erosion, som har forandret dens Relief, dér standser dette Profil — naar ikke Erosionen har fundet Sted paa et meget tidligt Stadium af Overfladens Dannelse (Karupdalens 1. Terrasse) — ved Erosionsranden, og der er ikke fundet Tegn til senere udviklede Dannelser af beslægtet Art i Erosionsterrainet. Det er heraf sluttet, at dette Forhold maa skyldes enten den stedfundne Reliefforandring eller en omtrent samtidig med Erosionens Indtrædelse stedfunden Klimaforandring eller begge Dele. Vi skal komme tilbage hertil nedenfor, men maa i Forbindelse med foranstaaende anføre, at Grænsen mellem de to her omhandlede Tilstande i Jordskorpen ikke ses at falde sammen med Grænsen mellem de for dem typiske Vegetationer (se Kap. VI, 3).

Det har nemlig vist sig, at den for Erosionsarealets alfri Bund karakteristiske Flora og, saavidt vore Undersøgelser rækker, tillige Jordbundens Mikrokosme, karakteriseret ved Bundens Nitrifikationsevne, strækker sig ud over Erosionsgrænsen under saadanne lokale Forhold, at man maa slutte, at det er Afvandingen fra den oprindelige Overflade, der i en vis Udstrækning fra Erosionranden forandrer Albundens økologiske Forhold til Gunst for den fordringsfuldere Vegetation.

Man maa formentlig heraf slutte, at det er det — i det mindste i en større Del af Aaret — stagnerende og iltfattige Vand i en Jordskorpe med tilnærmelsesvis horisontalt Overfladerelief og et med dette parallelt, højt liggende, uigennemtrængeligt Allag, der har skabt og senere i det væsentlige vedligeholdt Hedeslettens typiske Beskaffenhed som Vegetationsbund. En Erosion i Overfladen, der giver Luften Adgang og sætter det hidtil stagnerende Vand i Bevægelse, vil, som vi har iagttaget, i Naturen ophæve Hedeslettens karakteristiske økologiske Karakter. Et mere indgaaende Kendskab til Jordvandets Indhold af Ilt i Hedeslettens øverste Lag, end vi endnu besidder, vilde dog forøge denne Slutnings Sikkerhed.[1]

2. Alderen af de i Terrainet synlige Grænser mellem Jordskorpens forskellige Typer.

Vi har i Kap. I oplyst, at Grænserne mellem Kratmuld og Mor paa Albund indenfor Hedesletternes Omraade, saavidt Iagttagelserne rækker, ikke kan anses for at være

[1] Under Trykningen af dette Arbejde har Forf. gjort Bekendtskab med en betydningsfuld Undersøgelse af det især fra nordligere Egne bekendte Forsumpningsfænomen i Naturskovene, nemlig CARL MALMSTRÖM's i 1923 udgivne »Degerö Stormyr«, som indeholder væsentlige Bidrag til Kundskaben om Jordvandets Luftbeskaffenhed. Forf. har desværre ikke kunnet benytte dette interessante Arbejde ved den her meddelte Udarbejdelse, men finder dog Anledning til at referere MALMSTRÖM's Résumé af hans Studier over »Vattnets syrehalt inom ståndorter för olika växtsamhällen« (*140*, S. 76):

»1) Vand, som staar i direkte Berøring med Luften, indeholder sædvanligvis en vis Mængde absorberet Ilt; den veksler dog ret meget, alt efter Berøringsfladens Størrelse, Bevægelsen i Vandet, dettes Indhold af reducerende Humusstoffer etc.

2) Fuldstændig eller næsten fuldstændig Iltmangel hersker i saadant Vand, som findes paa Grundvandets Plads, selv i de Tilfælde, hvor Grundvandets Niveau kun er beliggende faa Centimeter fra Jordens Overflade.«

af recent Oprindelse. De synes alle at maatte føres tilbage til Tiden for den baltiske Isstrøms Afsmeltning og dens Sandaflejringers Dækning med Vegetation, eller til en umiddelbart derefter følgende Periode.

Det vilde imidlertid være ønskeligt at opnaa en sikrere Tidsfæstning ved Fremdragning af Rester af den Vegetation, som mulig kunde være bevaret i disse Dannelsers Tørvemoser og i de Lag, paa hvilke de hviler. Forf. har derfor søgt at tilvejebringe en sagkyndig Undersøgelse af Høgild Mose i Karupdalens 2. Terrasse (jvf. S. 41), og Hr. Dr. phil. K. Jessen af »Danmarks geologiske Undersøgelse« har ydet dette Arbejde den værdifulde Bistand at udføre en saadan Undersøgelse i 1922.

Hans Beretning om dette Arbejde følger her in extenso:

»Redegørelsen for den lille Undersøgelse af den ved Karup liggende Høgild Mose, der hviler paa den anden af Karup-Dalens Terrasser.

Orienteringen i Mosen lettes i væsentlig Grad ved Benyttelsen af det Kort over Mosens Tørveareal og Dybdeforhold, hvilket Dr. phil. A. Mentz stillede til min Raadighed.

Mosens Dybde er overalt meget ringe og ligger oftest mellem ca. 0,5 m og ca. 1,25 m. Den er dybest der, hvor der i Fladen findes lave Fordybninger. Mosens Opbygning er meget ensartet. Paa de dybeste Partier udgøres Bundlaget af en stærkt humificeret Kjærtørv, Lag der indeholder Rester bl. a. af *Carex filiformis, Menyanthes trifoliata, Lycopus europæus* o. a., samt Trækul af Fyr og Birk. Disse Bundlag hviler paa graabrunt, stenet Sand, i hvilket der ofte ses lodret stillede Trærødder. Der er gravet til ca. $^1/_2$ m i dette underliggende Sand, uden at der er fundet Spor af Al.

Over de nævnte Bundlag hviler et ca. 0,25 m mægtigt Lag af Birkeskovtørv, i hvilket der kun sjældent er iagttaget Stubbe. I de mindre dybe Dele af Mosen hviler dette Tørvelag direkte paa Sandbunden. Paa Birkeskovtørven hviler Mosens øverste Lag, en forholdsvis lidet humificeret Sphagnumtørv.

Det, der særlig har været Formaalet for denne Undersøgelse, er jo Fastsættelsen af Alderen paa Mosens Bundlag. I dette Øjemed er der foretaget Slemningsanalyser og mikroskopisk Undersøgelse af Bundprøver fra 6 Profiler i Mosen. Ved Punkt I i den nordligste Del af Mosen var Tørvedybden 105 cm; i Bundlaget fandtes der talrige Stykker Fyrrekul, 1 Frugtsten af Hindbær m. m., og 3 cm over Bunden fandtes overordentlig talrige Pollen af Birk og Fyr, men kun enkelte af El og Ælm. Ved Mosens Sydende, ved Profil VII, var Tørvedybden 118 cm; 1 cm over Bunden fandtes meget talrige Pollen af Birk og El, enkelte af Fyr og lidt flere af Eg og Lind. Forholdet $\frac{\text{Eg}+\text{Lind}}{\text{Fyr}} = 3{,}3$. Ved Profil VI fandtes i Bundprøven, 80—86 cm under Overfladen Frugter af *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa* samt *Lycopus europæus*; Pollen af Birk og El var overordentlig almindelige; desuden fandtes rigeligt af Fyrre-, Ege- og Lindepollen. $\frac{\text{Eg}+\text{Lind}}{\text{Fyr}} = 0{,}9$.

I samtlige Profilers Bundlag noteredes følgende Udfald af Pollenanalyserne[1]:

Profil-Punkt	Tørve-Dybde	Proportion	Hyppighed af Ellepollen
I	105 cm	$\frac{\text{Eg}+\text{Lind}\ (+\text{Ælm})}{\text{Fyr}} > 0$	r
II	64 -	$= 1{,}0$	c

[1] Dr. K. Jessen anvender det af Moseforskeren L. v. Post indførte Udtryk for den relative Hyppighed af Pollenarterne i den undersøgte Prøve (dens Pollenspektrum; se *64*, S. 8—11). I Angivelsen af Hyppigheden af Ellepollen er c = almindelig, + = ikke sjælden og r = sparsom (ibid. S. 19).

Profil-punkt	Tørve-dybde	Proportion $\frac{\text{Eg + Lind (+ Ælm)}}{\text{Fyr}}$		Hyppighed af Ellepollen
III	60 cm		= *	
IV	55 -	—	= (5,0 **)	+
V	67 -	—	= 1,7	+
VI	86 -	—	= 0,9	c
VII	118 -	—	= 3,3	c

* Prøve foreligger ikke.
** Prøven fattig paa Pollen, kun faa optalt.

Tages de anførte Proportioner som Grundlag for Vurdering af den relative Alder af Bundlaget i Høgild Mose, ses det altsaa, med Støtte af de makroskopiske Fund, at det er ældst i den nordlige, lavest liggende Del af Mosen, hvor det formodentlig hidrører fra Slutningen af Fyrretiden i Jylland, medens det er yngre i den øvrige Del af Mosen, hvor det antagelig hidrører fra en tidlig Del af Egeblandingsskovens Tid. Nu er disse Vegetationsperioders Alder i Forhold til andre Inddelinger af den postglaciale Tid ikke kendte i denne Del af Jylland; men ved Randers f. Ex. vides det, at Lind og Eg indvandrede i Fastlandstiden, inden der aflejredes Litorinaler i Gudenaa-Dalen ovenfor Randers. Sandsynligvis er da Bundlaget ogsaa ved Punkt VII dannet i Fastlandstiden. Hvor langt tilbage i denne Forsumpningen ved Punkt I er foregaaet, kan ikke vides.

Høgild Mose er en Forsumpningsmose, der øjensynlig begyndte at dannes tidlig i den postglaciale Tid.«

Ifølge denne Undersøgelse, sammenholdt med Ussing's Bestemmelse af 1. Terrasses Alder, maa man formentlig slutte, at Grænsen mellem de meget forskellige Jordbundsformer i Karupdalens to øverste Terrasser kan være en klimatisk Grænselinie, der angiver Overgangen mellem et tidligere til et senere Afsnit af Senglacialtiden eller af denne til Postglacialtiden, hvilket for Jordens Vedkommende be-

tegner Grænsen mellem Tundraens Bund med den højt liggende permanente Bundis (hvorom det nærmere i Kap. VII) og dens sumpede Jordskorpe til Tilstande, i hvilke intet Islag i Jorden stansede det meteoriske Vands Nedsynkning til større Afstand fra Overfladen, og saaledes ikke ved Ansamling af stagnerende Vand i Jordskorpen kunde forhindre Indvandring af en Skovvegetation. Da imidlertid 2. Terrasse ligesom 1. ifølge geologisk Tydning maa anses for dannet inden Senglacialtidens Ophør, maa Høgild Mose, der er beliggende paa førstnævnte og i sit Bundlag indeholder Skovrester, være dannet længere Tid efter Terrassens Opstaaen eller i ethvert Fald under Forhold, hvor denne Terrasse aldrig har faaet en sumpet Jordskorpe (se Kap. VII).

Saavidt man kan slutte fra Iagttagelserne i denne Mose i Hedeslettens Erosionsterrasse, er der næppe noget, som svækker Tilliden til de Slutninger om de paaviste forskellige Profiltypers Oprindelse paa et meget tidligt Tidspunkt af den vegetationsbærende Jordskorpes Dannelse, som vi har ment at kunne drage af deres Forhold til Terrainets Relief.

Det havde været ønskeligt, om der til Bekræftelse af Ussing's Henførelse af Karupdalens to Terrasser til Senglacialtiden havde kunnet anføres Fund af arktiske Planter i disse. Der findes imidlertid ikke Moser paa noget Areal i den undersøgte Del af Aadalen, som med Sikkerhed lader sig henføre til 1. Terrasse. Der kan kun om Dryasfloraens Optræden i denne Egn anføres en Meddelelse af Dr. K. Jessen, som oplyser, at der paa en Lokalitet i Morænelandskabet, som er af samme geologiske Alder som Bakkelandet Ø. for Dollerupkeglen, nemlig i Tranebærmose, 9,5 km Ø. for Sebstrup, er paavist Lag med *Betula nana*, *Dryas octopetala* og *Salix polaris*.

VI.
Vegetationen.

Størsteparten af de i dette Afsnit anførte Planteformationers Sammensætning skyldes Undersøgelser af Hr. Prof. A. Mentz, godhedsfuldt udførte efter Forf.'s Anmodning.

1. Hedesletten med i Hovedsagen typisk Profil.

Sædvanlig artsfattig Lynghede med ret kort Lyng. Artsfortegnelsen gælder især Dollerupkeglens Omraade.

Calluna vulgaris
Arctostaphylos uva ursi
Vaccinium vitis idæa
Empetrum nigrum
Genista anglica
Genista pilosa
Juniperus communis
Salix repens
Populus tremula
Molinia coerulea
Nardus stricta
Aira flexuosa
Potentilla erecta
Majanthemum bifolium
Scorzonera humilis
Arnica montana
Lycopodium complanatum.

Hvor Lyngvegetationen er aaben, findes megen *Cladonia rangiferina* og andre Laver. Er Lyngen tæt, forekommer en Del Mosser, især *Stereodon ericetorum* og *Dicranum scoparium.*

Paa et enkelt Strøg V. for Karup-Dalen med den typiske Profil i høj Hede noteredes:

Calluna vulgaris
Erica tetralix (faatallig)
Vaccinium vitis idæa (faatallig)
Arctostaphylos uva ursi
Carex panicea (faatallig)
Carex pilulifera (faatallig)
Laver, især *Cladonia rangiferina*
Mosser, især *Ptilidium ciliare*, *Polytrichum juniperinum*,

hvorimod *Empetrum* manglede.

Paa hele Hedesletten mangler ganske den paa tilstødende Morænebakkers Heder almindelig forekommende *Vaccinium myrtillum* (jfr. WARMING *133*, S. 126).

2. Træbevokset Kjærbund i Hedesletten og dens Erosionsdale.

Af Vegetationen paa de i Afsnit IV nævnte, sandsynligvis oprindelig træbevoksede Kjærstriber i Karup Hedeslette med stærkt nitrificerende Bund, lader der sig danne en Forestilling efter den eneste tilbageblevne Levning i den naturlige Tilstand, nemlig Simmelkjær Krat. Dets nuværende Størrelse er kun 2 ha, som udgør den sidste — nu som Naturmindesmærke fredede — Rest af den Birkeskov, som tidligere voksede paa de vidtstrakte Enge, der endnu i 1863 overalt var bevoksede med Holme og spredte Buske af Birk (*75*, S. 28). Jordbunden bestaar af 60—80 cm tørveagtig Humus over Slettens sandede Overflade. Det dominerende Træ er *Betula pubescens* med nogle faa *Alnus glutinosa*, hvorunder forekommer en ret spredt Underskov især af *Frangula alnus*, *Salix aurita* og *cinerea* samt *Sorbus ancuparia*, stedvis en Del *Myrica gale*. (Fig. 9.)

Bundvegetationen bestaar af et ret kraftig udviklet Græs- og Urtesamfund, i hvilken *Aira caespitosa*, *Calamagrostis lanceolata*, stedvis ogsaa *Agrostis alba* og *canina* samt *Molinia coerulea* er fremherskende. Foruden disse Planter noterede A. MENTZ i 1912 (*76*, S. 194, 195):

Holcus lanatus
Arundo phragmites
Festuca rubra
Juncus effusus
Aspidium dilatatum
Lychnis flos cuculi
Peucedanum palustre
Lysimachia vulgaris
Valeriana excelsa
Cirsium palustre

Mosser uden Betydning.



Fig. 9. Simmelkjær Krat. Birkekrat paa Kjærbund i Hedesletten. (Phot. Johs. Helms.)

Denne Liste suppleret i 1919 af nærv. Forf. med:

Salix aurita	*Ranunculus ?*
Ribes grossularia	*Trientalis europæa*
Poa trivialis	*Majanthemum bifolium*
Rumex acetosa	*Galium palustre.*

Denne Art Standplads stemmer med Hensyn til Vegetation og Jordbund nær overens med HESSELMAN's Skildring af svenske, træbevoksede »Kärr« (*52*, S. 359—362, 475—477).

E. DALGAS anfører som Vidnesbyrd om Hedeslettens efter hans Anskuelse tidligere fuldstændige Skovbevoksning, at der paa Karup Hedeslette findes følgende Stednavne, der tyder paa Tilstedeværelsen af Skov: Englund, Baslund, Egelund, Ilskov, Gindeskov, Stavlund, Hessellund, Hestlund, Agerskov, Majlund og Bøgelund (*25*, 1884 S. 50, 53). Af disse er de fire første Steder betegnede ved Kjærstriber, der tidligere sandsynligvis har haft en lignende Vegetation som Simmelkjær Krat; de øvrige er alle Steder, der er beliggende i eller umiddelbart ved Erosionsdale med større eller mindre Skovrester i Hedesletten. Der lader sig derfor ikke af disse Navne slutte til en samlet Skovbevoksning paa de langt større Arealer, som Hedeslettens oprindelige Overflade indtager, og hvor Bunden i det væsentlige har samme Karakter som det S. 65 skildrede typiske Profil. WAMMEN har ydet Bidrag til Forstaaelsen af dette Forhold (*128*) ved at meddele Iagttagelser af Fund af Træ og Skovrelikter af forskellig Art i Karup-Aadal og Sidedale, saaledes at det er blevet sandsynligt, at det er Erosionsarealerne, der har været bevoksede med Skov, som ikke har strakt sig ud i den øde Hedeslette.

3. Træbevoksning paa afvandede Partier af Hedesletten.

Det i Kap. I omhandlede Parti af Gudenaa-Dalen S. Ø. for Silkeborg er en skovbevokset »Hedeslette«, medens andre Smeltevandsdale, saasom det studerede Afsnit af Falborg-Dalen, øjensynlig aldrig har baaret Skov, og Karup-Hedeslette udenfor Erosionsdale og Kjærstriber vistnok ligesaa lidt har været træbevokset. Der er Grund til at søge Aarsagen til dette Forhold.

Det er foran (S. 26) bemærket, at begge de nævnte Dalafsnit hører til samme Type, idet de bestaar af Smeltevandsflodens sandede Leje mellem to højere liggende Moræne-partier; men at der er den Forskel paa deres senere Udvikling, at Falborgdalen tidlig har mistet sin Vandføring, saa at ingen vandafledende Erosion har udfuret Dalbunden, medens Gudenaadalen aldrig har mistet sin Vandføring og dennes fortsatte eroderende Indflydelse (smlg. Fig. 2 og Fig. 4). I Falborgdalen træffer vi derfor endnu den uforandrede Humuspodsol med den forsumpede Overflade og stagnerende Fugtighed over Alen, i Gudenaadalen den afdrænede Jordskorpe over den stedvis gennemeroderede Al. I Henhold til, hvad der i Kap. III er anført om den økologiske Betydning af en forsumpet Jordskorpe, maa de nævnte Forhold i de to Dalafsnit have udelukket en Skovvegetations Udvikling i Falborgdalen, men tilladt dens Indvandring i det nærmere studerede Afsnit af Gudenaadalen.

I Forbindelse hermed er det ikke uden Interesse at iagttage, hvorledes den naturlige Skovvegetation har reageret overfor de her udviklede Jordbundsforhold, hvilket lader sig ret klart opfatte i Gudenaadalen ved Silkeborg dels ved Skovenes nuværende Tilstand, dels af Skovenes ældre Driftsplaner, af hvilke den ældste er fra 1840. Af de tre Partier,

i hvilke senere Erosion har delt den ældste Hedeslettes Overflade, ses det vestlige og det store midterste Parti at have været bevokset med Birkeskov, medens Kobskovens Morænebakke, som mod V. hæver sin muldede og i Hovedsagen



Fig. 10. Knæhøjt Egekrat paa afvandet Parti af Hedesletten med højtliggende Al. (Fot. A. MENTZ.)

alfri Overflade over Hedeslettens Niveau i 1840 var bevokset med »meget god 70—80 aarig Bøg i sluttet« Bevoksning, og den ca. 10′ under samme liggende Terrasse med Muldbund langs Remstrup Aa bar samtidig »ret god 50—60 aarig Bøg.« Det tredie østlige Afsnit af Aadalen (Naaege-Sletten m. v.) tilligemed Bakkeskraaningen med allokton Al angives i 1840

som »Lyngslette«, men med den Anmærkning (Planens S. 5) »at paa Lyngsletterne danner den« almindelig udbredte »Birk hist og her regelmæssig Bestand«, medens den i samme Skovkompleks udenfor de alførende Arealer forekommende Muldbund bærer »god« til »meget god« 70—100-aarig Bøg. Det maa være det tynde Eluviallag over den



Fig. 11. Erosionsskraaninger i Hedesletten, bevokset med Egekrat. Gindeskov-Dalen. (Fot. Johs. Helms.)

podsolerede Jordbunds mægtige Al, der har holdt Bøgebevoksningerne borte, men som ved den gode Afledning af Overfladevandet, trods den magre Jordskorpe, har tilladt den nøjsomme Birk at vandre ind og bevare Herredømmet, maaske fra meget gammel Tid.

En analog Virkning af Overfladens Afvanding er iagttaget paa en Lokalitet i Karup Hedeslette.

Den eneste Strækning paa denne udstrakte Hedeslette,

hvor Forf. har iagttaget en Egebevoksning udenfor Erosionsdalene og Bakkeøerne, der hæver sig over Slettens Niveau, er Sydsiden af den dybt nedskaarne Aaresyad-Aadal, der i en stejl, mod N. vendende Skraaning, falder fra den gamle Hedeslettes Overflade i 175′ o. H. i en lodret Afstand af ca. 200 Alen ned til 120—130′ o. H., medens



Fig. 12. Gindeskov-Dalens Bund med skovbevokset østlig Erosionsskraaning. (Fot. Johs. Helms.)

Dalens mod S. vendende Skraaning kun gennem Hedeslettens almindelige Skraaning først i en Afstand af ca. 2000 Alen hæver sig til samme Højde. Paa den bratte, nordvendende Skraaning, og paa det indtil 180′ o. H. stigende Plateau med Heldning mod Dalen i en Strimmel af ca. 500 Alens Bredde langs Erosionsskrænten, findes en flere Steder tæt Bevoksning af Eg, der dog paa andre Strækninger er opløst i spredte Buske i Lyngen. Men denne Ege-

bevoksning er næppe knæhøj (Fig. 10), hvilket utvivlsomt er en Følge af, at den staar paa selve Hedeslettens oprindelige, stærkt podsolerede Overflade med meget haard og tæt Al overalt, i en Dybde, maalt paa 3 Profiler, af 25—38 cm. Alen strækker sig ned ad Skraaningen, og Egens Højde er ogsaa her den samme. De smaa Træers Rødder udbreder sig oven paa Alen, men hist og her ses dog enkelte fine Rødder trænge ned i Revner i den. Paa Aaresvad-Aadalens Nordside med en svagt hældende Overflade findes ingen Trævækst. De her iagttagne Forhold maa formentlig opfattes saaledes, at Egene har kunnet indvandre og opholde sig saa langt, som Virkningen af Vandafledningen til den stejle Skrænt strækker sig, og at den gamle Albund forhindrer Træerne i at opnaa samme Udvikling som i den alfri Terrasse i Karupaadalens nedenfor nævnte Højde beliggende Erosionsbund. Det maa erindres, at disse Voksesteders Jordbund i mineralogisk Henseende er ganske den samme.

En tredie Type for Trævegetationens Forhold til den nøgne Hedeslette iagttages i let overskuelig og storstilet Form i den øverste Del af Gindeskov-Dalen.

Paa dennes vestlige Side findes, som foran berørt, et ret anseligt Egekrat (Rosensand) paa alfri Bund med sandmuldet Overflade i et vistnok meget gammelt Flyvesandsparti, der er lejret paa Hedeslettens Albund, som kommer tilsyne ved Foden af Flyvesandshøjene. Men umiddeltbart Ø. for disse har det nu lille Aaløb skaaret sig ned i Hedesletten til ret betydelig Dybde, og de derved opstaaede Erosionsskrænter er i anselig Længde (Fig. 11) baade paa den mod V. og mod Ø. vendende Side bevokset med et, nærmest Dalbunden frodigt, Egekrat med dettes sædvanlige Blandingstræer (Fig. 12). Længere ned i denne Egns Af-

vandingssystem findes endnu kun en mindre Rest af Kratbevoksning, Haderup Krat, paa en lignende Erosionsskrænt.

4. Muldet Hede.

Der er tidligere gjort opmærksom paa (*79*, II S. 28 ff.), at der i de midtjyske Morænebakker hist og her forekommer Strækninger med Lyngvegetation uden Mordannelse og uden synlig Podsolering af Bunden, saa at Jordskorpen fremtræder som god Sandmuld, der lige saa let som Kratmulden lader sig bringe i Kultur med Trævækst. Paa Grund af de paagældende Arealers Topografi og historiske Data har der været Anledning til at slutte, at saadanne Lyngheder er unge, opstaaede paa Strækninger, hvor tidligere Skovvegetation er forsvunden, ikke som Følge af naturlige Faktorer, men ved Menneskets Indgreb. En herhen hørende senere Iagttagelse bidrager til nærmere Forstaaelse af saaden ny Hedebund, der grænser nær op til Karupslettens gamle alholdige Hede.

Paa Karup-Dalens 2. Terrasse, der som foran anført rummer en saa stor Række smaa Egekrat paa alfri Bund, at maa man antage, at hele Strækningen i en ikke fjern Fortid har været fuldkommen skovbevokset, findes nu mellem dyrkede Arealer enkelte som Lyngheder henliggende Strækninger, ligesom Kratpartierne, paa alfri Bund. Af de i disse Hedearealer undersøgte Profiler skal eksempelvis anføres følgende.

Den meget humusfattige Sandmuld, uden Spor af Mordannelse, var bevokset med kort Lyng, i hvilken der fandtes enkeltvis spredte dværgagtige Eksemplarer af følgende Kratbundsplanter: *Anemone nemorosa, Convallaria majalis, Polygonatum officinale, Majanthemun bifolium, Silene inflata, Epi-*

lobium angustifolium, Achillea millefolium, Lathyrus macrorhizus, Melampyrum pratense.

Jordbundens Profil viste en ikke stærkt uddannet Podsolering nemlig: Øverst 25 cm graa Kratmuld paa et 8 cm skørt, mørkere, brunligt Illuviallag med jevn Overgang til Undergrunden, bestaaende af gult Flodsand. De øverste 10 cm viste en ret livlig Nitrifikation (se S. 114, Profil 15).

Dette Hedeareal maa formentlig opfattes som opstaaet ved Skovvegetationens Borthugning, forinden Indvandring af en Myrtillusvegetation har forberedt en Mordannelse, hvilket bestyrkes derved, at Arealet ligger nær ved det S. 156 beskrevne Egekrat, der utvivlsomt viser det Skovsamfund, som har beklædt Bunden inden dets Borthugning.

5. Egekrattene som Reliktformation.

I sin fortjenstfulde Bog, »De danske Skove«, har Chr. Vaupell som bekendt paavist, at de vest- og midtjyske spredt forekommende Egekrat udgør en Reliktformation, begrænset i sit Omraade — foruden af Menneskets stærke Indgriben i de oprindelige Forhold — dels af Klimaet, hvis mest indgribende Faktor er Vestenvinden, dels af sin Eksistenskamp med andre Planteformationer, paa den ene Side Heden, paa den anden den sent indvandrede Bøgeskov. Men, tilføjer han (*134*, S. 295), »Purkrattene findes næsten aldrig paa den flade Hede«, hvorved han synes at have sigtet til, hvad vi med Ussing har kaldet »Hedesletterne«.

Den for Trævæksten ødelæggende Vestenvind hærger fremdeles som fra tidligst Tid de udsatte vestlige Skovkanter og begunstiger Hedevegetationens Fremtrængen; men den for Egens Eksistenskamp farlige Bøg, der trænger frem fra det østlige Jyllands rigere Jorder, har endnu langt fra naaet Egeskovenes vestligste Relikter, fraset dels nogle

spredte Forekomster af Bøg i Egekrattene, dels nogle faa og smaa vestlige Bøgeskove, der, som almindeligt ved en Plantearts Fremtrængen, former sig som en »Pionerzone« foran Artens massevise Indvandring i det nye Omraade. VAUPELL skildrer, hvorledes det midtjydske Bakkelands Skove, i hvilke Bøgen for Størstedelen har naaet Herredømmet, mod Vest ud mod Hederne ender i Egebevoksninger eller disses Levninger, Egekrattene (*134*, især S. 292 ff.), og Bøgens Fremtrængen fortsættes stadig [1]. Karup Hedeslette er, ligesom de sydligere Arealer af samme Oprindelse, mod Ø. begrænset af Landskaber, i hvilke Træsamfundene fremtræder som en saadan Reliktformation, og med vor nuværende Kendskab til vore Skovtræers Indvandringshistorie maa denne Vegetation utvivlsomt (jfr. ogsaa *130*, S. 87) betragtes som Levning af de Løvtræsamfund, der indvandrede i Landets første, især af Fyr, Birk og Asp bestaaende Skove. I plantegeografisk Henseende er disse Levninger af et Plantesamfund, hvis Optimum ligger mindst 3000 Aar tilbage i Tiden (*64*, S. 234, 240), den varme subboreale Tid, et Forhold af betydelig Interesse. Men mærkeligt synes det at være, at disse Vegetationsrelikter ogsaa fører deres ejendommelige Jordbundsform med sig (Sandmulden), saa at man kan tale om, at Egevegetationens muldede Jordbund optræder som en Relikt i Landskaber, i hvilke en ganske anden Humusform, Hedemoren, ellers er den overalt fremherskende, uden nogen paaviselig Forskel i Bundens mineralogiske Beskaffenhed eller Fugtighedsgrad, hvor disse Humusformer deler Arealet imellem sig.

Naar Forf. mener at turde udtale, at Hedeegnenes Levninger af Egeskov er bundne til den særegne Form af

[1] I Egekrattet paa Lindbjerg i Karup Hedeslette fandtes ved mit Besøg der kun en eneste, ret ung Bøgepurre i det ellers sluttede Egekrat.

Humusaflejringer, som er betegnet med »Muld« (jfr. RAMANN, *104*, S. 467), da skal der ikke dermed angives, at der ikke i Egekrattene forekommer Mordannelser og Podsollering af Jordbunden, men at Sandmulden er typisk for Kratbunden med Egen som herskende Skovtræ, og at den Jordbundstilstand, hvis væsentligste Karakterer er Hedebundens, ifølge mangeaarige Iagttagelser i en ikke ringe Række Kratlokaliteter i Jyllands Sandegne, alle repræsenterer Stadier i Eksistenskampen mellem Egeskovens og Hedens Plantesamfund, i hvilke førstnævnte har Præg af at være i Tilbagegang.[1] I vor allerede ret store Krat-Litteratur (vistnok fuldstændigst hos EUG. WARMING *133*, S. 524—525) er dog, saavidt mig bekendt, Jordbundens Ejendommelighed ikke skænket Opmærksomhed, naar undtages Forfatterens egne Angivelser og EUG. WARMING's Iagttagelser, anførte i hans sidste udmærkede Værk, »Dansk Plantevækst«, »Skovene«, i hvilket der gives fyldige Skildringer af Træsamfundene som Helhed; mange af denne Forfatter anførte Iagttagelser (*133*, S. 520 ff.) tyder paa, at ogsaa han opfatter Morbund med Lyngfamiliens Planter i Egekrattene som Tegn paa Stadier af disses Forfald.

»Egeblandingsskoven« — efter Moseforskningens Terminologi (L. v. POST, KNUD JESSEN), — der indvandrede i 2. Periode af Fyrreskovenes Tid (KNUD JESSEN *64*, S. 230 ff.)

[1] Forf. har kun haft Lejlighed til at iagttage én Lokalitet med oprindelig Morbund, bevokset med Eg. Det var den ogsaa af WARMING undersøgte og afbildede Hals Nordskov, (*133*, S. 493), hovedsagelig bestaaende af Birk, men med enkeltvis eller gruppevis indblandet Eg i god Vækst og af god Form. Jordbunden i en saadan Egeholm stod paa et ca. $^1/_3$ m ret løst og lyst farvet Morlag, tilsyneladende fortrinsvis dannet af Græsrødder paa Strandsand (hævet Havbund). I dette Morlag havde Lyngfamiliens Planter ingen Andel, det var kun i ringe Grad blandet med mineralske Bestanddele og viste en livlig Nitrification. Bunden var altsaa væsensforskellig fra Hedemor.

bestod af El, Ælm, Lind, Hassel og Eg (i Danmark Hasselen dog rimeligvis lidt tidligere end de andre) og udgjorde saaledes et Træsamfund alene af Muldbundsplanter; og den Underskov og rige Urtevegetation, der fulgte dette herskende Skovsamfund, maa ligeledes i Analogi med, hvad man nu kan iagttage i vore Løvskove, være sammensat af Arter, der saa godt som alle henregnes til Muldbundsplanterne. Disse første Løvtræskoves almindelige Karakter, bestemt efter den Rolle, som Skyggetræerne Ælm, Lind, Løn og Navr, med den fremherskende mindre skyggegivende Eg og Lystræerne Birk, El og Fyr spillede i Skovsamfundenes Sammensætning, er naturligvis højst usikker; men nogle Hovedtræk maa dog kunne udledes af Moseforskningens Resultater, navnlig efter Anvendelsen af de i nyeste Tid efter L. v. Post's Anvisning indførte Pollenanalyser. Disse Undersøgelsers Betydning for Forstaaelsen af de postglaciale Skoves Beskaffenhed paa Midtjyllands Sandjorder svækkes dog derved, at de undersøgte Moselokaliteter i ganske overvejende Grad findes paa Øerne, og det er ikke usandsynligt, at de Egne af Landet, som er Genstand for nærværende Studium, har forholdt sig noget anderledes end Øerne, navnlig hvad Tidsforhold for de forskellige Træers Indvandring og for deres Blandingsforhold angaar. Men saa længe der ikke foreligger omfattende Studier fra midtjydske Lokaliteters Moser, tør man dog formentlig gaa ud fra, at Hovedtrækkene i disse Egnes Løvskove ikke i det væsentlige afviger fra de tilsvarende Forhold paa Øerne og Jyllands Østkyst.

Fra 1920 foreligger der en samlet kritisk Oversigt af Knud Jessen (*64*, S. 187 ff.) over, hvad Forskningen indtil dette Aar (jfr. f. Expl. *130* S. 47, *7* S. 36) kan oplyse om Tidspunktet for vore Skovtræers Indvandring m. m. Heraf kan anføres følgende Hovedpunkter.

Egen, storbladet Ælm (*Ulmus glabra*) og smaabladet Lind (*Tilia cordata*) indvandrede omtrent samtidig (l. c. S. 233) i Egeblandingsskovens tidligste Tid (l. c. S. 207); Løn synes at være kommet noget senere (l. c. S. 188), men at have været ret almindelig i vore »bedre Skove« (l. c. S. 186, 234). Men Ælmen synes tidlig at have opnaaet sin største Udbredelse og efterhaanden at være blevet sjældnere (l. c. S. 207). Af disse Skyggetræer, der sandsynligvis er indvandrede i Fyrreskovene (l. c. S. 207), er det tvivlsomt, om Lønnen nogensinde er naaet til de magre midtjydske Sandjorder; Ælmen derimod har ifølge K. Jessen's Undersøgelser af Høgild Mose (jfr. S. 127) sandsynligvis forekommet i dennes ældre Afsnit, men er ligesom Lønnen tidlig forsvundet; kun Linden findes endnu sparsomt i enkelte Egekrat. Warming anfører: »Hverken Dalgas, O. G. Petersen eller jeg har set Løn, Ær, Ælm« i de jydske Egekrat.

Saavidt vor nuværende Kundskab rækker, maa man derfor antage, at de gamle Egeskove paa Midtjyllands Sandjorder har bestaaet af et Samfund af skovdannende Træer, der vel tidlig har mistet nogle indblandede Skyggetræer, men som, allerede inden Mennesket har kunnet gribe væsentlig forstyrrende ind i de naturlige Forhold, i Hovedsagen har haft samme Sammensætning som deres nu tilbageblevne Levninger, men som længe endnu indeholdt større og mindre Rester af Fyrretidens Skove, fra hvilke kun Fyrren senere er forsvundet.

Som en integrerende Del af disse Skove af Lystræer, af hvilke Egen gav Træsamfundet dets Hovedkarakter, hører og har fra Begyndelsen hørt et Underskovsamfund og en Urteflora. Den første af disse har, efter de Iagttagelser, der kan gøres i vore nu tilbageværende Lystræsamfund,

været af overordentlig Betydning for Bevarelsen af Muldbundens Karakter.

Ifølge K. JESSEN er denne Underskovs vigtigste Medlemmer, Enen (l. c. S. 198), Hasselen (l. c. S. 192), og rimeligvis Tyst, (l. c. S. 193) allerede indvandrede i Fyrreskovenes Tid før Egeblandingsskoven eller tidligere (Enen), og det er sandsynligt, at tillige *Alnus glutinosa* (l. c. S. 188), *Sorbus aucuparia* (l. c. S. 205), de storbladede Pile (l. c. S. 205), *Viburnum opulus* (l. c. S. 208), *Cornus sanguinea* (l. c. S. 191) og *Rubus idæus* (l. c. S. 204) ligeledes allerede er forekomne som Underskovstræer i Fyrreskovene; fra Egeskovenes Tid findes desuden Hvidtjørn (muligvis *Cratægus monogyna*, l. c. S. 192) i vore Moser.

Saalænge der ikke foreligger omfattende og indgaaende Undersøgelser over Hedeegnenes Moser, har man ikke anden Vej til at danne sig en Forestilling om det Forhold, i hvilket de forskellige Underskovstræer er forekomne i Hedeegnenes fordums Egeskove, end at slutte fra deres nuværende Optræden i Skovlevningerne. Et muligvis brugeligt Skøn i saa Henseende har Forf. søgt at tilvejebringe ved Hjælp af O. G. PETERSEN's Fortegnelse over »de mere fremtrædende Vedplanter«, som han har iagttaget i Krattene (97, S. 11 ff.). Af de af E. DALGAS (25) anførte 270 Krat har førstnævnte Forfatter undersøgt et halvt Hundrede. Deraf er 44 egentlige Egekrat, og af disse findes kun 31 i de her omhandlede Egne, idet 13 ligger N. for Limfjorden og tildels vokser paa en Jordbund, der i flere Henseender har en anden Udviklingshistorie end de egentlige midtjydske Heder.

De af O. G. PETERSEN i disse 31 Egekrat anførte Vedplanter og deres Hyppighed ses af nedenstaaende Tabel.

Antal Krat, i hvilke hver anført Art findes:

Quercus pedunculata	30	*Rhamnus Frangula*	18
— *sessiliflora*	7	— *cathartica*	2
Fagus silvatica[1]	4	*Tilia parvifolia*	1
Corylus avellana	8	*Prunus spinosa*	3
Juniperus communis	9	*Sorbus aucuparia*	13
Betula odorata	1	*Pyrus Malus*	12
Alnus glutinosa	1	*Cratægus oxyacantha*	9
Populus tremula	25	— *monogyna*	4
Salix capræa	6	*Sarothamnus scoparius*	8
— *aurita*	12	*Cornus sanguinea*	1
— *cinerea*	7	*Hedera helix*	2
— *pentandra*	1	*Fraxinus excelsior*	1
— *repens*	4	*Lonicera periclymenum*	19
Myrica gale	4	*Sambucus nigra*	2
Euonimus europæus	1	*Viburnum opulus*	5

[1] Af disse 4 Krat ligger de to paa de vestlige Bakkeøer; her forekom Bøgen kun i enkelte yngre Eksemplarer uden Betydning. De to andre Krat, hvor Bøg fandtes i større Antal, ligger begge i Nærheden af Silkeborgegnens store Bøgeskovskompleks.

Det vil af denne Sammenstilling ses, at alle de til Underskoven hørende Planter, der ifølge K. Jessen's Opgivelse indvandrede i Danmark før Egeskovens Tid og altsaa i Skovvegetationens ældste Perioder, endnu forekommer som Underskov i de midtjydske Levninger af Egeskove og maa altsaa have fundet den for dem passende Jordbundsform, der ikke er Hedeslettens, henimod Begyndelsen af den postglaciale Tid. *Rubus idæus* (jfr. S. 127) og *saxatilis*, som O. G. Petersen ikke har paa sin Liste, angives af Warming som ogsaa henhørende til Egekrattenes Flora (*133*, S. 529) m. fl. a.

Om den Indflydelse, som denne Underskov har kunnet udøve paa Egeskovenes Jordbund, kan man ikke-direkte

drage Slutning fra den nuværende Tilstand. Thi imod denne Underskov er der af Befolkningen i tidligere Aarhundreder faret ilde ved Egeskovenes og de bedre Krats Benyttelse, især til Kreaturgræsning, hvorom VAUPELL giver udførlig Oplysning (*134*, S. 14 ff.). Men der fandtes dog endnu enkelte Minder om tidligere oprindelige Forhold bevarede indtil de sidste Menneskealdre, saa at de er blevne Genstand for Undersøgelser, saaledes paa et Par Lokaliteter i det Morænelandskab, der grænser til Karup Hedeslette, nemlig i de to eneste gamle Egeskove i Viborgegnen, som endnu har bevaret Karakteren af Højskov, nemlig Hald Egeskov og Sødal Skov. Begge disse Lokaliteters Underskovstræer er omtalte af VAUPELL; men siden hans Tid er ogsaa disse interessante Rester tildels forsvundne ved Indgreb af Kulturen.

Angaaende Underskoven i Hald Egeskov skriver VAUPELL, rimeligvis efter Iagttagelser mellem 1850 og 1857: »Langskoven er en ren Egeskov. Underskoven er her erstattet af Enebær, der danner en saa tæt Beskygning af Jordbunden, at Opvæksten derved vanskeliggøres« (VAUPELL *134*, S. 33). Da Forf. første Gang besøgte denne Skov mellem 1870 og 1875, var denne tætte Eneundervækst for Størstedelen forsvunden.[1] Om samme skriver E. DALGAS i 1883 (*25*, S. 215): »Hvad Enebærbusken angaar, da kunde man for nogle Aar tilbage i Hald-Egeskov se, hvorledes de tæt ved hinanden staaende, ranke Ene-Stammer dækkede Bunden under Egene, saa at Skoven næsten var uigennemtrængelig; en Mængde af disse Enebærbuske ligger nu som Faskiner i Viborg-Sø, saa at Skovene ikke længere har et saa karakteristisk Udseende som tidligere.« Enen taaler det tætteste Egekrats Overskygge udmærket (Fig. 13). Ogsaa den østlige Del af Viborg Krat var bevokset med en lignende tæt Underskov

[1] Se *79*, II, Fig. 2, S. 11.

af Ene, der for ca. 50 Aar siden blev omhugget for at frembringe en Bevoksning af Gran, og andre Steder i Morænelandskabet findes tætte Enebevoksninger, der har mistet deres Overstandere af Eg, men som endnu bar Vidnesbyrd om den fortrinlige Dækning af Jordbunden, som saadan



Fig. 13. Juniperus under tæt Skærm af Egekrat. Hastrup-Lund.

tæt Eneunderskov yder. Hosstaaende Fig. 14 fra Rold Skov illustrerer dette Forhold. Se ogsaa Warming *133*, S. 111, 606—607.

Den af Vaupell omtalte Hasselunderskov under ren Egeskov i Sødal Skov (*134*, S. 286) stod endnu i sin fulde Kraft, da Forf. undersøgte den i Halvfjerdserne i forrige Aarhundrede, uagtet den stod paa en lige saa mager Sand-

bund som Eneunderskoven i Hald Egeskov; den var fuldkommen sluttet og skærmede Jordbundens Sandmuld godt. De sluttede Dele af dette Hasselkrat er nu delvis forsvundet, omhugget for anden Træplantnings Skyld. I Skovens østlige Parti fandtes dog i 1918 endnu paa en mod NV. vendende Skraaning omtrent ved 80′ Højdekurve en ret anselig Strækning med sluttet Hasselskov under gamle lavkronede

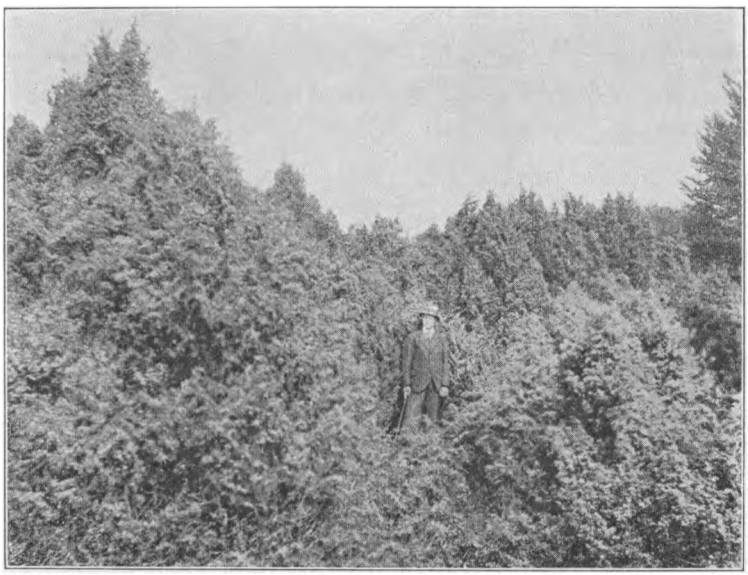


Fig. 14. Tæt sluttet Juniperus-Bevoksning, der helt dækker Jordbunden. Rold Skov. (Fot. C. H. Ostenfeld.)

Ege paa en Jordbund af typisk Sandmuld uden synlig Podsolering.

Det maa vistnok anses for utvivlsomt, at disse to »Højbuske« har været dominerende i de midtjydske Egeskoves Underskov paa Sandbunden ligesom i de tarveligere Former af de mellem- og sydsvenske »Löfängar«, med hvis grundigt studerede Plantesamfund (se f. Eks. *49*) de synes at have væsentlige Træk tilfælles (se Warming, Krat *133*,

S. 603 ff., Hesselman *49*, S. 312—318, smlg. *52*, S. 336). Begge forekommer de dér, dels i Blanding, dels hver for sig dannende Bevoksninger. Hvorvidt de begge har spillet samme Rolle paa den magre Sandbund i Jylland er naturligvis nu umuligt at afgøre; tør man slutte fra O. G. Petersen's Optegnelser, har de ifølge foranstaaende Liste haft omtrent lige stor Udbredelse. Sandsynligt er det vel, at Hasselen især har dannet Underskoven paa den friskere eller fugtigere Bund, Enen paa de tørre Bakker, saaledes som Hesselman angiver Forholdet i de svenske »Lövängar« (*49*, S. 338).

E. Dalgas mener (*25*, 1883, S. 216), at det er Enen, der almindelig forekommer i Hederne, især i dens nedliggende, dværgagtige Variant, som har dannet Underskoven i Midtjyllands forsvundne Egeskove. Men da der aldrig findes Hasselbuske i Hederne, uagtet Hasselen efter sin nuværende Forekomst i Krattene utvivlsomt ligeledes har hørt til disse Egeskoves Plantesamfund, synes det naturligst at slutte, at Enen er bleven en Skovrelikt i Hederne, fordi den har kunnet lempe sig efter de Kaar, som Heden byder, medens Hasselen er forsvunden, fordi den ikke har kunnet trives i den aabne Hede med dens Morskjold.

I det Hele taget tør man af de Iagttagelser, der endnu kunne gøres i de midtjydske Egeskovsrelikter, sikkert slutte, at den tætte Underskov, i hvilken disse to Buske indtager en dominerende Plads, har udøvet en fremragende Indflydelse paa dette Plantesamfunds Trivsel, dels ved at beskygge Jorden og derved hindre de lyselskende Hedeplanter og Blaabærret, der kun taaler en ringere Skygge, i at indvandre og brede sig, dels ved med sin aarlige Ydelse af organisk Affald at bidrage til at vedligeholde den for Egekrattene typiske Humusform, Mulden.

Egekrattenes Underskovstræer og Buske er nemlig i Almindelighed Muldbundsplanter ligesom Overskoven. At Hasselen, i ethvert Fald i Danmark, er en typisk Muldplante, hvis aarlige Affald selv i tæt Skygge af Buskene ikke danner Mor, er almindelig bekendt; men om Enens Forhold i saa Henseende har der hersket Tvivl, da den ikke som de fleste Muldbundsvækster forsvinder, naar Jordbunden dækkes med Mor. Men hvor Enen vokser i Grupper (Fig. 14), eller hvor den ikke umiddelbart omgives af udpræget mordannende Plantesamfund, dér danner den efter en Række Iagttagelser ikke selv Mor. Fra Landene syd for Danmark foreligger der Iagttagelser herfor fra W. Graf zu Leiningen (*71*, S. 12), og Ramann erklærer: »Paa Jordbunden under Ener findes aldrig Mordannelser, selv ikke i arktiske Egne og ved rigelig Ansamling af affaldne Naale« (*104*, S. 197). Tilsvarende Iagttagelser synes at foreligge fra Norge (*38*, S. 84) og formentlig ogsaa fra Sverig (Hesselman *49*, S. 333—335, 365, Gunnar Schotte: »Enrik ljunghede« *115*, S. 241). De foran (S. 148) nævnte Lokaliteter med sluttede Enekrat, den østlige Del af Viborg Krat og det store Enekrat i Rold Skov (Fig. 14) viste udpræget Muldbund[1], og det samme er Tilfældet med en Lokalitet i Nordsjælland, nu fredet af Statsskovvæsenet og udgørende en Del af Donse Overdrev,

[1] De sluttede Partier af Ene-Bevoksningen tillader dog saa meget Lys at naa Bunden, at der trives en spredt Urtevegetation, i Hovedsagen bestaaende af Muldplanter, nemlig: *Fragaria vesca*, *Luzula pilosa*, *Veronica officinalis* og *chamædrys*, *Stellaria holostea*, *Oxalis acetosella*, *Galium saxatile*, *Aspidium spinulosum*, *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium vitis idæa* samt ganske enkelte og svage *Vaccinium myrtillus* og *Pteridium aquilinum* samt noget Mos, *Hylocomium proliferum* m. fl. Jordbunden: under 1 cm Affaldslag 8 cm skør Muld, over 65 cm lerblandet gult Sand paa en lysere, lerblandet og fastere Undergrund; Planterødder indtil 70 cm Dybde. — Paa en aaben Plet mellem Enerne: Vegetation af *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, lidt *Vaccinium vitis idæa*, enkelte *Vaccinium myrtillus* og *Pteridium aquilinum*. Jordbunden: 3 cm fast Mor, 13 cm humusblandet Blegsand, 20—26 cm Rødjord paa leret og gruset Sand med Leral.

S. 603 ff., Hesselman *49*, S. 312—318, smlg. *52*, S. 336). Begge forekommer de dér, dels i Blanding, dels hver for sig dannende Bevoksninger. Hvorvidt de begge har spillet samme Rolle paa den magre Sandbund i Jylland er naturligvis nu umuligt at afgøre; tør man slutte fra O. G. Petersen's Optegnelser, har de ifølge foranstaaende Liste haft omtrent lige stor Udbredelse. Sandsynligt er det vel, at Hasselen især har dannet Underskoven paa den friskere eller fugtigere Bund, Enen paa de tørre Bakker, saaledes som Hesselman angiver Forholdet i de svenske »Lövängar« (*49*, S. 338).

E. Dalgas mener (*25*, 1883, S. 216), at det er Enen, der almindelig forekommer i Hederne, især i dens nedliggende, dværgagtige Variant, som har dannet Underskoven i Midtjyllands forsvundne Egeskove. Men da der aldrig findes Hasselbuske i Hederne, uagtet Hasselen efter sin nuværende Forekomst i Krattene utvivlsomt ligeledes har hørt til disse Egeskoves Plantesamfund, synes det naturligst at slutte, at Enen er bleven en Skovrelikt i Hederne, fordi den har kunnet lempe sig efter de Kaar, som Heden byder, medens Hasselen er forsvunden, fordi den ikke har kunnet trives i den aabne Hede med dens Morskjold.

I det Hele taget tør man af de Iagttagelser, der endnu kunne gøres i de midtjydske Egeskovsrelikter, sikkert slutte, at den tætte Underskov, i hvilken disse to Buske indtager en dominerende Plads, har udøvet en fremragende Indflydelse paa dette Plantesamfunds Trivsel, dels ved at beskygge Jorden og derved hindre de lyselskende Hedeplanter og Blaabærret, der kun taaler en ringere Skygge, i at indvandre og brede sig, dels ved med sin aarlige Ydelse af organisk Affald at bidrage til at vedligeholde den for Egekrattene typiske Humusform, Mulden.

Egekrattenes Underskovstræer og Buske er nemlig i Almindelighed Muldbundsplanter ligesom Overskoven. At Hasselen, i ethvert Fald i Danmark, er en typisk Muldplante, hvis aarlige Affald selv i tæt Skygge af Buskene ikke danner Mor, er almindelig bekendt; men om Enens Forhold i saa Henseende har der hersket Tvivl, da den ikke som de fleste Muldbundsvækster forsvinder, naar Jordbunden dækkes med Mor. Men hvor Enen vokser i Grupper (Fig. 14), eller hvor den ikke umiddelbart omgives af udpræget mordannende Plantesamfund, dér danner den efter en Række Iagttagelser ikke selv Mor. Fra Landene syd for Danmark foreligger der Iagttagelser herfor fra W. GRAF ZU LEININGEN (*71*, S. 12), og RAMANN erklærer: »Paa Jordbunden under Ener findes aldrig Mordannelser, selv ikke i arktiske Egne og ved rigelig Ansamling af affaldne Naale« (*104*, S. 197). Tilsvarende Iagttagelser synes at foreligge fra Norge (*38*, S. 84) og formentlig ogsaa fra Sverig (HESSELMAN *49*, S. 333—335, 365, GUNNAR SCHOTTE: »Enrik ljunghede« *115*, S. 241). De foran (S. 148) nævnte Lokaliteter med sluttede Enekrat, den østlige Del af Viborg Krat og det store Enekrat i Rold Skov (Fig. 14) viste udpræget Muldbund[1], og det samme er Tilfældet med en Lokalitet i Nordsjælland, nu fredet af Statsskovvæsenet og udgørende en Del af Donse Overdrev,

[1] De sluttede Partier af Ene-Bevoksningen tillader dog saa meget Lys at naa Bunden, at der trives en spredt Urtevegetation, i Hovedsagen bestaaende af Muldplanter, nemlig: *Fragaria vesca, Luzula pilosa, Veronica officinalis* og *chamædrys, Stellaria holostea, Oxalis acetosella, Galium saxatile, Aspidium spinulosum, Deschampsia flexuosa, Vaccinium vitis idæa* samt ganske enkelte og svage *Vaccinium myrtillus* og *Pteridium aquilinum* samt noget Mos, *Hylocomium proliferum* m. fl. Jordbunden: under 1 cm Affaldslag 8 cm skør Muld, over 65 cm lerblandet gult Sand paa en lysere, lerblandet og fastere Undergrund; Planterødder indtil 70 cm Dybde. — Paa en aaben Plet mellem Enerne: Vegetation af *Calluna vulgaris, Empetrum nigrum*, lidt *Vaccinium vitis idæa*, enkelte *Vaccinium myrtillus* og *Pteridium aquilinum*. Jordbunden: 3 cm fast Mor, 13 cm humusblandet Blegsand, 20—26 cm Rødjord paa leret og gruset Sand med Leral.

der tidligere har været bevokset med gammel naturlig Egeskov. Den her forekommende kraftige Enebevoksning er hist og her blandet med *Prunus spinosa* og *Rubus idæus*, Bunden forøvrigt dækket af Græs og Ørnebregne paa en skør, lidt lerblandet Sandmuld over grovt, svagt lerblandet Sand og Grus (meddelt af Statsskovrider Hauberg).

I det almindelige Mængdeforhold, af hvilket foranstaaende Liste efter O. G. Petersen's Optegnelse vistnok giver et omtrent rigtigt Billede, findes indblandet et ret stort Antal andre Træer og Buske, der alle er muldyndende, om end enkelte ogsaa nogenlunde kan friste Livet paa Morbund (*Populus tremula*, tildels *Sorbus aucuparia* og *Betula odorata*). Dette Samfund afgiver en højst uensartet Beskygning af Bunden og giver derved Plads til en rig Flora af Græsser, Urter og Dværgbuske, varierende efter Beskygningsgraden, Terrainets Fugtighedsforhold og Jordbundens Beskaffenhed.

Af de nævnte 3 Habitusformer anfører Warming som forekommende i Egekrattenes Bundvegetation (*133*, S. 529) 31 Græsser, 126 Urter og 9 Dværgbuske, af hvilke Græsser og Urter, saa vidt Forfatterens Kundskab rækker, fortrinsvis eller udelukkende forekommer paa Muldbund og kun et ringere Antal findes baade paa Muld- og Morbund, medens Drærgbuskene af Lyngfamilien normalt optræder som Morbundsplanter, eller er mordannende Planter, og kun enkelte af de til Dværgbuskene hørende Leguminoser (især *Genista*-Arterne) ofte findes paa Morbund.

Som Eksempel paa Kratbunden og dens tilhørende Vegetation i de til Ungersøgelsesomraadet beliggende Egekrat skal meddeles Oplysning om følgende to Lokaliteter:

Gaarsdal-Krat er beliggende i det bakkede Moræneterrain, som begrænser Falborg-Dalen mod S. og udgør en Del af det tidligere udstrakte Skovterrain, der dannede

Grænsen til den træløse Smeltevandsdal, og hvortil ogsaa Viborg Krat hører. Jordbunden er den samme i disse Skovlevninger. Grænsen mellem den skovklædte Morænebakke og Falborg-Dalen ligger ved Gaarsdal Krat mellem Højdekurverne 70 og 80′ o. H., fra hvilket Niveau Terrainet hæver sig til 140′ o. H. med enkelte højere Punkter. De undersøgte Profiler ligger i Krattets østligste Del i nogen indbyrdes Afstand 110—120′ o. H.

Jordbunden er i alle de undersøgte Profiler meget ensartet stenfattigt til noget stenet Sand, hvis Finjord under 0,01 mm udgør omtrent 2 pCt. og er dækket af typisk Sandmuld.

Under et ca. 3 cm løst Lag af Skovens Affald i Bundvegetationens mere eller mindre stærkt mosblandede Basaldele fandtes en 2—4 cm grynet, graa Sandmuld over en ca. 40 cm mægtig gulbrun Overgrund uden skarp Grænse imod Undergrundens gule Sand; det brunlige Lag var rigt paa Vegetationens Rødder, især Trærødder, løst lejret og af ringe Tæthed. I det i Tabellen S. 110 som Nr. 1 betegnede Profil med meget høj Brintionkoncentration var Jordens øverste, 1 cm tykke, grynede Lag meget mørkere end i de andre Profiler og Mosvegetationen tættere.

Bevoksningen dannes af Træer i mangelfuld Slutning med enkelte større og mange mindre Aabninger, men bestaar ofte af velformede Individer, fremkomne af Frø; gamle Træer mangler dog ganske (Fig. 15). De skovdannende Arter er *Quercus pedunculata* med et mindre Antal *sessiliflora* og spredte *Populus tremula* og *Sorbus aucuparia*. Træerne naar en Højde af indtil 7—8 m, men er for Størstedelen lavere. De egentlige Underskovtræer synes forlængst borttagne (af Hensyn til Græsning?); kun spredte, lave Ener forekommer endnu, og den i mange Pletter mangelfulde Beskygning af



Fig. 15. Gaarsdals Krat.

Bunden bestaar af Skovtræernes yngre Individer, saaledes som det vil ses paa hosstaaende Billede.

Egekrat paa Karup-Dalens 2. Terrasse. Af de 24 smaa Kratholme, der paa en Strækning af 4500 m findes paa Generalstabskortet i 1 : 20,000 af 1916 paa Karup-Dalens 2. Terrasse fra Høgildbro mod S., er det de sydligste Holme indtil »Aahuse«, der har været Genstand for særlig Undersøgelse.

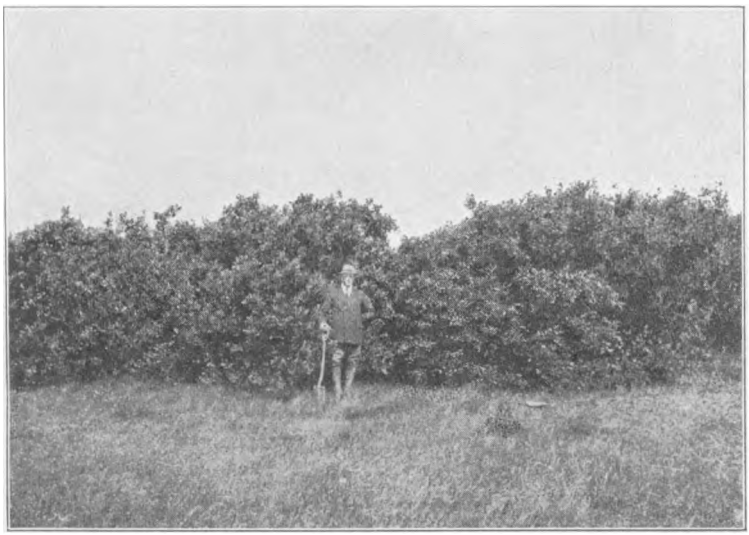


Fig. 16. Egekrat paa Karup-Dalens 2. Terrasse.

Jordbunden er udslemmet Sand af den for Hedesletten sædvanlige Beskaffenhed, hvis Finjord mindre end 0,01 mm i Gennemsnit af de 24 Slemningsanalyser, der er foretagne af Undergrunden i denne Del af Hedesletten, kun udgør ca. 0,5 pCt. (Rørdam *83*, S. 150), altsaa paa det nærmeste af samme Beskaffenhed som Falborg-Dalens Jordbund. Det i Karup-Dalens 3. Terrasse fundne stenfri Ler (S. 36) kommer i det her studerede Omraade i en frisk Erosionsskraaning mellem 2. og 3. Terrasse frem i Dagen tæt ved sidstnævntes

Overflade, omtrent 10′ under 2. Terrasse og kan derfor ingen Indflydelse have udøvet paa dens Vegetationsbund.

Denne bestaar af typisk Sandmuld, dækket af et tyndt Lag vegetabilsk Affald, i meget ringe Grad blandet med Mos; under dette Lag skør, graagul Muld af 20—30 cm Dybde, et enkelt Profil lidt mørkere farvet; under dette Muldlag gult, stenfrit Sand.

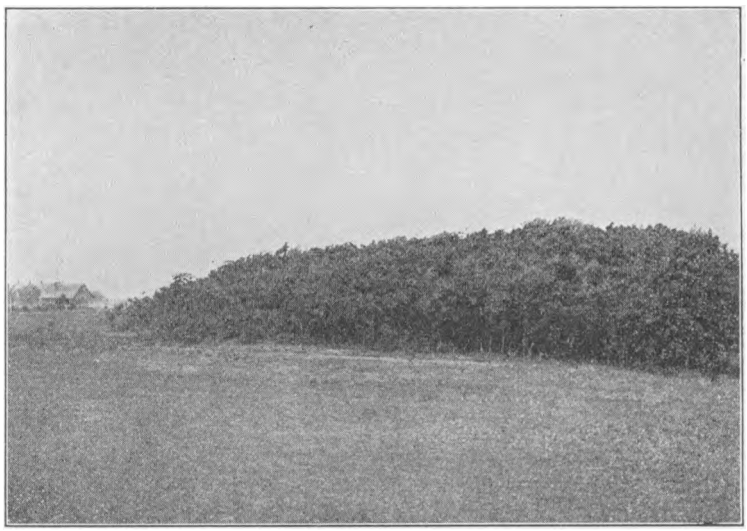


Fig. 17. Vestenvindens Indvirkning paa Kratvegetationen i den aabne Aadal.

Bevoksningen er meget ringere end i Gaarsdal-Krat, almindeligvis ikke over 4—5 m høj, nogenlunde sluttet over Bunden (Fig. 16). Træerne af langsom Vækst og tarvelig Form er *Quercus pedunculata*, blandet med *Populus tremula* og *Salix cinerea*; en enkelt *Pyrus Malus* findes. Særlig Underskov findes ikke, men Træbevoksningen dækker nogenlunde Bunden og er trods Terrainets lave Beliggenhed ikke undgaaet Paavirkning af Vestenvinden (Fig. 17).

Bundvegetationen i disse to Krat, angivet af Dr. A. MENTZ, er følgende; de for Krat i Karup-Dalen anførte Bundplanter er dog sammenstillede fra 2, nær ved hinanden beliggende Smaakrat.

	Gaarsdal Krat	Krat i Karup-Dalen
Buske, Halvbuske		
Salix cinerea		+
Juniperus communis	+	
Rubus saxatilis		+
Dværgbuske.		
Calluna vulgaris	+	
Vaccinium myrtillus	+	
Græsser.		
Anthoxanthum odoratum	+	+
Deschampsia flexuosa	+*	+
Festuca ovina	+	
Festuca rubra		+
Luzula pilosa	+	+
Luzula silvatica	+	
Holcus mollis	+	+*
Poa pratensis	+	+
Urter.		
Achillea millefolium	+	+
Achillea Ptarmica		+
Anemone nemorosa	+	+
Anthriscus silvestris		+
Arnica montana	+	
Convallaria majalis		+
Geranium silvaticum		+
Hieracium vulgatum	+	
Lathyrus macrorhizus	+	
Linaria vulgaris		+
Melampyrum pratense	+	+
Majanthemum bifolium	+	+
Pimpinella saxifraga		+
Phyteuma spicatum		+
Polygonatum officinale		+
Potentilla erecta	+	
Silene inflata		+
Solidago virga aurea	+	+
Trientalis europæa	+	
Veronica chamædrys	+	+
Viola canina	+	+
Blomsterløse Karplanter.		
Polypodium vulgare	+	
Pteridium aquilinum		+
Equisetum silvaticum		+
Hypnum Schreiberi	+	
Hypnum triquetrum	+	
Hypnum splendens	+	

I foranstaaende Tabel over Bundplanterne i de to Krat er de med * mærkede Arter saa fremherskende, at Vegetationen nærmest kan betegnes som en noget ufuldstændig og aaben Formation af vedkommende Art.

En Sammenligning af Planterne i denne Tabels to Kolonner viser, at Bundvegetationen i Krattet paa Morænen i højere Grad har en almindelig Surbundskarakter end i Krattet paa Karup-Dalens Erosionsterrasse, uagtet Jordbunden i begge Krat er stærk sur (P_H mindre end 5). Det fremherskende Græs i førstnævnte er *Deschampsia flexuosa*, der udgør en ret aaben Vegetation med meget Mos i Bunden, medens det fremherskende Græs paa sidstnævnte Lokalitet er *Holcus mollis*, i hvis Tæppe Mosser ikke spiller nogen Rolle. I Morænekrattets aabnere Partier er indvandret spredte *Calluna*-Planter og under de lysere staaende Træer spredte *Myrtillus*, der begge mangler i Terrassekrattet, og Urtevegetationen er paa sidstnævnte Lokalitet baade artrigere og af mindre Surbundspræg end i Morænekrattet, hvor de hist manglende Surbundsplanter, *Arnica montana*, *Potentilla erecta* og *Trientalis europæa* optræder. (Jfr. C. Olsen's Tabeller i *95*, hvor de fleste her anførte Planters Forhold til Jordbundens Surhedsgrad er anført). Men gaar man ud fra, at en fremherskende Surbundsvegetation, som almindelig antaget, tyder paa et mindre gunstigt Voksested end et Plantesamfund, i hvilket Basebundsplanter spiller en fremtrædende Rolle, bliver det paafaldende at bemærke, at Trævegetationen i de to Krat peger i modsat Retning af Bundvegetationen, idet Egene i Morænekrattet har en langt bedre Vækst og Form end Egene i Krattet paa Smeltevandsslettens Erosionsterrasse. Man faar det Indtryk, hvortil vi skal komme tilbage nedenfor, at den i Jordskorpen levende Bundvegetation reagerer for en anden Tilstand i Jorden end de dybt gaaende Trærødder, uagtet Muldform og mineralogisk Beskaffenhed af Bunden i Hovedsagen er den samme paa begge Lokaliteter. (Smlg. Ramann *104*, S. 462).

Af de i Bundvegetationen i Egeskove paa det midtjydske

Sand forekommende fanerogame Planter er som bekendt Lyngfamiliens Former og *Empetrum* de eneste, som danner typisk Mor, hvor de optræder i individrige Samfund paa en Bund, der er fattig paa mineralsk Plantenæring. Af dette Plantesamfund er *Vaccinium myrtillus*, der erobrer Arealet, hvor Underskoven ikke dækker Bunden, saa kun Halvskygge hersker, den første, der tager Vokseplads i Egeskovens eller Krattets Halvskygge, og *Calluna*, *Vaccinium vitis idæa* tillige med *Arctostaphylos uva ursi* følger efter fra de aabne Kanter i Skoven. Forf. har i 1884 (*79**, S. 130 ff., 161) skildret dette Plantesamfunds Indflydelse paa Mordannelsen og den dermed følgende Podsolering af Bunden i de midtjydske Egeskove og Krat paa Sandet, og de siden dengang gjorte Iagttagelser har yderligere bestyrket den i hint Arbejde fremsatte Opfattelse af Kampens Udfald mellem de to Plantesamfund gennem deres Indflydelse paa Jordbunden ved de forskellige Humusformer, som hvert af disse Plantesamfund giver Anledning til.

6. Bidrag til Egekrattenes Økologi.

Idet der henvises til de foran nævnte Fremstillinger af de ved Egekrattenes Rivalisering med Hedevegetationen virksomme Faktorer og til E. Warming's nye Iagttagelser over Egekrattenes Naturhistorie, der i det væsentlige stemmer overens med Forfatterens tidligere fremsatte Opfattelse (*133*, S. 521 ff.), skal kun anføres nogle Studier og foreløbig orienterende Forsøg paa at efterspore de Processer i Jordbunden, der maa anses for at udgøre Led i den Kamp mellem de to ganske forskellige Plantesamfund, Egeskovens og Hedens, som vitterlig har strakt sig gennem Aartusinder paa de midtjydske Sandjorder.

A. Virkningen af Forandringer i Underskoven søges belyst ved Sammenstilling af følgende 3 Lokaliteter.

a. Omtrent 1855 fandt Vaupell i Hald-Langskov et *Juniperus*-krat under Egene, der dannede en saa tæt Beskygning af Bunden, at Opvæksten derved vanskeliggjordes (se S. 147). Omtrent 25 Aar derefter søgte Forf. denne Skovbestand, men fandt ikke den tætte Underskov af Ener; den var efter modtagen Oplysning fældet nogle Aar iforvejen. Et Billede efter Fotografi omtrent fra 1880 af den bedste Del af Langskov findes som Fig. 2 i Forf.'s Arbejde fra 1884 (*79*); det viser kun spredte og smaa Individer af Ene, rimeligvis levnede ved Hugsten af de store Salgs-Individer. Af Bundvegetation »fandtes især Græsser, *Melampyrum*, *Pteridium aquilinum* og enkelte *Myrtillus*« (*79*, S. 244). Jordskorpen var typisk Sandmuld; Profilet (ibid. Tab. 1, Fig. 5) og Analyserne viste en svag Podsolering. — I 1921, altsaa efter ca. 40 Aars Forløb, har Distriktets Skovrider Hr. Wøldike efter min Anmodning beskrevet de tilsvarende Forhold paa samme Lokalitet, og Forf. ved et paafølgende Eftersyn tiltraadt hans Beskrivelse, der lyder saaledes: »Jeg har gennemgaaet hele Skovafdelingen mellem »Stjernen« og »Smedegaarden« og fandt ikke noget Sted, hvor jeg mente at kunne betegne Muldformen som uforfalsket Kratmuld. Blaabær forekommer faktisk overalt, om egentlig Kratmuld er der ikke Tale. Jordbundens øverste Lag har en moragtig, skorpet Beskaffenhed eller er umiskendelig Mor.« I forskellige Dele af Skovstykket aabnedes to Profiler under gamle Ege med spredte Ener, der ikke dækker Bunden. Profilernes Beskaffenhed var følgende:

Nr. 4. Bundvegetation: Græs, Mos, Blaabær.

0—4	cm	Sortagtig Mor.
4—15	-	Blegsand.
15—44	-	Gulbrunt Sand med mange Trærødder.
44—∞	-	Sandet lysere, Trærødder endnu i 90 cm Dybde.

Nr. 5. Bundvegetation: Græs, Mos, Blaabær, lidt Tyttebær, Ørnebregne, Skovstjerne.

0—7	cm	Sort Morlag.
7—17	-	Brungraat Blegsand med jævn Overgang til
17—52	-	gulbrunt Sand.
52—∞	-	Lysere, graagult Sand. Trærødder endnu i 60 cm Dybde.

Den skarpe Podsolering, som disse Profiler udviser, findes dog langt fra overalt; større Partier har mindre udpræget

Morform med Overgang til Muld, men typisk Sandmuld iagttoges ikke.

b. I Viborg Krat, der ligeledes undersøgtes i Slutningen af Halvfjerserne i forrige Aarhundrede, fandtes under sluttet, yngre, 6—7 m høj Egebevoksning en fortrinlig Sandmuld over en neppe synlig Podsolering af Bundens Morænesand. Lokalitetens Jordbund beskreves, afbildedes og analyseredes (*79*, S. 243, Tab. I, Fig. 2). Ved Undersøgelsen var Underskovvæksten umiddelbart iforvejen borthugget, og Arealet Aaret iforvejen besaaet med Bøg i gravede Riller; de unge Bøge stod fortrinlig. Disse Bøge udgør nu en 40—45-aarig, ret sluttet Bevoksning i langsom Vækst. Ogsaa her aabnedes i 1921 to Profiler, der af Skovrider Wøldike beskrives saaledes:

Nr. 2. Løvdække uden synderlig Bundvegetation.

0—20 cm graabrun Kratmuld.
20—60 - lysebrun Kratmuld, opfyldt med Trærødder.
60—∞ - gult Morænesand, Trærødder endnu i 80 cm Dybde.

No. 3. Løvdække, lidt Mos.

0—35 cm graabrun Kratmuld, mellem 20—35 cm fra Overfladen stærkt opfyldt med Trærødder.
35—65 - gulbrunt Sand, fine Trærødder.
65—∞ - grovt, stærkt grusblandet Morænesand.

c. Til Sammenligning mellem Egekrattets Jordbundstilstand paa Lokaliteterne a. og b., hvor Skovsamfundet ved Kulturindgreb er paaført Forandringer, og en Lokalitet, hvor Skovsamfundet, saavidt man kan skønne derom, har bevaret sin naturlige Tilstand, er der, samtidig med at udtage Jordbundsprøver i a. og b., tillige udtaget Prøver i en som c. betegnet Lokalitet, Gaarsdal Krat, der findes paa samme Morænegruppe og Jordbund som hine. (Angaaende Gaarsdal Krat se forøvrigt S. 153). Fra Krattets Yderkanter er Myrtillusvegetationen trængt stærkt ind; men dybere inde i Bevoksningen fandtes Arealer, der var fri for Blaabærvækst. Her aabnedes et Profil og udtoges Jordprøver. Jordbunden beskreves saaledes:

Nr. 10. 0—4 cm løst Rodfilt af Græsrødder med Rhizomer af *Anemone nemorosa* og *Polypodium vulgare* m. fl.
4—16 cm brun, grynet Muld; i den udtagne Jordprøve to større Lumbriciner. [1]

[1] Da O. Arrhenius angiver, at Regnorme kun forekommer i neutral eller basisk Bund (*9*), skal her anføres, at den elektrometrisk bestemte

16—80 cm gulbrunt Sand.
80—∞ cm graagult Morænesand. Trærødder endnu i 65 cm Dybde.

Jordprøverne fra de øverste 10 cm paa disse 3 Lokaliteter, af hvilke a. for ca. 40 Aar siden i det væsentlige blev berøvet sin Ene-Underskov, b. for ca. 40 Aar siden blev underplantet med Bøg, og c., saavidt vides, ikke er bleven forandret ved Kulturindgreb, undersøgtes med Hensyn til Surhedsgrad og Nitrifikationsevne. (Denne udførtes velvilligt af nuværende Prof. Bondorff, hin af Hr. Kand. H. L. Jensen.)

Lokalitet	Profil Nr.	Vand pCt.	Organisk Stof (Humus) pCt af Tørstof	Surhedsgrad P^H Elektrom.	Total Kvælstof pCt. af org. Stof	Nitrat Kvælstof efter 161 Dages Lagring	
						mg pr. kg Jord-Tørstof	pCt. af Total Kvælstof
a.	4	22,37	5,55	4,36	2,52	0,19	0,0124
	5	28,58	8,53	4,54	2,70	0,20	0,0085
b.	2	12,60	4,26	4,76	2,58	0,50	0,0538
	3	13,50	4,43	4,76	2,93	0,29	0,0264
c.	10	16,42	4,74	4,96	3,20	4,69	0,3350

Et Materiale som det foran meddelte til Belysning af Jordbundens Tilstand paa to Egeskovs-Lokaliteter paa Sandmuld, dels umiddelbart efter et stærkt Indgreb i begges naturlige Bevoksningsforhold, dels efter ca. 40 Aars Forløb, vil formentlig kun sjælden foreligge. Det er meddelt her, trods de sammenstillede Iagttagelsers Mangelfuldhed som Forsøgsrække betragtet, da man formentlig tør anse de Resultater, der lader sig udlede, som i det væsentlige rigtige. De tyder nemlig paa, at det er sandsynligt, at Borttagning af en stærk Juniperus-Underskov har befordret Udbredelse af

Brintionkoncentration, der viste sig at være 4,96, fandtes i samme Jordprøve som Regnormene.

Myrtillus-Vegetationen med paafølgende Forringelse af Sandmuldens typiske Egenskaber, tilsyneladende nogen Forøgelse af Surhedsgraden og stærk Reduktion af Nitrifikationsevnen. Endvidere at Indførelse af en Bøgevegetation i Stedet for Eneunderskoven ligeledes har forringet Sandmuldens Skørhed og medført Svind af Nitrifikationsevnen. Hertil har muligvis Bøgenes højt liggende Rødder bidraget ved at forringe Jordskorpens Fugtighed, hvorved dens Tilstand nærmer sig Grænsen for Nitratdannelse (jfr. *38*, S. 89, Prøve Nr. 102). Begge Tilfælde synes egnede til at belyse Værdien af de Egenskaber, som Egekrattene og deres normale Underskovsvækst besidder.

B. Podsoldannelse i Kratmuldens Jordbund. I 1884 skildrede Forf. (*79 II*, S. 112 ff.) og afbildede (ibid. Tab. I, Fig. 2, 3, 5) Kratmuldens Beskaffenhed paa forskellige Lokaliteter. Af de meddelte Iagttagelser fremgaar det, at dens Profil ofte under de øverste Tommers graa Sandmuld uden synlig Differentiering i Farven viser fuldkommen jævn Overgang til Undergrundens gule Sand (ibid. Fig. 1). Men paa mange Steder fremtræder der i Profilet, almindelig i 20—25 cm Afstand fra Overfladen, et skarpt begrænset mørkere, ligeledes 20—25 cm bredt Bælte, varierende i Farvens Intensitet fra Sted til Sted. Jorden er fuldkommen skør i alle sine Afsnit, og det stærkere farvede Stratum er ofte særlig rigt paa Trærødder. Samtidig med dette Bæltes tydeligere Fremtræden bliver den over dette liggende Del af Overgrunden blegere i Farve indtil fuldkommen Affarvning som et Blegsandslag. De tilhørende Analyser viser, at selv hvor det gulbrune Bælte er svagest udviklet (ibid. S. 243, Tab. I, Fig. 2) finder her en Forøgelse i Mængden af Sesquioxyder og af opløselige Humusforbindelser (ibid.

S. 113—115) Sted og en Reduktion af disse Stoffer i Laget over det mørke Bælte. Der har altsaa udviklet sig en tydelig eluvial og illuvial Horisont. Det fremgaar heraf, at vi har en svag, men tydelig Podsoldannelse for os i en Jordbund uden Mor paa disse magre Sandjorder. Forholdene gør Indtryk af at repræsentere den første svage Begyndelse til Sandbundens normale Podsolering. Dette er dog neppe rigtigt. Forf. har allerede i 1878 gjort opmærksom paa, at Blegsandslaget under unge, tynde Morlag i Bøgeskove fremtræder som en ganske fin Stribe af neppe 1 Tommes Mægtighed, og til en saadan tynd Blegsandstribe hører sædvanligvis en lige saa fin Rødjordstribe (*79 I*, S. 27, 28). Senere har Olof Tamm ved en systematisk Undersøgelse af Podsoleringens Udvikling paa et for Aldersbestemmelsen særlig gunstigt Materiale paavist det samme Forhold i Sandjorder med Morlag, fremkaldt af en *Vaccinium myrtillus* og *vitis-idæa*-Vegetation i svenske Skove (*120*, S. 134 ff.). Den i jydske Egekrat med Muldbund optrædende svage Podsoldannelse kan derfor ikke være Virkningen af en begyndende Proces, saa meget mindre som dens Lag har omtrent samme Mægtighed som Eluvial- og Illuviallagene i den udenfor Krattets Grænse herskende morklædte Hede. Forf. mente derfor, at de her omhandlede svage Podsoleringsfænomener maatte opfattes som Resultatet af de forlængst kendte, i humide Egne foregaaende, almindelige Udslemnings- og Udvaskningsprocesser i Jordskorpen, maaske især i fugtige Perioder i meget lange Tidsrum (*79 II*, S. 85 ff. 90 ff., 96).

En saadan Podsoldannelse i de midtjydske, svagt lerede Morænedannelsers Sand, udviklet uden Indflydelse af et paalejret Morlag, og uden at Illuviallaget er blevet til tæt og fast Rødjord eller Al, er, saavidt de udførte Undersøgelser

rækker, meget udbredt i Egeskovene og Egekrattene i disse Landskaber; de findes endog i disse Egnes bedste Egeskove, saaledes i Hald Egeskov, og fandtes under den nu forsvundne tætte Hasselunderskov i Sødals Skov og i Skindbjerglund. Podsoleringen veksler i Farveintensitet, fra neppe synlig til stærkt udpræget, fra Sted til Sted uden kendelig Forskel paa Træbevoksningens Udvikling og uafhængig af Overfladens Relief, naar Lokaliteten blot ikke er fugtig (jfr. *79*, især S. 113, 243 Tab. III, Fig. 2). Dette Profil synes at stemme overens med GLINKAS Beskrivelse og Afbildning af Sand-Podsol (*39*, S. 68, Fig. 3); dets Dannelse tillægger han en stærkt syreholdig Bund (*39*, S. 84,) hvilket muligvis ogsaa stemmer med Forholdene i de jydske Forekomster, da Vegetationslaget ogsaa her er meget surt (se S. 162) og basefattigt.

Da Forf. kun kendte denne Podsolering fra Danmarks ældste Moræneaflejringer i den baltiske Isstrøms Jordbundsdannelser og tildels derfor i 1884 mente at turde udtale, at den skyldes de overalt i humide Egne forekommende, almindelige Udvaskningsfænomener i meget lange Tidsrum, henvendte jeg mig til den ansete svenske Jordbundsforsker, Hr. Dr. OLAF TAMM med Forespørgsel om, hvorvidt saadanne Dannelser var kendte i Sverrigs, geologisk talt, yngre naturlige Jorder. Han havde den Venlighed at meddele en udførlig Besvarelse, af hvilken her, med Meddelerens Tilladelse gives følgende korte Uddrag: »Et Jordbundsprofil med Muld, forenet med fuldt tydelig Podsolering, altsaa en veludviklet eluvial og illuvial Horisont er meget almindelig i store Dele af Sverrig«, »især i de østlige Dele af Mellemsverrig, ofte paa leret Sandbund i Morænelandskaberne«. »Her er Regnmængden ca. 500—550 mm«. »I det sydlige og sydvestlige Sverrig, hvor Regnmængden er større, synes

den frugtbareste Skovjord uddannet som Brunjord, i de østlige Dele af Mellemsverrig fortrinsvis som Muldpodsol. De to Arter af Muld synes at vikariere for hinanden«, og »de har omtrent samme Værdi for Skovvegetationen«, »Nitrifikation forekommer i begge«, og »de er begge i Almindelighed svagt sure, mindre sure end Raahumusjorden«; »de angaaende disse Humusformer i Gang værende Studier er endnu ikke afsluttede.«

Uagtet saaledes de her omhandlede Podsoljorder med Muld skylder deres Dannelse et endnu ikke nærmere oplyst Kompleks af Processer (se dog HESSELMAN 52, S. 398—99) og ikke kan skyldes Længden af Udvaskningens Indflydelse, er dog Jordbundens iagttagne Ejendommeligheder af Interesse i deres Egenskab af økologiske Faktorer for Vegetationen. De viser nemlig dels, at Egeskoven paa disse Sandjorder kan vokse i en Bund, hvis øverste Lag er stærkt udvasket og i ethvert Fald har mistet en betydelig Del af sine kolloide Bestanddele, der som Humus, Jern og Lerjord udgør vigtige Dele af de egentlige Muldjorders (Brunjorders) Gelkomplex, dels at de — ligeledes saavidt vore Undersøgelser rækker — for en væsentlig Del tilbageholdes i en vis, forholdsvis betydelig Dybde, i et absorberende eller adsorberende Stratum, i hvilket Egeskovenes Rødder for en væsentlig Del søger ned.

Men disse Jorder giver tillige Anledning til at anføre et andet Forhold af økologisk Betydning. HESSELMAN angiver, som allerede tidligere berørt (S. 120) i sit Arbejde over Salpetersyredannelsen i naturlige Jorder (52, S. 403, 421), at det er karakteristisk for de salpetersyredannende Jorder, at Humusdannelser foregaar under Indflydelse af Elektrolyter eller opløselige Salte, og at den Humusdannelse, som

finder Sted i Jorder med stærk Bortførelse af de opløselige Salte eller Elektrolyter giver Anledning til Dannelsen af Humusformer, i hvilke Kvælstoffet ikke overføres til Salpeter. Disse Sætninger passer, som man vil se, ikke paa podsolerede Muldjorder, i hvilke Salpeterdannelsen paa alle de undersøgte Lokaliteter i den midtjydske Sandbund foregaar i et udpræget Eluviallag, og ligeledes finder Sted i de af TAMM nævnte tilsvarende Dannelser.

Det er umiskendeligt, at HESSELMAN's anførte Regler er gældende for rigere, derunder muligvis for yngre, vegetationsbærende Bund, hvor Podsoldannelsen almindeligvis kun foregaar under et stærkt surt, ovenpaa Jordsmonet lejret Humuslag, ikke i den normale Muld (Brunjord). Men hvor Muldpodsolens graahvide til snehvide, stærkt ududvaskede Jordskorpe, i hvilken »Elektrolyter eller opløselige Salte« almindeligvis maa være reducerede i væsentlig Grad (se dog TAMM *120*, S. 148), dér vender Spørgsmaalet om de for Salpetersyredannelsen nødvendige Betingelser sig mod den anden for Humussens Karakter bestemmende Faktor, nemlig Vegetationen, der i det væsentlige er den samme paa de nitrificerende almindelige Muldjorder som paa de podsolerede Profiler med muldet Overflade. Naar vi ser, at Jordskorpen nitrificerer, saa længe Egeskoven med dens Muldplanter i Underskoven og i Bundvegetationen forbliver uforandret, og de samme Jorder ophører at nitrificere, saasnart *Vaccinium myrtillus* og *vitis idæa*, eller tildels naar *Calluna* og *Arctostaphylos* bliver de herskende Bundplanter, ligger det nær at slutte, at det er disse forskellige Plantesamfund, af hvis Affaldsrester de organiske Elementer i Humussen bestaar, som giver denne sit Præg i højere Grad end Bundens opløselige uorganiske Bestanddele.

Af moderne Jordbundsforskere er maaske Ramann den, der klarest har udtrykt Vegetationens Indflydelse paa Bunden i disse Sætninger: »til alle bevoksningsdannende, altsaa i sluttede Plantesamfund voksende Planter svarer bestemte Tilstande i Jorden« (*104*, S. 460). »For Træsamfund kommer det an paa ..... om der under dette forekommer et sluttet Plantedække af lavere Plantearter over Bunden; er dette Tilfældet, saa vil dette lave Plantedække blive afgørende for Jordbundens Egenskaber. Dette lave Plantedækkes overvejende Indflydelse maa tilskrives dets Herredømme over Jordoverfladen og dets Rødders Udbredelse i det øverste Jordlag« (*104*, S. 462). Det er med andre Ord de mordannende Dværgbuskes (især *Vaccinium myrtillus*) Indtrængen i Egekrattene og Sejr i Kampen med det oprindelige Tæppe af mulddannende Urter, som paa den efterhaanden udviklede Muldpodsols udvaskede Overflade udgør det Hovedmiddel, med hvilket Heden fortrænger Egeskoven. I samme Retning udtaler Ehrenberg sig (*27*, S. 331 ff.), og i de nyeste Undersøgelser over saadanne edafiske, økologiske Faktorer som Bundens Surhedsgrad og Nitrifikation henvises ligeledes til de særlige Plantesamfunds Indflydelse, saaledes af Gaarder og Hagem (*38*, S. 151) og med stor Styrke af O. Arrhenius i en Række af Afhandlinger (*8*, S. 92, *10*, S. 13 ff.): »Den Faktor, som spiller den største Rolle i Spørgsmaalet om Jordens Reaktionsdannelse, er Vegetationstæppet.«

Vi har paapeget den nøje Samhørighed af Egekratsamfundet og Sandmulden i de her studerede Landskaber. Det ligger da nær at slutte, at netop den herskende Vegetations Indflydelse paa Jordens Beskaffenhed er dette Plantesamfunds fornemste økologiske Faktor, der har tilladt det at bevare Jordbundens Beskaffenhed og dermed sin egen Til-

værelse i Aartusinder, en Betragtning, som, formentlig med Urette, er bleven bestridt (*96*, S. 12), men paa den anden Side ogsaa er bleven fyldig formuleret af RAMANN (*104*, S. 569).

C. Jordbundens Surhedsgrad. C. F. A. TUXEN's og Forfatterens Studier over Skovjord af 1878 viste, at de forskellige i Skov og Heder forekommende humøse Jordblandinger giver en forskellig Reaktion ved Prøve med Lakmus, og at Reaktionen tillige faar Udtryk i Bundfloraens Sammensætning. Ved moderne Methoder til en betydelig bedre Bestemmelse af Jordens Surhedsgrad, især ved Anvendelse af S. P. L. SØRENSEN's i 1909 givne Anvisning til at bestemme Jordbundens Brintionkoncentration, er Jordbundsforskningens Interesse skærpet for Surhedsgradens Betydning som virksom edafisk økologisk Faktor. Man kan derfor ikke forsøge at danne sig en Forestilling om de bestemmende økologiske Faktorer for et saa karakteristisk Plantesamfund som Egeskovsrelikterne paa de midtjydske Sandjorder, uden at sammenholde Iagttagelserne i Naturen med Resultaterne af Forskningen angaaende det her berørte Emne. Det ligger dog udenfor dette Arbejdes Plan paa mere indgaaende Maade at deltage i Diskussionen om de hidtil fremsatte Opfattelser angaaende Surhedsgraden som økologisk Faktor; vi skal holde os til dens Anvendelse paa Forstaaelsen af de indenfor vort Undersøgelsesomraade indhøstede Iagttagelser.

Det er ikke mindst nordiske Forskere, der i de senere Aar har ydet Bidrag til Belysning af den naturlige Jordbunds Surhedsgrad som økologisk Faktor. Saaledes har i 1921 CARSTEN OLSEN i et større Arbejde over »Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen,

særlig for Plantefordelingen i Naturen« behandlet dette Emne paa Basis af et betydeligt Materiale fra naturlige Jorder og paa Eksperimentalundersøgelser. Af disse Studiers Resultater udleder C. Olsen følgende Hovedsætning:

»Jordbundens Brintionkoncentration har vist sig at have en væsentlig Indflydelse paa Planteformationens Sammensætning, idet de enkelte Plantearter kun forekommer paa Jordbund, hvis Brintionkoncentration ligger indenfor et bestemt, for hver Art karakteristisk Omraade. Indenfor dette findes et snevrere Omraade, i hvilket Arten har sin største gennemsnitlige Hyppighed. Naar Formationerne ikke er altfor artsfattige, kan man fra Vegetationens Sammensætning slutte sig til Jordbundens Brintionkoncentration« (*95*, S. 144).

Man maa heraf slutte, at Jordbundens Surhedsgrad er den fornemste edafiske økologiske Faktor, og for vor Undersøgelse maa det derfor være af Interesse at søge belyst, hvorledes det karakteristiske Plantesamfund, som Sandjordernes Egeskov og Krat udgør, kan karakteriseres ved Bundens Brintionkoncentration.

Det viser sig nu, saavidt vore Undersøgelser rækker, at de her studerede Jorder alle er stærkt sure, idet deres Brintionkoncentration, udtrykt ved P_H, 10 cm under Overfladen ligger mellem 4 og 5. Det tilvejebragte Materiale er vel ikke betydeligt; men Analyseresultaternes Svingninger omkring Middeltallene synes ikke at indbyde til den Antagelse, at Tilfældigheder har virket væsentlig forstyrrende paa Billedet af det almindelige Forhold, som Analyserne af disse overordentlig ensartede Jorders Surhedsgrad udviser.

I 1878 paaviste Forf. (*79*, S. 25) en Række Planter som særlig karakteristiske for den sure Morbund i Bøgeskove, nemlig *Deschampsia flexuosa*, *Trientalis europæa*, *Vaccinium myrtillus* samt nogle Mosser og desuden — om end mindre

udelukkende bundne til Morlagene, saa dog fortrinvis og almindelige paa disse — *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense* og visse Steder *Potentilla tormentilla*. Der sluttedes heraf, at disse Planter var Karakterplanter for den sure Mor. Omtrent de samme Arter angiver C. OLSEN som de paa den sureste Skovbund med stor Hyppighed forekommende Arter (*95*, S. 80), og da de alle findes i Egekrattenes sure Jordbund uden Morlag, maa det antages, at den nævnte Forfatter for disse Planter med Rette har angivet, at det ikke er Humusformen men Bundens Surhed, der er den dominerende økologiske Faktor, hvilket for *Deschampsia flexuosa* bekræftes ved OLSEN's Kulturforsøg (*95*, S. 101).

Ser vi imidlertid hen til Egekrattenes artrige Bundflora, i hvilken Konkurrencen mellem Formerne maa spille en stor Rolle paa denne næringsfattige Bund, saa falder det vanskeligt at antage, at de mangfoldige Arter kan have tilkæmpet sig en Plads i denne ensidig sure Bund, dersom dens Surhedsgrad, hvis PH-Værdi ligger mellem forholdsvis snevre Grænser, maatte anses som en økologisk Faktor af afgørende Betydning for Egekrattenes Vegetation. Andre edafiske Faktorer maa kunne blive af Betydning for Kampens Udfald, saasom Jordbundens fysiske Beskaffenhed og dens Indhold af »Stødpude« (»Puffer«), hvis Betydning for Standpladsens Frugtbarhed ikke synes saa tilstrækkelig undersøgt (se f. Eks. GAARDER og HAGEM, *38*, 1921, S. 147—153, H. R. CHRISTENSEN *21*, 1922, S. 5, 56 ff. *22*, S. 761 og E. RAMANN *105*, 1922), at man bør tillægge Reaktionen den fremragende økologiske Betydning, som C. OLSEN har tildelt den.

For Forstaaelsen af Egeskovens Standplads paa de midtjydske Sandjorder er der endvidere Anledning til at frem-

hæve, at Skovenes Urtevegetation og dennes Del af Jordbunden ikke repræsenterer hele Standpladsen; vi har ved C. OLSEN's Undersøgelser i Almindelighed kun med den øverste Jordskorpe at gøre i ca. 10 cm Dybde, og det er dog ikke sandsynligt, at vi i denne finder hele Lokalitetens, for Skovvegetationen vigtige edafiske Faktorer. C. OLSEN synes ikke at have haft Lejlighed til at bemærke dette: »der fremkom ikke væsenlig Forskel« paa Surhedsgraden »om Jordprøverne udtoges i 5,10 eller 20 cm Dybde.« Til samme Resultat er RAUNKIÆR kommet i en foreløbig Orientering i dette Spørgsmaal i en nylig udkommen, interessant Afhandling (*106*, S. 13), medens O. ARRHENIUS (*8*, S. 84) har fundet, at Jordbundens Surhedsgrad aftager med Dybden i humusrige Jorder.

Hertil maa imidlertid bemærkes, at en saadan almindelig Regel for Surhedsgradens Konstans eller Variation med Dybden ikke lader sig etablere for Podsoljorder med en tydelig forekommende eluvial og illuvial Horisont i Jordskorpen indtil 60 à 100 cm Dybde, i hvilken Humusstofferne, der udgør Hovedkilden til Bundens sure Reaktion, optræder i forskellige Mængder og er af forskellig Beskaffenhed, saaledes f. Expl. i Egekrattenes Muldpodsol, som foran anført. GAARDER og HAGEM har ogsaa i udprægede Podsoljorder vist (*38*, S. 109—112, Fig. 12, 13, 29) en stærk Variation i Surhedsgraden og »Stødpudeindholdet« i de forskellige Horisonter. Et Surhedstal for en saadan Standplads i en enkelt Horisont giver derfor ikke Oplysning om dets økologiske Værdi uden Kenskab til Jordens Profil.

Vi har ovenfor meddelt Oversigt over Vegetationen i to Krat, et paa Morænebund med en Bundflora, i hvilken et større Antal Surbundsplanter finder Plads, men hvor Skovtræernes Vækst vidner om en vis Frodighed og har vedlige-

holdt Trætypen, og et andet paa oprindelig dybere lejrede Sandlag (Karup-Dalens 2. Terrasse), utvivlsomt fattigere paa mineralske Næringsstoffer, men med en Bundflora af et mindre surt Præg, og hvor Skovtræerne ikke naar synderlig over Buskform. Skovtræerne har i begge Jordarter deres Rødder i Hovedsagen i Illuviallaget, der i Morænen maa være rigere paa mineralsk Næring, uagtet Kalkmængden, ca. 0,2 Gr. pr. Kg., er omtrent lig den i Flodsandet, medens den ældre og sandsynligvis derfor mest udvaskede Jordskorpe i Morænesandet har den sureste Vegetation, muligvis udtrykt ved en højere Surhedsgrad (P_H = 4,26) end den, som Hedeslettens yngre Overflade havde paa denne Lokalitet (P_H = 4,56).

Raunkiær har vist (*106*, S. 61), at Surhedsgraden i Jorden stiger med Beskygningen, og Gaarder og Hagem oplyser i deres grundige Studier, at Surhedsgraden i Almindelighed stiger med Jordens Humusindhold (*38*, S. 120); disse to Undersøgelsesresultater synes tildels Udtryk for samme Fænomen, idet det maa antages, at Hurtigheden i Destruktionen af Vegetationens Affald ved lige Fugtighedstilstand stiger med Insolation og Luftveksel. Da endvidere Humusmængden i Egekrattenes Muldpodsol allerede i 10 cm Dybde er sunken til ca. 3 pCt. (se S. 110) og samme Lags Surhedsgrad, udtrykt ved P_H ligger mellem 4 og 5 eller netop ved samme P_H, som Odén har fundet for »Humussyren« (*93*, S. 73), er det sandsynligt, at dette ofte stærkt udvaskede, øverste Jordlag i Krattenes Muldpodsol helt præges af det lille Indhold af Humussyre, der vel er tungt opløselig, men som dog ved Udvaskningsforsøg har vist en vis Opløselighed (Odén *93*, S. 72). Denne i kvantitativ Henseende særdeles ringe Faktor synes vanskelig at kunne være i Stand til ved saa smaa Svingninger som fra P_H = 4,26 (*Dechampsia flexuosa* Forma-

tion) til 4,56 (*Holcus mollis* Formation) at være den økologiske Faktor, som har været afgørende for Planteformationernes forskellige Karakter.

Naar man vil søge at anvende C. Olsen's foran anførte Sætning om Betydning af Jordbundens Surhedsgrad som plantefordelende Faktor paa de her omhandlede Sandjorder, saa paatrænger sig, som det fremgaar af de fremsatte Bemærkninger, det Spørgsmaal, om den nævnte Sætning, der synes at tiltrædes af O. Arrhenius (*10*, S. 23), virkelig kan tillægges den generelle Betydning, som Olsen gør gældende. Vi har paa disse Jorder to højst forskellige Planteformationer, der utvivlsomt i Aartusinder har konkurreret om Herredømmet, og hvor den — ogsaa med Hensyn til klimatiske og andre økologiske Faktorer — ugunstigst stillede endnu har hævdet Pladsen som Reliktformation, uagtet Jordens Surhedsgrad paa dens Standplads her er meget lidt forskellig fra Konkurrentens, samtidig med at den afviger stærkt fra omtrent samme Planteformations Bund paa andre Voksesteder. Saaledes finder Raunkiær, at Egeskoven med dens Bundvegetation fremkalder en Surhedsgrad i Jordbunden, hvis Ph-Værdi ligger mellem 5,5 og 6,5 (*106*, S. 46), hvilket Raunkiær synes at betragte som typisk eller som et Optimum, medens vi finder Egesamfundet paa de jydske Sandjorder hævde sin Standplads ved en Ph-Værdi af 4—5, altsaa ved en Surhedsgrad, der ligger langt højere end den foran nævnte optimale. Det er derfor højst sandsynligt, at det ikke er Standpladsens Surhedsgrad, der kan være den overvejende bestemmende Faktor for Plantefordelingen mellem Hedeformationen og Skovformationen paa de her omhandlede Jorder; andre Faktorer maa her have øvet deres Indflydelse, alene eller i Forbindelse med Surhedsgraden.

E. Forskellen i Humuskvælstoffets Omdannelsesformer som økologisk Faktor.

Fr. Weis har allerede i 1908 henledet Opmærksomheden paa, at Humuskvælstoffets Omdannelse i den naturlige Jordbund kan naa Nitrifikationsstadiet i sure Jorder, uagtet Winogradskys og Omelianskys bekendte Undersøgelser har ledet til den Antagelse, at den biologiske Nitrifikation kun kunde foregaa i neutral eller svagt basisk Jord. Weis paaviste ved samme Lejlighed (*135*, S. 290 ff.) og senere (*136*, S. 342), at Nitrifikationen ogsaa, om end i ringere Grad, kan forekomme i sure Morjorder i Skove og Heder. Tilsvarende Slutninger fremgaar kort efter af andres Undersøgelser, bl. A. H. R. Christensen's (*20*) og Hesselman's (*52*, S. 396 ff.).

Efter at man har begyndt en nøjagtigere Bestemmelse af Jordbundens Surhedsgrad ved dens Brintionkoncentration, har en Række Forskere bekræftet dette Forhold. Barthel har saaledes i 1920 (*12*, S. 17) og Carsten Olsen 1923 (*96*, S. 35) truffet Nitrifikation ved en Ph-Værdi af 4, hvilket stemmer med vore foran anførte Undersøgelser; i et enkelt Tilfælde har sidstnævnte Forfatter endog fundet Nitrifikation ved en Ph-Værdi af 3,6 (*94*, S. 17). O. Arrhenius angiver, at Nitrifikation foregaar ved Ph-Værdier fra 8 til 4,5 (*8*, S. 85) og alle Undersøgere synes at have fundet Nitrifikationsenergiens Optimum omkring Neutralpunktet og i Almindelighed aftagende til begge Sider. Regelmæssigt er dette Forhold dog ikke; baade C. Olsen's (*95*, S. 95) og Gaarder og Hagem's (*38*, S. 140) Undersøgelser har ledet disse Forfattere til den Slutning, at Jordens Surhedsgrad ikke, eller kun i mindre Grad viser Sammenhæng med Nitrifikationens Energi. Er den Form, i hvilken Humuskvælstoffets Nedbrydningsprodukter (Ammoniak eller Salpeter-

syre) forekommer i en Jordbund, tilstede under saadanne Forhold, at den maa skønnes at paavirke Vegetationen, saa maa den altsaa opfattes som en særlig økologisk Faktor, uafhængig af Surhedsgraden, med hvilken den ofte er sat i Forbindelse.

C. Olsen er imidlertid kommen til det Resultat, at Humuskvælstoffets forskellige Nedbrydningsstadier, selv hvor disse karakteriserer forskellige Humustyper, ikke kan opfattes som økologiske Faktorer, da »Nitrat- og Ammoniakkvælstof har samme Værdi, saavel for Basebundsplanter som for Surbundsplanter, hvorunder indbefattet Morbundsplanter« (*95*, S. 95). Til denne vidtrækkende plantefysiologiske Sætning er denne Forsker kommen ved Dyrkningsforsøg med 3 urteagtige Planter i en kunstig Næringsvædske, som ved stadig Tilsætning af henholdsvis en basisk og en sur Opløsning holdtes paa uforandret Brintionkoncentration, saa længe Forsøget varede.

Vil man generalisere Resultatet af disse Forsøg, saa melder sig først det Spørgsmaal, om Forløbet af de omhandlede Laboratorieforsøg lader sig direkte overføre paa Forholdene i Naturen. Man bemærker da, at C. Olsen's hele Række af Kulturforsøg for at prøve Ammoniumsaltes og Nitraters forskellige Værdi som Kvælstofkilde (*95*, S. 114—128) er foretaget ved Dyrkning i Næringsvædske uden »Stødpude«, hvilket i Almindelighed ikke vil forekomme i Naturen. Fremdeles ses, at der i denne Næringsvædske ikke forekommer Humusstoffer, ingen Humater eller fri Humussyrer, hvis Indflydelse paa Vegetationen, skønt i sine enkelte Yttringer ubekendt, dog øjensynlig spiller en betydelig Rolle i Planteverdenens brogede Kompleks af Ernæringsprocesser i Jordbunden. Ved at generalisere Resultaterne af disse Laboratorie-

forsøg, overfører man altsaa de ved dem iagttagne Processer paa meget forskellige Forhold.

Lægger man hertil Forsøgets Begrænsning til de tre anvendte Planter, der alle er meget udprægede i deres Krav til Jordbunden: *Poterium sanguisorba*, den hos os sjælden forekommende udprægede Kalkplante, *Tussilago*, vor almindelige udprægede Ler- og Mergelplante, samt *Deschampsia flexuosa*, den i vor Planteverden og helt op til Ishavet mest karakteristiske Surbundsplante, saa maa man spørge, om dette Forsøgsmateriale er særlig egnet til at angive almindelig gældende plantefysiologiske Processer af en saa kompliceret og mangfoldig diskuteret Art som den foreliggende.

Det ligger derfor nær at spørge, om der i vore almindelig udbredte Planteformationer kendes Træk, der synes at stadfæste eller modsige Rigtigheden af den Olsen'ske Sætnings Almengyldighed; et saadant Forsøg paa Sammenstilling af Laboratoriets Eksperimentresultater med de i Naturen forekommende Fænomener har OLSEN ikke skænket Omtale.

I denne Anledning skal først mindes om den anselige Række af nitratofile Planter, der ophobe Salpetersyre i deres Væv, og som allerede længe har været Genstand for Studier, især ved Undersøgelsen af de Veje, ad hvilke de fanerogame Planter forsynes med Kvælstof. De i denne Anledning optegnede Iagttagelser (se f. Eks. STAHL *117*, S. 628—639) synes utvivlsomt at modsige den af OLSEN formulerede Sætning, idet man af dem maa slutte, at Nitrat- og Ammoniakkvælstof ikke har samme Værdi for forskellige Planter i Naturen.

I sit grundlæggende Arbejde af 1917, Studier over Salpeterdannelsen i naturlige Jorder, har fremdeles H. HESSELMAN i betydelig Grad bidraget til Oplysningen af dette Forhold ved at paavise Salpeterdannelsen i de Jorder, der især

er bevoksede med nitratofile Planter og oplyser i almindelige Træk Forbindelsen mellem nitrificerende Jorder og nitratofile Plantesamfund.

Endvidere skal som Supplement til foranstaaende mindes om et af Bøgeskovens interessanteste Vegetationsforhold, nemlig dens manglende Evne til at forynge sig selv paa Arealer, hvor dens Affald er aflejret som udpræget Morlag paa Jordbunden, et Fænomen, der især er studeret af Fr. Weis og Forf. (*82*, *135*, *136*). Det er af forskellige Forfattere paavist, at denne Humusform ikke nitrificerer eller kun yderst lidt, men hvor der paa saadanne Arealer findes Pletter, bevoksede med *Rubus idæus* eller med *Urtica dioica*, begge udprægede nitratofile Planter, hvis Forekomst røber en nitrificerende Plet i Mortæppet, dér findes ofte unge Bøgeplanter, som mangler overalt paa disse Arealer udenfor saadanne Pletter. C. Olsen anfører selv en lignende Iagttagelse (*95*, S. 84—87), ifølge hvilken Vegetationen veksler med Kvælstoffets Iltningstilstand fra udelukkende Ammoniak, til betydelig Nitrifikation og derefter atter dennes fuldstændige Ophør. At der samtidig foregaar Forandringer i Jordens Brintionkoncentration kan næppe svække Opmærksomheden for Samhørighed af Jordens Nitrifikation og Optræden af nitratofile Planter, da der efter samme Forfatters Opfattelse som foran anført »i Almindelighed ikke er nogen nærmere Sammenhæng mellem Nitrifikationens Intensitet og Jordbundens Brintionkoncentration.«

Man maa derfor efter Forfatterens Opfattelse slutte, at det ikke er oplyst, at Resultatet af C. Olsen's anførte Experimentalundersøgelse lader sig anvende paa Forholdene i Naturen, og at der her er paavist Tilfælde, der utvivlsomt strider imod den almindelige Gyldighed af C. Olsen's citerede Sætning.

Det ligger forøvrigt udenfor dette Arbejdes Plan at bidrage til nærmere Oplysning om det foran berørte plantefysiologiske Forhold. Vi skal indskrænke os til at fremhæve, hvad vore pedologiske Undersøgelser, saa vidt de strækker sig, kan oplyse om Vegetationsbundens Ejendommeligheder paa det jydske Hedesand i de to rivaliserende naturlige Planteformationer, Hedens og Egekrattets. Vi har fundet det usandsynligt, at det er Jordbundens Surhedsgrad, der er den bestemmende økologiske Faktor, hvorimod Vegetationsbundens Nitrifikationsevne synes at være et fremtrædende Træk for Skovvegetationens Bund og mangler absolut i Hedebunden. Men der maa herved anføres, at vore Undersøgelser ikke har oplyst noget om, hvorvidt Nitrifikationsevnen er den afgørende økologiske Faktor for det givne Plantesamfund eller om den væsentligst er et Symptom paa en bestemt almindelig Tilstand i Jorden, nemlig en saadan fysisk Beskaffenhed, at denne danner et udpræget aërobt eller anaërobt Milieu for de Omsætninger, som det tilstedeværende organiske Liv medfører eller kræver. Den iagttagne meget ulige Nedbrydningshastighed, som Bundens Humuskvælstof viser i løst og og kompakt lejrede Humusformer, synes at pege i denne Retning.

7. Tilbageblik.

Hedesletten er Voksested for tre indbyrdes forskellige og hver for sig klart afgrænsede Plantesamfund, uagtet Jordbundens geologiske Dannelse og mineralogiske Beskaffenhed overalt er den samme. Hedevegetationen, som indtager langt det største Areal, bestaar i Hovedsagen af det i vor Vækstzones Heder almindelig forekommende Plantesamfund; Birkevegetationen paa Kærbund indtager

de fugtige til Kærtypen hørende Arealer af Hedesletten, og Egeskoven eller dennes Kratvariant indtager Arealer, hvis Jordbundsprofil under Indvirkning af det organiske Liv er anderledes udviklet (alfri Sandmuld) end Hedevegetationens udstrakte Terrainer (Podsoldannelse med Mor og Humusal).

I Hedebundens Vegetation findes spredt i Ericineernes og Empetrums ret sluttede Samfund, hvis Medlemmer alle er mordannende, et mindre Antal Surbundsplanter, nemlig nogle Urter, Græsser og Halvgræsser foruden en Del Mosser og, ofte paa større Pletter optrædende, Laver. Den for Egeskovsamfundet typiske Sandmuld er bevokset med en ofte mangelfuld sluttet Overskov af Lystræer, blandt hvilke Egearterne er de dominerende, en Underskov af skyggegivende muldyndende Buske, især Ene, Hassel og Tyst over en artrig Bundvegetation, hvori ofte forekommer saavel Surbundsplanter som Urter eller Græsser, der almindeligvis findes paa mindre sur eller neutral Bund. Den hele Bundvegetations almindelige Præg kan dog være Surbundsplanternes (*Deschampsia-flexuosa*-Association) eller betydelig mindre surbundyndende Planters Hjemsted (*Holcus-mollis*-Association). — Birkeskovsamfundet paa Hedeslettens Kærstriber med $^1/_2$—$^3/_4$ m tørveagtig Bund, bestaar af *Betula pubescens* som dominerende Plante med enkelte indsprængte *Alnus glutinosus*, hvorunder der som spredte Underskovsplanter forekommer *Frangula alnus* samt nogle buskformige *Salices* og *Sorbus aucuparia*. Bundvegetationen bestaar af en ikke fuldt sluttet, men kraftig udviklet Bevoksning af Græsser og Urter, baade Surbundsplanter og mindre Surhed yndende Arter.

I Hedeslettens træbevoksede Arealer har selve Træerne en saadan mangelfuld Udvikling, som maa antages at skyldes et næringsfattigt Voksested.

De i Hedesletten forekommende naturlige Træsamfund, der alene bestaar af Løvtræer samt Naaletræet *Juniperus*, findes under uforstyrrede Forhold alle paa en Jordbund, der er fundet nitrificerende i 10 cm Dybde; dette gælder saavel Egesamfundets Sandmuld som Birkekærets tørveagtige Bund. Den almindelige Hedevegetations udstrakte Arealer med Podsoldannelse under tørveagtigt, humøst Overlag nitrificerer ikke, undtagelsesvis meget sparsomt.

Bortset fra Kærjordernes Birkesamfund, hvis Forekomst og Begrænsning staar i Forbindelse med Jordbundens særlige Fugtighedsforhold, er Hedeslettens to andre, tydelig udformede Plantesamfund efter deres Beskaffenhed og Forekomstforhold at opfatte saaledes, at Egesamfundet danner en Reliktformation i fortsat Tilbagegang i Hedeformationen med dens voksende Udbredelse. Dette Forhold skyldes dels Menneskets Indgreb, dels Indvirkning af naturlige Faktorer. Hedevegetationens Indvandring i Egesamfundene viser sig, hvor den beskyggende Underskov forsvinder eller er stærkt i Tilbagegang, saaledes i Skovarealernes Yderkanter og i Aabninger i Skovvegetationen. Hedevegetationens Indvandring indledes paa de mindre stærkt beskyggede Arealer af *Vaccinium myrtillus*, og samtidig med dennes Herredømme i Bundvegetationen optræder Mordannelse og Sandjordens Podsolering, idet tillige Jordens Nitrifikationsevne ophører.

Disse Iagttagelser kan gøres i Mængde saavel i Morænelandskabets Ege-Skove og Krat, som i Egekrattene i Hedesletten paa de Terrainer, der rager op over dennes Niveau, som isolerede Bakkeøer og andre Overfladeforhøjninger, gamle Flyvesandshøje o. dsl. Mindre udpræget er Forholdet i de Skovsamfund, der beklæder alfri og muldede Erosionsskraaninger i Sletten. Af disse er især de mange Smaakrat paa Karup-Dalens 2. Terrasse undersøgte,

og her viste sig *Vaccinium myrtillus* mindre tilbøjelig til at vandre ind, hvorimod Lyngen uden endnu at have fremkaldt Mordannelse og Podsolering i Bunden hurtig bredte sig paa aabnere Partier, og den øvrige Bundvegetation havde mindre Surbundspræg end i de først nævnte Krat. Om dette Forhold staar i Forbindelse med, at denne Vegetationsbund almindeligvis maa være yngre end Morænelandskabets og Bakkeøernes og derfor har en mindre udvasket Jordskorpe, er vel ikke usandsynligt; men Undersøgelsesmaterialet af denne Art har været for begrænset til at tillade videre rækkende Slutninger.

Spørges dernæst m. H. t. Kampen mellem de to Plantesamfund om, hvad der beskytter Hedevegetationen imod en saadan Indvandring af Skovens Plantesamfund, som kan iagttages paa visse andre lyngbevoksede Arealer — i Danmark f. Ex. i Bornholms Højlyng — da skal bemærkes Følgende. Hedevegetationen er i Hedesletten beskyttet imod Rivalens Indtrængen ved Jordskorpens Beskaffenhed, der er ugunstig for Skovtræerne ved dens moseagtige Tilstand, fremkaldt ved Terrainets Relief, der vanskeliggør Vandafløbet over Jorden, og ved dens tætte Humusal, der forhindrer dets Nedtrængen i Jorden, hvorved der skabes en Jordskorpe med stillestaaende, iltfattig Fugtighed, i ethvert Fald en stor Del af Aaret. Hertil kommer endnu Jordbundens manglende Nitrifikationsevne og dens yderst langsomme Nedbrydning af Humuskvælstoffet i Hedeslettens humøse Jordskorpe, der virker som Kvælstofhunger for flere fanerogame Planter, blandt hvilke erfaringsmæssig findes Skovtræer.

Hvor Hedeslettens Jordskorpe har disse Egenskaber er en spontan Indvandring af Egnens naturlige Trævegetation saavidt vides ikke iagttaget. Men hvor de nævnte Egen-

skaber mangler, har Skovvegetationen i Form af Egekrat taget disse magre Sandjorder i Besiddelse.

Dette har, som nævnt, fundet Sted paa Arealer, der hæver sig over Hedeslettens Niveau, saaledes paa Morænebakker, Bakkeøer og gamle Flyvesandshøje i Sletten, forsaavidt de ikke er overgaaede til ny Hededannelse. Endvidere findes Egekrattene, hvor Erosion i Sletten har fremkaldt ny Bund, der, hvor den er undersøgt, er alfri; dels endelig i Hedesletten paa Striber langs Erosionsdale, der har afdrænet den stillestaaende Fugtighed i Striberne.

Ved de omhandlede to overordentlig forskellige Plantesamfunds Fordeling i Hedesletten kan de i Almindelighed virksomme økologiske Faktorer, Jordbundens mineralogiske Beskaffenhed og dens Surhedsgrad efter de indsamlede Iagttagelser ikke anses for at have udøvet nogen, i ethvert Fald ikke nogen betydelig, Indflydelse.

Da Træer og Buske, der danner Underskoven i Egeskovene og Krattene med Sandmuld, med Undtagelse af *Juniperus* ikke forekommer i Hedeslettens Lyngarealer, og da de fleste af dem er ældre Medlemmer af vor Flora end Egeblandingsskoven, maa det formentlig antages, at de er indvandrede til de midtjydske Sandegne, ligesom til det øvrige Danmark tidligere end det i Træbevoksningerne nu forekommende Overskovstræ paa disse Arealer, Egen, og maa derfor allerede under Landets ældre Skovform, Fyrreskoven, have fundet den for dem passende Muldbund paa de Dele af Hedesletten, hvor de endnu synes knyttede til denne Humusform. Fuld Klarhed over dette Punkt vil dog først kunne naas, naar der foreligger flere Undersøgelser af de Vegetationsrester, som Hedeslettens Moser indeholder.

Vore Iagttagelser over Grundlaget for Fordelingen af Skov og Hedeslette, fører os derfor — fraset Grænseforskyd-

ninger mellem de to Vegetationsgrupper, hvor Hedevegetationen har erobret en Del af Skovvegetationens Omraade — henimod Forholdene i en ret tidlig Periode af Postglacialtiden. For at forstaa Udviklingen til det da herskende Forhold mellem de to højst forskellige Arter af Vegetationsbund, maa der søges Oplysning om Tilstanden i den nærmest forudgaaende Del af Glacialperioden, i Senglacialtiden.

VII. Hedeslette og Tundra.

Vi har forgæves søgt at finde Oprindelsen til de forskellige Tilstande i Hedeslettens Jordbund, der tillader, saa forskellige Vegetationsformer at have til Huse her, trods de tilsyneladende overalt ensformige Vilkaar i Klima, mineralsk Jordbund og Fugtighed samt geologisk Dannelse og Alder, som udmærker disse Arealer, idet vi har søgt saavidt muligt at følge Sporene af Vegetationens Historie til henimod Begyndelsen af den postglaciale Tid. Tilbage er endnu den Mulighed, at den manglende Forstaaelse kan findes i Vegetationens første Stadium, da de oprindelig nøgne Smeltevandssletter bedækkede sig med de fra det høje Nord bekendte arktiske Plantesamfund.

Som oplyst ved talrige, vel bekendte Iagttagelser, maa det anses for godtgjort, at den senglaciale Tid i vort Land er Dryasfloraens. Men om Jordbunden i denne Periode var i den Tilstand, der er karakteristisk for den typiske arktiske Tundra med den evigt frosne Jordbund, der kun tøer op i Overfladen i faa Sommermaaneder, er næppe forsøgt oplyst. Derimod ved man fra Undersøgelser af N. Hartz

o. A. (*45*), at der i Nordsjælland saa tidlig som i Allerødtiden fandtes Skovmuld.

Henlægger man til Senglacialtiden i vort Undersøgelsesomraade den Periode af de jydske Hedesletters Dannelse, da de egentlig geologiske Processer ved Landskabets Opbygning var ophørte, og da Smeltevandskeglen var begyndt at dække sig med Vegetation, saa vil man kunne forme sin Undersøgelse som Forsøg paa Besvarelsen af følgende Spørgmaal: Foreligger der Iagttagelse for, at Nutidslandskaber, som befinder sig under Senglacialtidens sandsynlige klimatiske Vilkaar, i deres vegetationsbærende Jordskorpe frembyder væsentlige Overensstemmelser i klart fremtrædende Karakterer med de jydske Hedesletter, saa at det maa anses for naturligt at betragte disse to Formationer som beslægtede?

Som saadanne Karakterer, der udmærker de jydske, til Hedesletter udviklede, svagt skraanende til næsten plane Smeltevandskegler kan anføres følgende to Forhold.

1) Hedeslettens Al er ordinært lejret efter en bestemt Højdekurve paa større Strækninger, men afbrydes eller forsvinder ved betydeligere Niveauforandringer, især ved gamle Erosioner i Slettens oprindelige Overflade, medens Alen i de gamle Bakkeøer og i den sidste Istids Morænelandskaber, der i den postglaciale Tid er udviklede til Heder, er lejret som ordinær Podsoldannelse parallelt med Overfladen, følgende dennes vekslende Relief.

2) Smeltevandssletternes Al er paa den jydske Halvø i Almindelighed formet anderledes end Alen i de tilgrænsende bakkede Heder, idet den bestaar af Humusal, der strækker kileformede Tapper eller uregelmæssige Tunger og Gryder ned under den illuviale Horisonts Hovedniveau, medens Alen i de Hedesletterne omgivende bakkede Hedejorder ordinært kan henføres til den gennem almindelig Podsoldannelse

i sandede og grusede Jorder udviklede illuviale Horisont, der i en Grænse, som omtrent er parallel med Overfladen, støder til Undergrunden, og som i Almindelighed har Karakter af Jernal.

Spørgsmaalet bliver herefter, om der i Tundraens Jordbund findes Ejendommeligheder, der kan give Anledning til at prøve deres Analogi med Hedeslettens to Karakterer.

1. Forholdet mellem Tundraens frosne Horisont og dens Overflades Relief.

I den omfangsrige Litteratur over de arktiske Egnes Natur findes, saavidt Forf. bekendt, kun spredte og stærkt begrænsede Bidrag til Kundskaben om Tundraernes Jordbund.

Tundra er imidlertid et saavel i den geografiske som i den botaniske Litteratur meget svævende Begreb (SERNANDER *118*, S. 325); det maa derfor nærmere betegnes, hvilken Art af Tundra, det kan synes nyttigt at sammenstille med den jydske Hedeslette. Som almindeligt geografisk Begreb følges ofte MITTENDORFF, der anvender Betegnelsen for hele det arktiske Sletteland paa den nordlige Halvkugle ovenfor Skovgrænsen. Andre Forfattere indskrænker det derimod til at omfatte visse karakteristiske Vækstformationer baade indenfor det nævnte store geografiske Omraade og udenfor dette, og saavidt skønnes er det den største Del af Tundralitteraturen, der, især ved Bidrag af skandinaviske Forskerkredse, har Plads i den botaniske Videnskab.

Det vil imidlertid forstaas, at disse Forestillinger om Kategorien Tundra ikke kan yde Materiale til et Forsøg paa at finde Tundraens Spor i den for mange Aartusinder siden herskende jydske Tundra i Afsmeltningstiden, saa meget mere som det eneste, der endnu kan have efterladt Spor af

arktiske Tilstande, netop er Jordbundens Beskaffenhed, saa længe ikke omfattende Tørvemoseundersøgelser i Hedesletterne har givet Botanikerne Materiale til at behandle Spørgsmaalet om Tilstanden af den jydske Hedeslettes Udseende i Tundratiden.

Vi maa søge Materialet til den omhandlede Sammenligning i en Tundraforekomst, der nogenlunde lader sig bestemme ved pedologiske Karakterer, og helst i en saadan, der har et nogenlunde begrænset Omraade, som tillader at finde den typiske Beskaffenhed for en bestemt Lokalitet. Saadan findes formentlig bedst i den russiske Litteratur, der omfatter det europæiske Ruslands til Ishavet grænsende Egne, som siges at være de endnu bedst undersøgte Tundraer (*58*, S. 246), skønt dette for Jordbundens Vedkommende med den i Almindelighed permanent frosne, højtliggende Horisont endnu er meget mangelfuldt. Forf. har derfor især søgt Oplysninger om disse europæiske Tundraer hos Forskerne KIHLMAN (*67*), TANFILIEF (*120*), og JAKOBI (*58*), i deres paa direkte Iagttagelser støttede Arbejder, samt hos GLINKA (*39*), i hans systematiske Bearbejdelse af den russiske pedologiske Litteratur.

GLINKA karakteriserer Klimaet i det europæiske Ruslands »Tundra oder torfige Flechtenzone« ved følgende Karakterer (*39*, S. 236): Aarets Middeltemperatur er under 0°, og Nedslaget, 200—300 mm ligner næsten Halvørkenens. Men som Følge af den lave Temperatur er denne Nedbør tilstrækkelig til ikke blot at mætte Jordskorpen med Fugtighed, men ogsaa at overmætte den, naar Reliefbetingelserne er gunstige herfor. En Del af denne Fugtighed forbliver i det øverste Jordlag, nær Overfladen, hvor det altid fryser, og dette er Aarsagen til Mangel paa Skovvegetation.

TANFILIEF skriver i sin Specialundersøgelse over Timan-

Samojedernes Tundra, Landskabet mellem det hvide Hav og Petschora-Floden, (Fig. 18) følgende angaaende de Forhold, der vedkommer vor Undersøgelse:

Han skildrer, hvorledes den urteagtige Vegetation, der

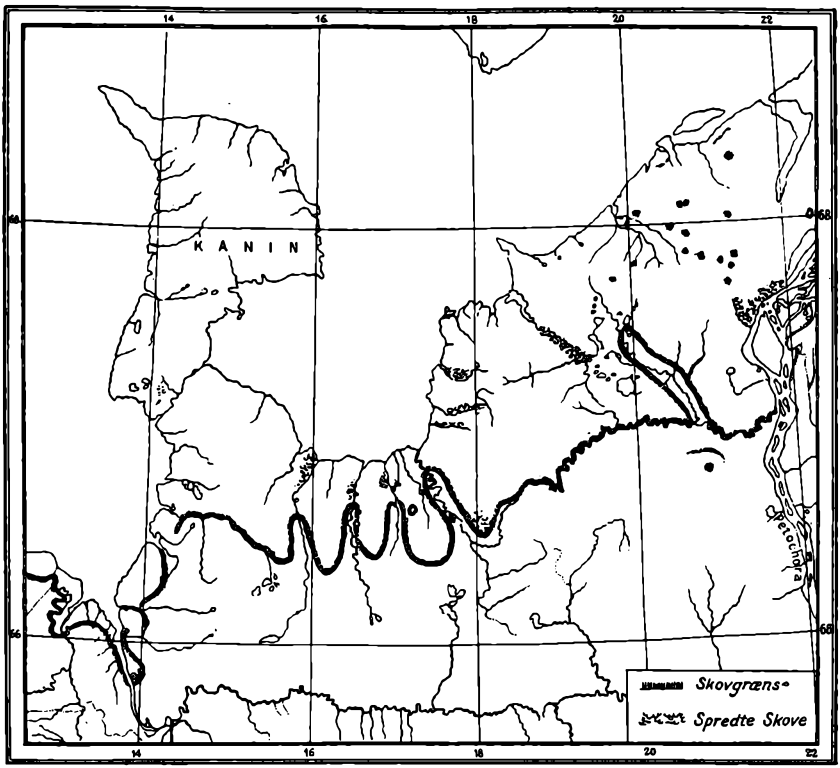


Fig. 18. Grænsen mellem Tundra og Skovregion i det nordøstlige Rusland mellem det Hvide Hav og Petschora-Floden efter Tanfilief.

især bestaar af *Aira flexuosa* og *Carex canescens*, hist og her tillige *Juncus filiformis* og *Aira caespitosa*, danner et tæt Græstæppe, der holder paa den atmosfæriske Fugtighed, og som indleder den almindelige massevise Indvandring af *Polytricum juniperinum*. Dette Mos fremkalder Jordoverfladens Forsumpning og efterhaanden et udpræget tørveagtigt

Lag; paa dette Vegetationstæppe optræder nu Sphagnum, især *S. fuscum*, og saa skrider Mosedannelsen rask frem. »Men i Polaregnene kommer der endnu en betydningsfuld Faktor til, som giver Forsumpningsprocessen et noget andet Forløb end i de sydligere Egne. Denne Faktor er Jordbundsisen« (S. 73). »En Række Forsøg, foretagne af mig i Timan Tundraen, har vist, at Grundisens Optøen betinges af det øverste Jordlags Art. Saaledes tøer Lerjorden mellem Mescuja og Petschora ned til en Dybde af 1,15 til 1,25 m til henimod Slutningen af August, medens Sandjorden derimod tøer til en Dybde af 1,60 m. Jo nærmere ved en Skrænt Stedet er, desto dybere er Jorden tøet op. En Maaling foretaget d. 25 August i aaben Tundra ved den nordlige, sandede Bred af en Biflod til Vetta, som løber ud i Oceanet, viste, at lige ved Skrænten var Jorden tøet op i en Dybde af 180 m, derimod kun i en Dybde af 1,60 m i en Afstand af kun 1,20 m fra Skrænten. Paa den modsatte Bred, der var bedækket med Tørv, fandtes Grundisen i en Dybde af 0,47 m, medens inde paa plan Grund Isen ikke naaede at tø op til mere end 0,38 m. Da Tørvens daarlige Varmeledningsevne saaledes hindrer Jorden i at tø, frembyder den heller ikke gode Betingelser for Trævækst« (S. 76). »I Tundra Egne kan Skoven kun forekomme der, hvor Overfladen ikke er horisontal, men falder skraat ned, saa at Grundisen ligger dybere eller helt forsvinder. Dette er Tilfældet ved Flodbredder, høje Skrænter samt mindre Bevægelser i Relieffet, særlig hvor Overfladen bestaar af Sandjord.« .... »Naar de nordligste Smaaskove trænger sig sammen om Floddalene uden at strække sig videre ud over Terrainet (se Kortet Fig. 18), saa beror dette ikke saa meget paa den Beskyttelse, som Skrænten yder mod den kolde Blæst — hvad der ved første Øjekast kan anses for sand-

synligt — men fuldt saa meget paa den Plads, der bydes Træernes Rødder paa Grund af Jordisens større Afstand fra Overfladen.« .... »I Timan Tundraen falder Skovens Nordgrænse sammen med Grundisens Sydgrænse« (S. 77). Men hertil kan endnu som Supplement til en Karakteristik af den flade Tundra føjes følgende af Jacobi meddelte Citat efter Friedrich Schmidt, 1872 (*58*, S. 248): »Ved den nedre Lena strækker Skoven sine Fremspring langs ad Floddalene og paa tørre Høje ind i Tundraen langt ud over den egentlige Skovgrænse«.

Forholdet mellem Jordoverfladens Relief og Skovvegetationens Forekomst i den flade Tundra er dog tidligere iagttaget og berørt i Litteraturen. Saaledes nævner allerede v. Mittendorff Forekomsten af Træer i »enhver Sænkning i Jordbunden« og »im Schutze jedes Absturzes« (*78*, S. 727), og Richard Pohle henviser til, at Schrenk og Mittendorff har lignende Iagttagelser som Tanfilief af Skovvegetation paa Erosionsskrænter i Tundraen (*98*, S. 216).

Ligeledes har det paafaldende Forhold, at Skovvegetationens Nordgrænse vel i Hovedsagen følger en klimatisk Linie, men fra denne sender lange Tunger imod Nord langs Floderne allerede længe været bekendt. Saaledes skænkede v. Mittendorff dette Fænomen udførlig Drøftelse (*78*, S. 592, 613), det har beskæftiget Nordenskjöld paa Vega-Ekspeditionen (*92*, Bd. I, S. 19 ff. Kort 1 og 2), Kihlman (*67*, Kort S. 195—196), Jacobi (*58*, S. 247) og andre Forfattere (*121*, S. 277, 278). v. Mittendorff forklarer Forholdet saaledes, at Floddalenes Nedskæring i Terrainet beskytter Trævæksten mod ødelæggende, kolde, fra Nordishavet kommende Luftstrømninger, en Opfattelse, der deles af flere, især ældre russiske Forfattere (*121*, S. 277, 278), og Nordenskjöld at det sydfra kommende varmere Flod-

vand har Indflydelse paa Dalenes Temperatur. Begge disse Forklaringer imødegaar TANFILIEF (*121*, S. 277 ff.) ved Anførelse af Iagttagelser og henviser til nogle russiske Forfatteres med hans stemmende Opfattelse (ibid.). Med Vægt tager Geologen TANFILIEF Botanikeren KIHLMAN's Undersøgelser til Indtægt som et botanisk Vidnesbyrd for Rigtigheden af den geologiske Tydning,

KIHLMAN skriver (*67*, S. 79) saaledes: »Ikke Vindens mekaniske Kraft i og for sig, ikke Kulden, ikke Atmosfærens Saltholdighed og Fugtighed er det, som sætter Skovvegetationen dens Grænser, men hovedsagelig den Maaneder længe varende Udtørring af de unge Skud i en Aarstid, som gør enhver Erstatning af det fordampede Vand umulig,« (Smlg. JACOBI *58*, S. 259).

Af almindelig Interesse ved disse Forhold synes det at være, at Skovzonens Nordgrænse imod Tundrazonen mindre bestemmes af direkte klimatiske Indflydelser, men især skyldes et edafisk Forhold, Jordskorpens fysiske og biologiske Tilstand, der er fremkaldt af den ved den højt liggende Grundis foranledigede Forsumpning[1] (Smlg. *98*, S. 220).

Som Supplement til det foran af TANFILIEF's Iagttagelser anførte, skal bemærkes, at ikke alene Terrainets Relief, men ogsaa Jordskorpens Struktur har Indflydelse paa Jordisens Afstand fra Overfladen. SEEMANN oplyser fra Sibirien imel- 65° og 71° n. Br., at Jordbunden i »den vaade Tundra« kun optøer indtil 2 Fods Dybde, medens Bundisen i Sand- og Gruslag ligger 1 Fv. under Overfladen (*37*, S. 132 ff.). Be-

[1] Man vil bemærke, at her findes samtidig og i faa Meters Afstand fra hinanden en rent subarktisk Flora og en anden til et mildere Fastlandsklima hørende Flora ligesom i Fundene fra Allerød-Tiden, ved hvis Tydning man plejer at henføre de to Floraer til forskellige Perioder af den tidlige Postglacialtid under en indtraadt Klimaveksel. Se tillige JACOBI *58*, S. 255.

styreren af Danmarks arktiske Station paa Disko, Hr. M. Porsild, hvem Forf. havde anmodet om at undersøge dette Forhold, oplyser, at Jordbundens Optøning under nævnte Ø's Breddegrad, der er omtrent den samme som den, hvorfra Seemann's Iagttagelser skriver sig, kun strækker sig til 60 cm Dybde i Kærbund, men i højere liggende Sand- og Gruslag til ca. 2 m. Nikiforoff har meddelt udførlige Maalinger af den frosne Bunds Dybde, der viser det samme (*91*, S. 53). Der maa vel derfor udenfor Steder med højt liggende Grundis eller frossen Bund kunne blive tilstrækkeligt Vegetationsrum til Udviklingen af de Pilekrat paa Muldbund, som E. Warming beskriver (*131*, S. 32), og som ifølge Porsild endnu forekommer paa Disko's Breddegrad. Warming skildrer disse Forholds Indflydelse paa Vegetationen saaledes (*131*, S. 131): »Naar Vaaren allerede er vidt fremskreden paa Heden og Fjeldmarken samt i Krattene, staar Kærene endnu langt tilbage; de første grønne Spirer begynder maaske netop at titte frem over den fugtige, kolde Bund mellem forrige Aars visne Straa og Blade.«

2. Smeltevandsslettens Tundraprofil.

Der maa af det Foregaaende sluttes, at Tundraens Jordbundsprofil maa afhænge af Bundisens Afstand fra Overfladen, og da denne Afstand bl. a. paavirkes af Landskabets Relief, maa man til Sammenligning med de jydske Hedesletters Jordbund søge en Tundratype med næsten horisontal Overflade, af hvilken der som bekendt findes udstrakte Arealer inden for Tundrazonens Omraade. Vi skal derfor ikke berøre de i Litteraturen behandlede herhen hørende Dannelser, som har andet Relief, saaledes ikke Jacobi's »Hügeltundra« og den paa Bjergenes skovløse Partier forekommende tundralignende Bund. Men heller ikke for det

egentlige Sphagnetums meget vaade Formation, MITTENDORFF's »schwappender« Tundra, WARMING's Sphagnumtundra, som RAMANN henfører til Højmosedannelserne (*104*, S. 220), er der formentlig Grund til at forsøge en Sammenstilling med de jydske Hedesletters Profil. De Skildringer af Sphagnumtundraen, som Forf. har haft Lejlighed til at gennemgaa, viser nemlig alle en Karakter som egentlige Tørvedannelser, især med mægtige Tuer paa en saa vandrig Overflade, at der næppe er Anledning til at forsøge en Parallelisering mellem dem og de jydske Hedesletters i det Hele taget mosefattige Jordbund. Man vil fra det Foregaaende erindre, at Hedesletten udenfor de senere dannede Erosionsdale i sin østlige Halvdel er ganske uden tørveagtige Partier og i sin vestlige Halvdel (se Kortet) kun har nogle mindre Strøg med tørveagtig Bund. Disse bestaar væsentligst af de foran omtalte Kjærstriber, i hvilke det humøse Lag er mere dyndagtigt end tørveagtigt og af meget ringe Dybde, som allerede anført S. 117, gennemsnitlig 0,5—0,7 m. Først efter at Smeltevandslettens Bredde er indskrænket ved dens Indtrædelse i Afløbet til Vesterhavet mellem Bakkeøerne, hvor Overfladens Heldning bliver saa svag, at der er ca. 4 km mellem Højdekurverne med 10 Fods Æquidistance, optræder nogle egentlige Mosearealer. Drager man omtrent ved 100 Fods-Kurven en Linie fra Østspidsen af »Sønderhede«, der er ældre end Hedesletten (USSING *125* Kort), over Neder-Feldborg og Hodsager til Skovbjerg Bakkeø, findes V. herfor nogle faa, ikke uanselige Mosearealer, som dog er af ringe Dybde, gennemsnitlig 0,5—1,5 m, skønnet paa Grundlag af Hedeselskabets Undersøgelse.

Der er derfor i Forekomsten af Tørvedannelser i Karup Hedeslette næppe noget, der kan foranledige Antagelsen af dens Oprindelse fra en Sphagnumtundra.

Tilbage bliver derefter vort Undersøgelsesobjekts Sammenligning med arktiske Sletter, som siden Mittendorff's Dage af de fleste Forskere har faaet Betegnelsen »Hochtundra« eller »Trockentundra«, af hvis, af Mittendorff opstillede to Hovedformer den ene er karakteriseret ved en Polytrichum-Vegetation paa diluvial Bund (*78*, S. 736 ff., *39*, S. 238), i nogle Egne afløst af Dikranumarter som herskende (*67*, S. 125., *129*, S. 132), alt blandet med Græsser, især Cyperaceer, Urter, Dværgbuske og Laver. Warming synes at betragte Grønlands »Moskjær« som nærmest beslægtede med Mittendorff's sibiriske Polytrichum-Tundra, »der skyldes Luftens Fugtighed samt den flade Bund« (*129*, S. 131 ff., 140). Denne Forfatter henregner Polytrichum-Tundraen, »der kan taale at udtørres om Sommeren«, til de xerofyte Vegetations-Samfund, Sphagnum-Tundraen til de hydrofyte (*131*, S. 145); og Mittendorff betragter Polytrichum-Tundraen som »en arktisk Form af den europæiske Hede, der har udviklet sig under gunstigere klimatiske Forhold end hin«; han anser den som den »herschendere Form« af det høje Nords Tundraformationer (*78*, 734, 736).

Der er desuden efter Terrainforholdene i Karup-Hedeslette og de omgivende Landskaber Grund til at antage, at denne Smeltevandsslette, efter at have begyndt at dækkes med Tundravegetation, nærmest maa have haft Karakteren af en »Hochtundra« med dominerende Mosvegetation af den Art, som Mittendorff betegner som Polytrichum-Tundra. Den kan nemlig kun have modtaget lidt Vand fra omgivende Landskaber, og Jordskorpens Forsumpning maa som paa store Arealer i de nuværende Tundraer være fremkaldt af atmosfærisk Vand og den højt liggende frosne Horisonts Uigennemtrængelighed paa Sletter, hvis Relief ikke tillod den overflødige Fugtighed at samle sig til overjordiske Af-

løb. Det vil nemlig erindres (S. 38), at Slettens østlige Grænse har ligget højere end det bag for denne liggende Morænelandskab, saa at Gletschervandet ved Indlandsisens Tilbagevigen ophørte at vande Sletten; dennes vestlige Grænse var afdrænet af Hovedvandløbet fra de tilstødende Landskaber, og et Blik paa Kortet vil vise, at der kun kan være tilflydt Hedesletten meget lidt Vand fra højere liggende nordlige og sydlige Arealer.

Tundraens frosne Horisont kan, som bekendt have en meget forskellig Beskaffenhed og fremtræder især i to Hovedformer: som Islag i Jorden og som frossen Bund. For den første af disse Former har man den af Edv. v. Toll foreslaaede Betegnelse »Steineis« (*122*, S. 4), »Bodeneis als Felsart«, hvis Anvendelse dog ikke synes ganske almindelig benyttet, fordi det er fundet vanskelig at holde den i Jordbunden, i mindre Aflejringer dannede Is klart ude fra almindelig frossen Jord i den Form, som i dansk Folkesprog kaldes »Klage« i Jorden (svensk »tjæle« norsk »tæle«). v. Toll's Landsmænd synes saaledes for Fænomener, hvis Karakter nærmer sig Klage, at undgaa Betegnelsen Stenis (Nikiforoff *91*), og Nordmanden Gunnar Holmsen, der har ledsaget Meddelsen om sine Undersøgelser over Jordisen paa Spitsbergen med en omfattende refererende, kritisk Oversigt over varige Islejer i arktisk Jord, har angaaende Kategorien »Stenis« udtalt Følgende (*56*, S. 4): »v. Toll har i sit fundamentale Værk om de fossile Islag indført den nye Terminus Stenis for større Lejer af Is i Jorden. Da imidlertid den Jordbundsis, som her skal omtales, utvilsomt er dannet paa lignende Vis som Is i Tælen .... vil jeg benytte den ældre Betegnelse, Jordbundsis, som jeg synes bedst dækker Meningen.«

Da der næppe er Tvivl om, at der i Danmark kun har

forekommet Jordis i den af Holmsen anvendte Begrænsning, vil der i det Følgende, i Tilslutning til Holmsen's Betragtning, ved Tale om Spor af Jordis i Hedesletten kun tænkes paa en Form af »Klagen« (»Tælen«) i Tundraen. Denne Jordis efter Holmsen's Terminologi »findes kun udbredt paa Sletterne, men mangler paa Skraaninger. Jordlagene, der ligger over den, er af saadan Beskaffenhed, at de opsuger meget Vand« (*56*, S. 144).

Hvorvidt en almindelig Forekomst af Jordbundsis har hørt til den jydske Hedeslettes typiske Karakterer i dens Tundratilstand, skal nedenfor berøres.

Efter saaledes at have bortskaaret fra vore Overvejelser de Tundratilstande, som der synes Grund til ikke at kunne vente at finde Spor af i vore Hedesletter, skal vi søge at fremdrage de Virkninger, som den frosne Horisont i den morklædte Højtundra efter Tundraforskeres Iagttagelser maa antages at udøve paa Jordbundens Profil.

Det Substrat, i hvilket Frosten har virket i de jydske Hedesletter, er, som det vil forstaas, de mægtige Sandaflejringer, der under en vaad Humusdannelses Indflydelse sandsynligvis har frembragt Podsoldannelse i deres øverste Lag. Da imidlertid Tundraens Jordbund meget almindelig bestaar af Ler eller mineralsk Forvitringsgrus, i hvilket man ofte forgæves vil søge en Podsolering af samme Udseende og Beskaffenhed som Sandjordernes, har det været anset for tvivlsomt, om Tundraen indeholdt en saadan. Det maa derfor anføres, at Suckatschew's Undersøgelser i Egnen omkring Ob-Flodens nedre Løb har vist, at hvor Tundraens Jordbund bestaar af Sand, dér finder en Podsolering med Aldannelses Sted under tykke Humuslag paa Overfladen (*119*, S. 53). Glinka anfører, at indsamlede Profilbeskrivelser viser, at der hist og her i Tundraen fore-

komme podsoldannende Processer, og følgelig maa der ogsaa finde Dannelsen af Podsoljorder Sted (*39*, S. 242). GLINKA's Beskrivelser af udbredte Podsoldannelser i det østlige Sibirien vil blive anført S. 208, og vi skal ligeledes nedenfor oplyse, at ogsaa Grønlands Jord paa Diskos Breddegrad kan indeholde Podsoldannelse med Humusal.

Frostens Virkninger paa den af saadan Sandbund bestaaende Tundra er flersidige, idet de fremkalder en Række interessante Processer, der faar betydelig Indflydelse paa Jordbundens Beskaffenhed. Vi skal minde om, a) det frosne Lags Uigennemtrængelighed, b) om Regelationen, c) Solifluktion og d) Frostsprængning, som alle maa antages at kunne sætte varige Spor i en ikke senere forstyrret Jordbund.

a) Den frosne Bunds Uigennemtrængelighed. Det er almindelig antaget, at Jordisen kommer til at spille en stor Rolle derved, at »alt Vand maa flyde bort over den frosne Horisont« (*57*, S. 330). Denne Sætning tør vel ikke tages ganske bogstavelig, hvor Vandet i Overfladen paa Grund af Terrainets Relief maa anses for stagnerende, saa meget mindre som »Klagens« Overflade erfaringsmæssig ikke er aldeles plan, men fuld af Uregelmæssigheder (*57*, S. 331), og Revner eller Frostspalter (se nedenfor) tjener ikke til at udelukke Muligheden for Vandets dybere Nedtrængen i Bunden. Men praktisk talt maa Sætningen dog anses for i Hovedsagen rigtig, da, som vi senere vil se, de Spalter, der fremkaldes af Frostsprængninger, ikke kan blive til Afledningskanaler for Overfladevandet.

b) Regelation. Den frosne Bunds Afstand fra Overfladen faar endvidere Betydning derved, at der i det over denne Horisont liggende Jordlag foregaar de fleste øvrige Virkninger af det arktiske Klima. Her finder saaledes Virkningen af Regelationen Sted, af den idelige Veksel af Frost

og Tø i Jordbunden; den bliver en af de virksomste Aarsager til den stærke Udvikling, som Jordbundsbevægelsen opnaar i arktiske og højalpine Egne (se f. Eks. *57*, S. 266, *43*, S. 583). En af de umiddelbare Virkninger af Regelationen bliver saaledes dens Indflydelse paa de løse Jordlags Strukturforhold, saasom Lagdeling, hvis Spor ved de af Regelationen fremkaldte Bevægelser i Jordbunden maa udviskes. Det Jordlag, i hvilket Regelationen virker, eller til hvilket Tøningen trænger ned, veksler med Jordbundens Beskaffenhed, idet en tørveagtig Jord eller Jord med Tørvedækning holder sig længst frossen; det frosne Lag ligger altsaa højest. Endvidere varieres Regelationslagets Dybde med Ekspositionen, og det bidrager til at holde den nærmest liggende Jord fugtig i den varme Aarstid. Som Eksempel anfører Høgbom følgende Dybdemaal for den ikke optøende frosne Horisont, iagttagne paa Spitsbergen: Den vegetationsløse Grusbund 1 m, den vegetationsbærende Bund oftest kun 2—5 dm (*57*, S. 296).

c) Solifluktionen. — De ved Regelationen fremkaldte Bevægelser i Jordbundens Materiale er umiddelbart afhængig af dets Vandindhold (*57*, S. 298). Efterhaanden som dette forøges, f. Eks. ved Snesmeltning, naar Temperaturen stiger, udvikles det over den frosne Horizont liggende Jordlag til en mere eller mindre plastisk, bevægelig Masse, der paa Terrainer med heldende Overflade, endog paa ret ringe Skraaning (*118*, S. 42), kan skyde sig ud over den lavere liggende Bakkehelde enten paa et frossent eller andet fast Lag i Jorden, eller ogsaa uden et saadant (*118*, S. 45) samt danne »Polygonbund« eller en Række andre meget interessante Dannelser (se f. Eks. *57*, S. 328 ff.) i Terrainets Overflade. Angaaende disse Fænomener foreligger en anselig Litteratur, især skandinavisk, med Iagttagelser fra Bjerg-

egne i Sverrig, Norge, Finland og de nord herfor beliggende Øer.

Fænomener af denne Art kan vi imidlertid kun undtagelsesvis vente at finde i den plane Tundra, der ikke viser de fuldbyrdede Jordbevægelser paa Overfladen, idet de foregaar under en ensartet, mere eller mindre fuldstændig vegetationsdækket, øverste Jordskorpe. Herom synes kun lidt bekendt.

Forholdene i Almindelighed skildrer HØGBOM saaledes (57, S. 263): »I arktiske Regioner, hvor Jordbunden er dybt frossen, kan man overhovedet ikke tale om Grundvandet, og Kilder findes ikke. Den Vandmængde, som Nedslaget, den smeltende Is og Sne frembringer, maa løbe af over det frosne Lag i Jordbunden. Derved bliver Jorden ganske gennemblødt, og det Parti af denne, der er nærmest ved Klagens Overflade, bliver vandholdigt, naar den frosne Horisont om Sommeren trækker sig nedad. Deri og i de frosne Lags Betydning for Regelationen ligger de vigtigste Betingelser for Udvikling af Frostsprængninger og Jordflyden«.

Af disse Forhold foreligger i den russiske Literatur flere Meddelelser om direkte Iagttagelser. Saaledes skriver NIKIFOROFF (*91*, S. 55): »Den frosne Undergrund er efter sin Natur uigennemtrængelig for Vand. Derfor danner der sig i Reglen paa dens Overflade en vandførende Horisont af en særlig Type, Flydejord . . . Denne Horisont danner sig af det Vand, som samler sig her, næret dels af det atmosfæriske Nedslag, dels af Smeltevandet fra højere liggende Terrainer. Denne vaade Horisont viser sig i Almindelighed som et Lag af Dynd, der er mere eller mindre flydende. Alt efter Omstændighederne er denne Horisonts Vandindhold meget forskelligt; stundom er det meget lille, stundom

tager det fuldkommen Overhaand over Lagets faste Dele. Nogle Iagttagere . . . antage endog, at der midt i et saadant Lag kan udvikle sig en Bevægelse af hele den flydende Masse, et Afløb eller horizontal Pladsforandring af hele Jordmassen«.

Endvidere skal nævnes et for Tundraens Jordbund karakteristisk Træk, nemlig de overordentlig udbredt forekommende Revner og Kløfter i Overfladen, der ofte har tiltrukket sig Tundraforskernes Opmærksomhed.

Mittendorff skriver om dette Fænomen saaledes (*78*, S. 505): »Disse Render, som man om Sommeren overalt ser i Tundraens Mosdække, er 4—6 Tommer brede og flade, saa at det ser ud, som om de var dybt nedskaarne i Bunden og senere fyldte med Is. Disse Render, som forekommer baade i Lavninger og paa Højder i Tundraen, gennemkrydser denne i alle Retninger, dannende uregelmæssige Figurer, af hvilke de fleste er smaa, men en af de største maalte 114 Skridt i Omfang . . . de skylder vel Forstsprængninger deres Oprindelse«.

Denne Sprængning af Overfladen, der danner tragtformige Render i Jorden, er for det første bundet til de fleste Former af Polygonbund. Högbom, der særlig fremhæver disse Revners Forbindelse med Polygonbunden (*57*, S. 322), anfører om deres Oprindelse følgende: »Det er næsten kun Botanikere, som har interesseret sig for denne Bundform, og de synes, med en enkelt Undtagelse (G. Andersson), alle at tilskrive deres Dannelse almindelig Tørke«. Högbom og en Række andre af ham anførte Forfattere, bl. a. Thoroddsen om islandske Dannelser, anser disse Spalter for Virkninger af Frosten. En Række andre af Högbom nævnte Forskere synes at dele denne Opfattelse. At Poly-

gondannelsen er saa typisk for arktiske Egne og »ingensteds ellers er at findes«, bestyrker denne Forklaring. Da den sidst nævnte Antagelse imidlertid ikke er rigtig (*51*), synes Fænomenet endnu ikke at være tilstrækkelig forklaret.

Hvad der imidlertid er af større Interesse for vort Emne, er HÖGBOMS Oplysning om, »at der er Former af Polygonbund, eller efter Udseendet ganske beslægtede Fænomener, som opstaar i Humusmateriale. Saaledes er den paa Spitsbergen forekommende overfladiske Jordskorpe, bestaaende af døde Planterester og Jordpartikler, sammenbagt til et om Sommeren udtørret Lag, almindeligvis bristet i Polygonform . . . Spalterne var 10—20 cm brede og var endnu i Slutningen af Juli kun optøede i 20 cm Dybde« (*57*, S. 326).

De udførligste Undersøgelser over Polygonbundens Spalter, som Forf. har fundet, skyldes Amerikaneren LIFFINGWELL, der har anstillet sine Iagttagelser paa Nordkysten af Alaska. Af hans Fremstilling (*70*) skal refereres nogle Hovedpunkter:

Den evigt frosne Jord sammentrækker sig i den kolde arktiske Vinter og danner især paa fladt Terrain (l. c. S. 640) Revner, som deler Jordoverfladen i polygone Blokke. Naar Sneen smelter om Foraaret, fyldes disse Frostrevner med Overfladevand, som straks fryser (l. c. S. 654), hvorved der dannes Iskiler (wedges) ned i Bunden. Efterhaanden som Sommeren forløber, trænger den frosne Jordskorpes Optøning længere og længere ned og omfatter saaledes ogsaa den øverste Del af de tidligere dannede Iskiler.

Paa dette Stadium vil den øverste Del af Kilerne findes dækket af den omgivende dyndede Jord, der er typisk for denne Tundra-Overflade (l. c. S. 646). Den dækkende Masse

varierer fra en tørveagtig Detritus til Sand eller Ler med Dynd, blandet med Rester af en hensmuldrende Plantevækst (l. c. S. 646), der saaledes ved Jordbundens Bevægelser kan bidrage til at lukke Frostspalten over den øverste Del af Iskilerne (l. c. S. 649).

Frostrevnerne, der fra Begyndelsen er meget smalle — 8—10 mm som Maksimum — og Iskilerne vokser efterhaanden derved, at der under hver ny Tilfrysning af Tundraoverfladen danner sig en ny Revne med Isdannelse ved Siden af den fjorgamle, idet Jordoverfladen lettere revner paa det Sted, hvor Spalten i Forvejen er opstaaet, end paa nyt Sted. Saaledes faar Tundraen i sin Undergrund et Fletværk af Iskiler (l. c. S. 654). Lignende Iagttagelser meddeles af andre (*17*, S. 206 ff., *56*, S. 15, 69 ff.).

Forf. har i den af ham eftersete Litteratur ikke fundet nogen Meddelelse om Omdannelser af Jordbunden, fremkaldte af større Lag af i det Væsentlige ren Jordbundsis, der kan forekomme især i Tørvelag i Tundraen, og har derfor ikke haft nogen Udsigt til at finde Spor af saadanne Dannelser, som den jydske Jords Tundra-Stadium kunde have efterladt. Der er forøvrigt efter de nu iagttagne Tundra-Spor i de jydske Hedesletters Jordbund, som det Følgende vil vise, kun ringe Sandsynlighed for, at der har været større sammenhængende Lag af Jordbundsis i denne efter al Rimelighed tørre Højtundra; i ethvert Fald vil man næppe i de nuværende Spor finde nogen Plads, som saadanne Isophobninger har kunnet indtage.

Efter denne korte Rekapitulation af typiske Træk i Profilet af en meget udbredt Form af vor Tids Højtundra paa fladt Terrain henvises til nedenstaaende Fotografier af Profiler i Karup Hedeslette. I Detail vil saadanne Profiler vise

sig rigt varierende; de i Fig. 19 og 20 gengivne synes imidlertid at vise de hyppigst forekommende Træk i Profilets Konstruktion. De er begge tagne omtrent fra Midten af Hedesletten paa 160′ Kurven, Fig. 19 1,3 km SV. for Kragsø, Fig. 20 2 km Ø. for Kragsø, altsaa begge V. for Karupdalen. Fig. 19 maa dog efter særlig sagkyndigt Skøn anses for den mest typiske, Fig. 20 er noget dybere podsoleret end almindelig, maaske fordi Terrainets Heldning Ø. for denne Lokalitet er noget tydeligere end for Sletten i Almindelighed.

Man vil først bemærke den udprægede Podsolering af Sandbundens øverste, 1—1,5 m mægtige Lag med udpræget eluvial og illuvial Horisont, der er stærkt udviklet Humusal. Om dette Allag i Tundraens Sandjorder skriver Sukatschew (*119*, S. 53) følgende: »Alens Struktur brydes af Frosten, der bevirker Forskydning af de enkelte Stykker; Jordbund med ubrudt Alstruktur findes sjældent«. Sukatschew nævner Frosten som Aarsag til Forstyrrelsen, men ikke de af andre Forfattere beskrevne Frostrevner, og det er dog ikke antageligt, at det ikke netop er disse, der har forstyrret Allagets Regelmæssighed, en Forstyrrelse, som vore Hedeprofiler klart gengiver.

Man vil endvidere bemærke, om end ikke overalt lige tydelig, Grænsen mellem Overlaget, i hvilket Hedeslettens oprindelige Lagdeling er ganske forsvunden, og den omtrent 60—70 cm under Mortørven endnu bevarede Lagdeling, mærket paa begge Figurer med en Asterisque i Billedernes Kant. Denne Grænse maa sikkert opfattes som den, til hvilken den aarlige Optøning almindelig naaede ned, og dermed Grænsen mellem Overlagets Regelation med Bevægelser i det under Optøningen vandfyldte Materiale og den stadig frosne Bund. Man kunde til denne For-



× × ××

Fig. 19. Jordbundsprofil S. for Kragsø.

klaring bemærke, at Overlagets tilintetgjorte Struktur kunde skyldes Virkningerne af det organiske Liv, Vegetationens Rødder eller Sandflugt. Dette synes dog Regelmæssigheden i den paaviste Grænselinie og Ensartetheden i hvert af de to Lags Struktur paa begge Sider af Grænsen at gøre



Fig. 20. Jordbundsprofil Ø. for Kragsø.

meget lidt sandsynligt. Men hertil kommer endnu de Spor, som man især paa Fig. 19 ser af de dyndfyldte »Kiler«, mærkede ×, hvis øverste Del ogsaa er draget ind med i Regelationen (se S. 202) i Tøperioderne, idet hele den Del af »Kilerne«, der ligger over den nævnte Grænse, er forsvunden, saa at der kun findes Spor af den i den stadig frosne Bund. Paa Fig. 19 er den frosne Del af Profilets

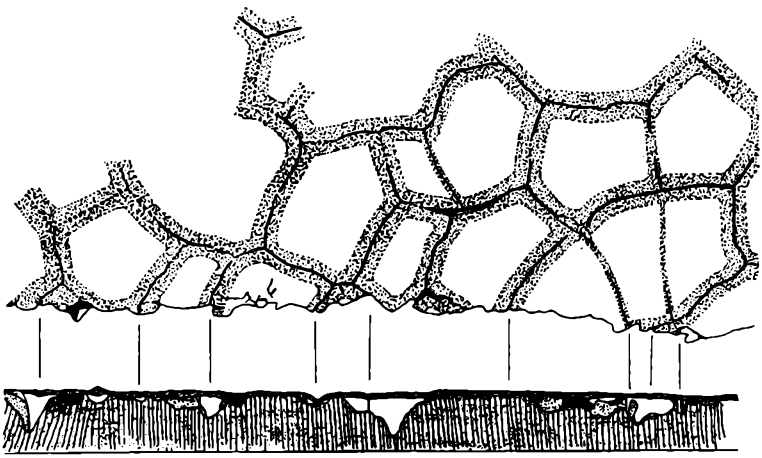


Fig. 21. Frostrevner i Tundraen efter E. DE K. LEFFINGWELL (*70*, S. 653).

Lagdeling ret utydelig, og den viser nogen Sammensynkning ved ××, der formentlig angiver Basis for en større dyndfyldt »Iskile«, større og ældre end de to med × mærkede.

Anderledes viser Lagdelingen sig i Fig. 20, hvor enkelte Steder Blegsandslagets hvide Sand ses at være trængt ind imellem de andre, af Humus farvede Lag. Dette maa vistnok opfattes som Vidnesbyrd om et ved Jordbundens fremadskridende Optøning smeltet tyndt Islag, som ifølge HOLMSEN ofte kan forekomme i Jordens frosne Horisont (*56*,

S. 40 ff.), i hvis Sted Overfladens hvide Sand er trængt ind imellem de humusførende Sandlag.

I Fig. 21 gengives til Sammenligning med de jydske Profiler en Kopi af Leffingwells Fig. 22, der viser Forbindelsen imellem den frosne Horisonts Iskiler og Polygonbundens Overflade (*70*, S. 653). Figuren viser tillige de uregelmæssige Former, som den øverste Del af Kilerne kan antage, og som minder om de »Gryder« i den frosne Horisonts Overflade, som er skildrede især i større Format af flere Forfattere (*56*, S. 69), og som har efterladt umiskendelige Spor i de af Emeis fremstillede Aldannelser i slesvigske Hedesletter (*28*, Tab. IV).

De Revner i Tundraens Overflade, som almindeligvis markerer Polygonbunden, er ifølge flere Skildringer Voksepladsfor en ofte rig Vegetation, medens en stor Del af den øvrige Overflade, der nævnes saaledes henved Halvdelen, er vegetationsløs. Planterne vokser i den øverste, dyndfyldte Del af Revnerne og Kilerne. Forholdet skildres saaledes udførlig af Kjellman fra Sibirien (*66*, S. 238), og fra Nordrusland af Tanfiljef (*39*, S. 237).

Det er ikke usandsynligt, at denne ejendommelige Frostrevne-Flora har efterladt nogle fortørvede Rester i Humus-Alens Horisont. Det har længe været kendt blandt Hedeslettens Jordbrugere, at de dybe Altapper, der strækker sig ned i Undergrunden, ofte har en »Marv« af organisk Materiale; men en nærmere Undersøgelse af dette vides ikke at være foretaget. Der udgravedes derfor nogle Altapper, hvis Marv afgaves til godhedsfuld Undersøgelse af Moseforskeren Hr. K. Jessen og Bryologen Hr. C. Jensen. De tilsendte Stykker, der hver havde udfyldt et Rum i en Altap, viste sig at have følgende Beskaffenhed. De udgjorde omtrent centimetertykke, pølseformige Legemer af 12—32 cm Længde

og var alle byggede paa samme Maade fra øverst til nederst, idet den organiske Masse, bestaaende af tæt sammenpakkede Plantestængler, var omsluttet af et Lag mere eller mindre stærkt sammenkittet groft Sand. Analysen af det organiske Materiale viste, at det bestod af tæt lejrede, stærkt humificerede Cyperace-Rødder, i hvilke, enkelte tynde, friske Lyngrødder vare trængte ned og forgrenede sig. Nogen Forbindelse mellem denne humificerede Plantemasse og den levende overjordiske Vegetation iagttoges ikke, saa lidt som hins Forgrening udenfor Altappens Vægge. At dette humificerede Væv er ældre end de enkelte indsprængte levende Lyngrødder er utvivltsomt; men en Analyse af et større Materiale, end det ved denne Lejlighed undersøgte, vil maaske fremskaffe andre bestemmelige Plantedele, der kan tjene til at tidsfæste Dannelsernes Alder.

Endelig skal Opmærksomheden henledes paa et Forhold, der, saafremt man holder sig til Iagttagelserne fra Danmark, er ejendommeligt for Hedesletterne, der i Tundratiden maa have gennemgaaet en Periode med en over den permanente Bundis vaad og bevægelig Jordskorpe. Det er Humusstoffernes Lejring i Eluviallaget i Hedeslettens podsolerede Profil. Man vil nemlig bemærke, at dette Lag er humusfattigst i Midten, medens dets Indhold af Humusstoffer er samlet i et tyndere øverste og et mægtigere nederste Stratum (smlg. Figurerne S. 65 og 204). I 1884 har Forf. ved Beskrivelse af Alen i Falborgdalen (*79**, S. 148, 322, Tab. III, IV, *79*, II S. 116, 134, 246, Tab. I Fig. 4) paavist denne Fordeling af Profilets Humusindhold og fremhævet, at begge henhørte til Eluviallaget (Blegsandet), og at dette Lags Humusindhold i begge Lag maatte være opstaaet ved Nedslemning af Humuspartiklerne i det udvaskede Sand-

lag, og saaledes ikke hørte den egentlige Al til, hvis mineralske Elementer maatte være tilførte i en Opløsning og atter afsat ved Udfældning eller Absorption. Ved de her meddelte nye Undersøgelser har Forf. imidlertid faaet Forstaaelsen af, at Eluviallaget i Tundratiden maa have udgiort det over den altid frosne Horisont lejrede Regelationsstratum, da dets Grænse imod Underlaget er den uforvitrede Bund med sin uforstyrrede Lagdeling, saa at det nedre Humusstratum virkelig, som man af dets Beskaffenhed maatte slutte, udgør en Del af Eluviallaget. At dette virkelig forekommer i den aktuelle Tundrabund oplyser Glinka idet han i 1914 skriver (*39*, S. 71): »Ofte bliver ... en mægtig nedre Humushorisont iagttaget, saaledes i det østlige Sibirien, hvor Jordbunden stedse er frossen allerede i ubetydelig Dybde. Over dette frosne Lag samler Humusstofferne sig illuvialt.« Det her beskrevne Forhold stemmer, som man vil bemærke, ganske med det som iagttages i Hedesletten. Efter Omtale (*39*, S. 68) af Forf.'s Skildring af 1884 af Blegsandslagets store Indhold af Humus i øverste og nederste Zone i Smeltevandsletten ved Viborg anfører Glinka (*39*, S. 71) et Par Tilfælde, som han synes at anse for analoge med det jydske. Det ene af disse er en Lokalitet ved Amur, hvor Tørvejord efterhaanden udvikler sig til Podsoljord derved, at der i det meget mægtige Humuslags midterste Del udvikler sig nogle hvide Pletter, som efterhaanden smelter sammen til et uafbrudt hvidt Lag, der kileformigt skærer sig ind i Humushorisonten og deler denne i to Dele, en øvre og en nedre. Den anden Lokalitet er i Gouvernementet Smolensk, hvor der foruden Eluviallagets øverste Humuslag endnu findes »et lille Maksimum af Humusmængden i nogen Dybde« (*39*, S. 82), »dette Forhold er ikke noget tilfældigt, thi det fandtes i alle

Analyser af Podsoljord i Gouvernementet Smolensk«. — Forf. finder dog ikke, at det om disse to Lokaliteter anførte er tilstrækkeligt til at slutte til nogen nærmere Analogi mellem deres og de jydske Smeltevandsdannelsers særlig beskafne Jordbundsprofiler.

Den svenske og finske pedologiske Litteratur, som man skylder den mest indgaaende Kendskab til Podsoleringsfænomenet i Nordvesteuropa, nævner, saavidt Forf. bekendt, intet om en saadan nedre, humusfyldt Zone i Eluviallaget som den, der synes normal i de Smeltevandsaflejringer, som har gennemgaaet Tundrastadiet. Men Forstaaelsen af dette Forhold afhænger dog af den Horisont, i hvilken man mener at finde Grænsen mellem det eluviale og illuviale Lag, der i Humuspodsolen begge kan være rige paa Humus. Forf. har allerede tidligere udtalt (*79**, S. 222), at denne Grænse vistnok maa lægges dér, hvor Sandkornene er berøvede deres omsluttende kolloide Hinde og hviler paa det Stratum, i hvilket denne findes, og hvor Humuspodsolens Sandkorn er tættest lejrede i omhyllende Kolloider. De nye Undersøgelser har nu vist, at denne Grænse i Hedeslettens Bund falder dér, hvor Jordbundens oprindelige Lagdeling er afløst af et Stratum, i hvilket al Struktur er forstyrret, sandsynligvis ved længere Tids Regelation. Frosterus betragter derimod den Horisont, i hvilken Humus samt Lerjord, der regelmæssigt følger dette Stof, er samlet i større Mængde, som øverste Del af Illuviallaget, B_1, medens Maximum af saltsyreopløselige Dele ligger i en dybere Horisont, B_2 (*36*, S. 18). Den første af disse Horisonter kan godt sidestilles med Forf.'s nederste eluviale Lag, A_4 (jfr. S. 67), i hvilket en større eller mindre Mængde Humus er mekanisk indblandet, det andet Lag med øverste Del af Illuviallaget, B_1, i hvilket nedsivede opløste Stoffer er ab-

sorberede (smlg. Tamm *120*, S. 234). Følgende Forklaring af denne Opfattelse skal henstilles til nærmere Prøvelse.

Naar i Løbet af Sommeren det frosne Lag er sunket dybere under Jordoverfladen, og Temperaturen derefter atter falder under 0 Grader, begynder Frysningen paany, og denne foregaar saavel fra oven som fra neden. Suckatschew (*119*, S. 59) anfører saaledes: »Om Efteraaret vil det flydende Lag over Isen atter presses sammen, derved at Frysningen tager fat baade fra oven og fra neden, idet Grundisens Temperatur falder under Nul.« Høgbom anfører samme Iagttagelse (*57*, S. 268), idet han fremhæver, at Genfrysningen forneden kan begynde, uden at den ovenfra hidrørende Afkøling har naaet det frosne Jordlag, idet der i »Tjælen« saa at sige er »magasineret« større Kulde, som vandrer opad. Fremdeles har Hamberg (*43*, S. 589) henledet Opmærksomheden paa, at Humusstofferne i kolloid Tilstand, i hvilken de findes i Eluviallaget, hidrørende fra Overfladens nedtrængte Vand, ved Frysning udskiller Iskrystaller og trækker sig sammen i mere koncentreret Tilstand. Der synes derfor at være Grund til at antage, at dér, hvor Frysningen stadig begynder, og hvorfra den kun yderst langsomt forplanter sig videre (*43*, S. 586), gives der Anledning til Ophobning af Humusstof, medens Massens humusfattigere flydende Elementer lejrer sig udenfor disse Udgangshorisonter for Frysningen; saaledes finder vi jo netop Forholdet i Hedeslettens Profil, idet det i Almindelighed maa blive A-Horisontens mellemste Parti imellem de to frosne Yderlag, der bliver fattigst paa Humus, saameget mere, som dette Mellemlag kan holde sig halvflydende længe, stundom hele Vinteren (*91*, S. 57). Der foreligger Iagttagelser for, at der i denne Tilstand af Laget foregaar en Sortering af de i Vandet indeholdte Jorddele efter Art og Kornstørrelse (*91*, S. 72).

3. Om arktiske naturlige Jorders Nitrifikationsevne.

Ved i Korthed at minde om den ofte omtalte nære Overensstemmelse der findes mellem den nordvesteuropæiske Hedes og den arktiske Tundras Vegetation, idet de har en Række Plantearter tilfælles, som for Hedernes Vedkommende almindelig opfattes som Tundrarelikter (se f. Eks. WARMING *130*, S. 25—31, WARMING og GRAEBNER *131*, S. 646, 668 ff.), skal bemærkes, at en Sammenligning mellem disse to Voksesteders økologiske Vilkaar er vanskelig, saa længe den arktiske Jordbund er saa lidt kendt, hvilket ikke mindst gælder dens biologiske Forhold. Vanskeligheden forøges derved, at det ikke er muligt med Sikkerhed at slutte sig til, hvilken Tundraform der har været den herskende i de jydske Hedesletter. Alformen gør det dog ikke usandsynligt, at man nærmest kan antage en Polygonbund med Frostrevner i humøst Jordbundsdække, som er omtalt af forskellige Forfattere (f. Eks. *57*, S. 326, *131*, Fig. 314, S. 697). For en enkelt økologisk Karakters Vedkommende synes det dog muligt at sammenholde Hedeslettens og den arktiske Jordbunds Tilstand.

Vi har foran oplyst, at Jordbundens Nitrifikationevne eller Mangel af denne i de jydske Heders Jordbund fremtræder som et karakteristisk Træk for de to Plantesamfund, der rimeligvis i den største Del af Postglacialtiden her har kæmpet om Herredømmet, og for Forstaaelsen af Tundraformationens Fortsættelse i Hedeslettens Plantesamfund vilde det derfor være af Interesse at faa oplyst, om lignende Forskelligheder, som er fundne i Hedeslettens Bund, ogsaa kan paavises i Tundraens. Da det imidlertid har været anset for meget tvivlsomt, om Jordbundens Mikrokosme under de forskellige klimatiske Forhold tillod at slutte til

analoge Tilstande i begge de omhandlede Vækstzoner, søgte Forf. ved Undersøgelse af arktiske Jordprøvers Nitrifikationsevne at finde Momenter til en foreløbig Orientering m. H. t. dette Spørgsmaal.

Ved velvillig Imødekommenhed af Bestyreren for Danmarks arktiske Station paa Øen Disko under 69—70° n. Br., Hr. Magister M. Porsild samt dennes Søn og Assistent, Hr. A. Erling Porsild modtoges efter Forf.'s Anmodning i 1922 og 1923 Jordprøver med tilhørende Lokalitetsbeskrivelser fra Stationen. Den første i 1922 ankomne Samling af Prøver anvendtes til foreløbig Orientering og gav ikke noget positivt Resultat. Den i 1923 modtagne Sending, bestaaende af 19 Jordprøver, var udtaget 27. og 28. August, afsendt fra Disko d. 28. August, og kom saa hurtigt til Danmark, at den kunde afgives d. 20. September til Hr. Magister Erik J. Petersen af Statens Planteavls-Laboratorium, som har vist disse Undersøgelser den Interesse og værdifulde Støtte at ville underkaste Jordprøverne et nærmere Studium, der i sin Helhed er trykt andensteds (*142*), og hvoraf her gives et Uddrag. Imidlertid var udkommet Barthel's Undersøgelser af de af afdøde Dr. Thorild Wulff i Grønland indsamlede Jordprøver (*12*), hvorved yderligere Bidrag til Belysning af arktiske Jorders Mikrobiologi var fremkommet.

Angaaende de ved Hr. Magister Petersen's analytiske Arbejde anvendte Methoder skal henvises til hans selvstændige Arbejde, idet her foruden den bakteriologiske Undersøgelses Resultater, der meddeles i efterstaaende Skema, kun udtogsvis skal meddeles nogle Punkter, der er nødvendige for Forstaaelsen af Resultaterne.

Jordprøvernes Surhedsgrad, der viste sig regelmæssigt aftagende med Afstanden fra Overfladen, bestemtes som deres Brintionkoncentration, idet Maalingen af PH udførtes ved den af Bjilmann angivne Methode.

Prøvernes peptonsønderdelende Evne undersøgtes ved Anvendelse af den af BARTHEL benyttede Methode (*142*), og hver Prøves Ammoniakproduktion er angivet i Tabellen som Differensen mellem Ammoniakmængden ved Forsøgets Begyndelse og efter Henstand i 4 Døgn (smlg. *12*, S. 12).

Salpeterindholdet bestemtes kolorimetrisk under Anvendelse af den af GAARDER og HAGEM anvendte Fremgangsmaade (*38*, S. 17—19).

Nitrifikationsforsøgene. Efter at orienterende Undersøgelser i Vædskekulturer havde givet negativt eller usikkert Resultat, bestemtes det at udføre Forsøgene i selve Jordprøverne ved Tilsætning af 1 pCt. Ammoniumsulfatopløsning i afvejede Jordportioner ved passende Fugtighedsgrad. Efter 7 Ugers Forløb bestemtes Salpeterindholdet kolorimetrisk, hvorved der konstateredes en sikker Nitrifikation i 7 Jordprøver. Den fundne Salpetersyremængde er angivet i efterstaaende Tabel efter Udfaldet af dette Forsøg som Differensen mellem Mængden ved Forsøgets Begyndelse og Slutning, beregnet som mg. pr. kg Jord.

Som Kontrolforsøg anvendtes endelig Vædskekulturer med større Mængder Podejord i WINOGRADSKY's Ammoniumopløsning. Under Forsøget tilsattes som Supplement nogle faa Kubikcentimetre Næringsopløsning, og efter 5 Ugers Forløb afsluttedes Forsøget med det Resultat, at de samme Prøver, som i foran nævnte Forsøg, viste en mere eller mindre stærk Reaktion for Salpetersyre med GRIES' Reagens og Difenylamin-Svovlsyre samt desuden Prøve V (7) i efterstaaende Tabel, i alt altsaa Jord fra 8 Lokaliteter.

I efterstaaende Tabel er Vegetationsangivelserne, den almindelige Beskrivelse af Lokaliteter og Jordprofiler meddelt af D'Hrr. PORSILD. Det i Rubrikken for Vegetation i Parenthes indførte Tal er Jordprøvens Originalnummer.

Angaaende Afstanden fra Overfladen til den stedse frosne Bund indeholder Meddelserne fra Disko kun Oplysning om Prøve I (1). Under Prøve IX (2) staar anført: »Frostdybde ukendt, sikkert mindst 2 m«. Noget Tilsvarende maa ogsaa antages at have fundet Sted paa de øvrige Lokaliteter undtagen dér, hvor Jordsmonets Dybde har været ringere.

Uudersøgeren resumerer Resultatet af sine Analyser saaledes: »... det er ved den foreliggende Undersøgelse af Jordprøver fra »naturlige Lokaliteter« lykkedes at paavise en

sikker Nitrifikation i de fleste af de Jorder, i hvilke man efter Plantedækkets Sammensætning og Jordens Indhold af Nitratkvælstof maatte være tilbøjelig til paa Forhaand at formode en Salpetersyredannelse«.

Det er vistnok forsigtigst paa Grund af Jordprøvernes forholdsvis ringe Antal, at indskrænke Slutningen af Undersøgelsen til dette Résumé. Men det maa dog forekomme tilladeligt at tilføje, at det sandsynligvis er mere end en Tilfældighed, at Jordprøver, der ingen Nitrifikation udviser, dels er fra en Lokalitet med højtliggende Jordbundsis, dels har en udpræget Podsoldannelse, der stiger til stærk Humusal, medens de nitrificerende Jordprøver skriver sig fra Lokali-

Lokalitet Nr.	Vegetation	Jordskorpe
		Nitrifikation
I.	(1). *Eriophorum*-Formation. *E. Scheuchzeri, Carex rigida, Salix herbacea, S. Groenlandica, Empetrum*, Mosser. Hinder af Grønalger og Blaagrønne Alger. Paa Smaatuer: *Betula nana, Empetrum, Cetraria.*	Tuet Kjærjord paa horisontal Smeltevandsslette. Rusthinder.
II.	(5 A, C) *Vaccinium*-Hede. *Vc. uliginosum, Polygonum viviparum, Hierochloä alpina, Luzula confusa, Empetrum, Carex rigida, Pirola grandiflora.*	Morskjold 10 cm. Svagt skraanende, fattig Hede, ved Foden af en Gneisklippe.
III.	(8 A, C, E) Samme Hede som Lokal. II.	Morskjold 10 cm.

teter, dels med udpræget Muldbund, (Lok. 18, V) dels med en særlig tør og vindudsat Beliggenhed, saa at Jordskorpen i begge disse sidste Grupper af Jordsmon passer for en aërob Mikrokosme (ifr. S. 121). Prøve fra Lokalitet IX, der kun viser en ringe Nitrifikation, angiver ved sine Alstriber, der sandsynligvis hidrører fra tidligere høj Grundvandstand, at Lokaliteten kun har været lidet gunstig for Nitrifikation.

At Barthel ikke har faaet sine Jordprøver fra Grønland til at nitrificere undtagen paa 3 »Kulturlokaliteter«, hidrører efter hans Angivelse fra, at Bakterierne under den lange Transport (*141*, S. 39—40), 2—3 Maaneder, var døde inden Analysen. De af ham undersøgte Jordprøver indeholdt imidler-

Overgrund	Afstand fra Overfl. cm	Glødning Tab pCt.	Surheds-Grad P_H	Ammoniakprodukt. mg	Indhold af Nitratkvælst. mg	Tilvækst i Nitratkvælst. mg
oregaar ikke.						
Fugtig, mellem isskurede Gneiskuller. Højtliggende Bundis 42—65 cm fra Overfladen.	10	2,8	4,08	0,46	7,1	»
Podsolering, mindre stærk. Lyst Sand 10 cm. Gulligt Sand 15 cm paa mørkebrunt halvt sammenkittet Sand.	10	0,68	5,72	0,28	7,1	»
	35	1,60	6,19	0,45	»	»
»Lyst Sand 10 cm, lysebrunt Sand med sorte Tegninger 40 cm, haarde, sammenkittede Sand- og Grusmasser, Ahl?, mørkebrun Horisont med uregelmæssige Lag af næsten sort Al 50 cm.« Løst, lyst Sand.	10	4,3	5,3	0,19	»	»
	20		5,75	0,52	»	»
	75		5,85	0,38	»	»

Lokalitet Nr.	Vegetation	Jordskorpe
		Nitrifikation
IV.	(6). Thorild Wulff's Lokalitet 7 (*141*, S. 26). Prøven taget i Pilekrattet ved Siden af Wulff's Gravning. — Urteli med Pilekrat, rig Vegetation, *Salix glauca*, Rigdom af Urter, *Epilobium angustifolium* m. fl.	Muldbund
V.	(7). Urteli med Overgang til Krat. Rig Vegetation. *Salix glauca, Epilobium angustifolium* og *latifolium, Veronica saxatilis, Cerastium alpinum, Empetrum, Trisetum spicatum, Taraxacum croceum, Viscaria, Antennaria alpina.*	Muldbund paa en Erosionsskraaning.
VI.	(9) Tør Urteli. *Salix herbacea, Campanula rotundifolia, Sibbaldia, Taraxacum croceum, Cerastium trigynum, Alchemilla glomerulans, Polygonum, Oxyria, Veronica alpina.*	Moragtig Vegetationslag.
VII.	(10). Tør, fattig *Vaccinium*-Hede. *V. uliginosum, Betula nana, Polygonum, Carex rigida, Pedicularis flammea, Cerastium alpinum, Cassiope tetragona*, Lichener, Mosser.	Bunden ikke allevegne dækket, Skraa Overfl.
VIII.	(11). *Cassiope*-Hede. Frodig Vegetation. *Salix glauca, Equisetum arvense, Carex rupestris, Luzula nivalis* o. *confusa, Pedicularis lanata* o. *flammea, Silene acaulis, Vaccinium ulig.*	Morlag 10 cm, Skraa Overflade.
IX.	(2,3) Allerfattigste *Vaccinium*-Hede. *Vacc. uliginosum, Empetrum, Carex rigida*, lysegraa Skorpe-Laver (*Lecanora*?).	Lav-Skorpe 2—3 cm, højere Parti af Lokal. I. I Randen af Sletten, meget tørt og vind-aabent.
X.	(4). Mosevegetation. *Empetrum, Hypnum, Hylocomium* med *Salix Groenlandica, Vaccinium uliginosum, Cyperaceer* og Græsser.	Tuet Tørvebund med horisontal Overfl.; mellem Tuerne ca. 60 cm.

Overgrund	Afstand fra Overfl. cm	Glødning Tab pCt.	Surheds-Grad P_H	Ammoniakprodukt mg	Indhold af Nitratkvælst. mg	Tilvækst i Nitratkvælst. mg
oregaar.						
Sand uden Podsoldannelse.	10?	?	6,42	?	»	15
10 cm sort, muldet Jord paa 20 cm, brunligt Sand over lysere Sand.	10	6,3	6,17	0,43	7,1	Spor
20—30 cm under Overfladen nedskredne Tuf- og Basalt-Masser.	lige under Vegetations-Laget	27,7	6,44	0,91	10,7	49,3
»Blæsedalen« Basaltgrus.	8	39,8	6,54	3,75	49,7	558,3
»Blæsedalen«. Ved Prøvens Udtagelse tilsynel. leret; efter Tørring meget fint Sand. 60 cm under Overfl. fast Pakning af Basaltfragmenter.	12	16,4	6,21	1,29	»	35,0
	45	17,8	6,72	0,89	7,1	12,9
Lysebrunt Sand 40 cm med mørke, rustbrune vandrette Striber (Grundvandsal?). Hertil Planterødder.	c. 10	1,6	5,78	0,21	3,6	6,4
	53	1,1	5,68	0,30	»	»
Tørveagtig, sort Jord, Klippen i ringe Dybde.	I Toppen af Tuerne	?	5,47	2,32	10,7	21,3

tid sikker Ammoniakdannelse, og alle Jordprøver indeholdt Nitratkvælstof, saa at en Nitrifikation ogsaa af de rent naturlige Jorder er en meget nærliggende Antagelse.

Barthel's omfattende Undersøgelser slutter endvidere med følgende almindelige Udtalelse om den arktiske Jordbunds Mikrokosme.

»Hovedresultatet af dette Arbejde er Vidnesbyrd om Allestedsnærværelsen (*l'ubiquité*) af Jordbundens almindeligt udbredte Bakterie-Arter... I vort Land og paa Grønlands Nordkyst er det de samme Mikrobe-Arter, som deltager i det organiske Stofs Omdannelse«.

Allerede i 1888 paaviste E. Warming (*129*, S. 32, 48 ff.) i Grønland de almindelig, i europæiske tempererede Lande forekommende Hovedformer for den naturlige Vegetationsbunds biologiske Tilstand, Muldbund og Morbund, med disse Typers Forhold til Vegetationen. Som Eksempel paa hvorledes Paavisning af den grønlandske Muldjords Nitrifikationsevne supplerer disse Oplysninger skal eksempelvis anføres, at naar Warming for en vis Lokalitet bemærker (l. c. S. 31) »*Chamænerium angustofolium* i overordentlig Mængde«, saa bliver det yderligere sandsynligt, at Jordbunden under det arktiske Klima forholder sig paa samme Maade som under vort tempererede lige overfor den økologiske Faktor, som Jordbundens Nitrifikationsevne repræsenterer, og som vi har haft Lejlighed til nærmere at belyse for de jydske Hedesletters Vedkommende.

4. Hedeslettens Jordbund som Tundrarelikt.

De i dette Kapitel meddelte Undersøgelser tillader formentlig at antage, at allerede snart efter Vegetationens Indvandring i det af Isen forladte Landskab, som har været Genstand for disse Studier, fordelte de forskellige Plante-

samfund Arealet imellem sig efter de edafiske Faktorer, hvis Virkning vi endnu finder raadende.

Naar vi saaledes iagttager, at Hede- og Trævegetationen i de jydske Hedesletter forholder sig til Forskellighederne i Jordbundens Tilstand paa samme Maade som Tundra- og Trævegetationen i Timan-Samojedernes Tundralandskaber, medens Humusindlejringerne i Eluviallaget over Tundrabundens frosne Horisont genfindes paa samme Sted i Hedeslettens Profil, og at Illuviallagets tætte Dannelse er sprængt af Frostrevner i Hedeslettens som i Tundraens Al, saa synes det berettiget at opfatte Forholdene saaledes, at Hedeslettens Jordbund er Tundraens Jordbund, bevaret næsten uforandret til Nutiden, idet kun Jordbundsisen er forsvunden, og Illuviallaget — maaske samtidig hermed — har faaet sine mineralske Bestanddele yderligere sammenkittede til det faste og tætte Stratum, som nu udgør Humusalen.

Men heraf følger, at Hedeslettens Jordbund har modtaget sit Præg som Vegetationsbund i Tundratiden, og har bevaret det senere, samt

at den Tilstand, som karakteriserer denne Bund, og ved hvilken den skiller sig fra andre af Istidens Sanddannelser i Landets Overflade, Eluviallagets yderlige Grad af Udvaskning (jfr. S. 63), ligeledes skyldes de Processer i Jordbunden, som særlig var virksomme under den senglaciale Tids klimatiske Forhold.

Heraf følger fremdeles, at Hedeslettens Jordbunds Beskaffenhed ikke — saaledes som man har været tilbøjelig til at antage — kan betragtes som et almindelig forekommende Stadium i Hededannelsens Udvikling,

men at den er et Produkt af klimatiske Faktorer, der forlængst har ophørt at virke.

RÉSUMÉ:

Études relatives à l'histoire naturelle du sol des landes à bruyère du Jutland, recherches pédologiques.

Dans deux mémoires[1], publiés en 1879 et en 1884, l'auteur avait étudié le sol des terres non cultivées de son pays, notamment le sol forestier et les landes à bruyère du Jutland. À cette époque, les géologues ne se rendaient pas très bien compte du développement subi par les formations superficielles du Jutland. Leurs théories étaient donc peu faites pour servir de base à une étude pédologique du sol naturel. Mais, depuis, la science géologique a fourni des données autrement précises et tout particulièrement nous devons à N. V. Ussing des notions bien fondées (*125*, *126*) sur la géologie glaciaire du Jutland. En outre, la connaissance qu'on possède aujourd'hui du soulèvement et de l'affaissement du terrain, depuis la dernière glaciation du pays, nous permet, conjointement avec l'étude des tourbières, de situer dans le temps les altérations survenues dans le climat et la végétation du pays depuis la retraite de la couche glaciaire.

Cette connaissance plus complète de la formation du paysage et du relief de la surface a encouragé l'auteur à reprendre ses études sur le sol naturel des landes, en bor-

[1] Voir la Liste des Renvois p. 234 no. 79. Une édition allemande de 1887 fut, en 1889, édité en français par M. Henry Grandeau.

nant cependant cette fois ses recherches aux plaines fluvio-glaciaires qui se trouvent en avant des moraines terminales et dans les vallées glaciaires du paysage morainique. La considération qui a déterminé l'auteur à fixer préalablement ces limites à sa tâche, c'est que ces formations-là sont celles qu'on reconnaît avec le plus de certitude dans le terrain; d'autre part, le sol, peu fertile, y est moins altéré par les interventions culturales que la grande masse du sol danois.

Les mémoires précités s'occupaient des formations récentes du sol et des processus qui les avaient créées. Le présent travail remonte plus haut. Il convenait donc, tout en traitant du développement de l'état actuel, de chercher aussi les traces de l'état primitif du sol. C'est pourquoi la présente étude aborde tout d'abord la question de savoir si les couches d'alios qui caractérisent le sol sablonneux de ces terrains, sont des formations récentes, ou bien si elles tirent leur origine d'époques plus reculées. Dans l'extrême nord du Jutland, surtout dans la province de Vendsyssel, le soulèvement et l'affaissement du terrain par rapport au niveau de la mer — accomplis au cours des périodes glaciaire et post-glaciaire — laissèrent des traces évidentes qui ont fait l'objet d'études approfondies de la part des géologues danois. L'auteur a constaté ici de puissantes couches d'alios dont l'origine date sûrement d'une époque qui en tout cas n'est pas plus récente que le commencement de la période post-glaciaire, peut-être même remonte-t-elle à la fin de la période glaciaire.

La constatation d'une formation d'alios si ancienne, indiqua à l'auteur le sujet de ses études. Elles devaient se concentrer sur le sol des terrains que les recherches géologiques avaient classés avec sûreté parmi les vallées glaciaires

du paysage morainique, et sur les cônes de déjection, à pente extrêmement douce, constitués par des graviers et des sables en avant de la ceinture morainique des depôts glaciaires.

Les recherches suivantes basent surtout sur les observations faites par l'auteur sur des sections opérées dans les quatre principales vallées glaciaires (voir les figs. 2—5[1], pp. 14, 22, 24, 30) et dans la grande plaine fluvio-glaciaire, nommée plaine de Karup (voir la carte). La surface de tous ces terrains présente une inclinaison si faible qu'elle donne l'impression d'une plaine horizontale (fig. 7 p. 62).

Le sol consiste généralement en sable à grains gros (analyse, p. 15). Une section perpendiculaire du sol fait voir, que la partie superficielle jusqu'à 1,5—2 m de profondeur dans les vallées ainsi que dans la plaine a subi une transformation en podsol (terminologie finno-russe) dont l'aspect typique est figuré p. 65. On voit que le sol renferme une couche d'alios; le stratum sus-jacent, épuisé de matière minérale soluble, contient beaucoup de matière humique, et le ciment de l'alios consiste principalement en matière organique, relativement riche en silice et en alumine avec un faible teneur en fer (conf. Henry *141*, p. 156), tandis que dans les collines moraniques l'alios des sables est beaucoup plus riche en oxyde de fer (analyse du p. 63) formant le ciment des grains de sable.

Les couches d'alios des plaines fluvio-glaciaires présentent cette particularité de ne suivre le niveau de la surface du sol que là où celle-ci a une allure presque horizontale: elles ne montent pas dans les terrains moraniques plus élevées qui bordent les vallées et la plaine et ne descendent pas

[1] Dans ces figures le grisé horizontal indique l'existence et l'étendue des couches d'alios; le pointillé, le sol à humus doux sans alios.

non plus dans les érosions, creusées par l'eau atmosphérique dans la surface primitive du sol, en quoi elles se distinguent des couches d'alios récentes qui suivent, on le sait, les ondulations du relief de la surface. Le gisement de l'alios donne l'impression d'être formé par la nappe d'eau souterraine à peu de distance d'une surface horizontale.

Les terrains en plane sont couverts d'humus brut à bruyère, formant un feutre compact, et le sol renferme de l'alios. Au contraire, les versants des érosions présentent ordinairement un terreau meuble à humus doux, et le sol n'offre pas d'alios. Sur les pentes et dans le fond de ces vallées creusées dans la surface primitive on trouve souvent les restes d'une végétation d'arbres et de toute une flore forestière (figs. 11 et 12, pp. 136, 137).

Ces observations engagent à poser la question, si les plaines et vallées glaciaires qui conservent encore la surface primitive du sol, renferment seules les couches d'alios humique surmontées d'une couverture d'humus brut, tandis que les terrains dont le niveau est supérieur ou inférieur à celui de la plaine glaciaire ont porté un boisement d'essences feuillues dans un sol à humus doux et sans alios.

* * *

En cherchant l'origine de ces traits particuliers des formations fluvio-glaciaires, il faut d'abord étudier les rapports entre la végétation et l'état du sol en question. À ce sujet, le texte danois renvoie d'abord au mémoire que l'auteur a publié en 1887 (79*), et donne en outre une revue détaillée et critique des contributions à l'éclaircissement de ce problème, parues depuis ce temps-là. Dans le présent résumé, nous ne reviendrons pas sur cet exposé;

l'auteur se bornera à citer les observations qui lui paraissent les plus importantes pour la compréhension de son sujet.

1° Il convient d'abord d'appeler l'attention sur l'uniformité remarquable de la composition minéralogique du sol dans ces formations. Comme nous l'avons déjà dit, il consiste en des sables stratifiés horizontalement qu'ont déposés un petit nombre de torrents sortis du bord du glacier, en s'étalant sur la plaine fluvio-glaciaire (voir la fig. 20 p. 204). Bien que la couche de sable soit plus profonde près du bord glaciaire qu'à la limite opposée de la plaine, elle ne devient sur aucun point de la plaine de Karup d'une épaisseur assez faible pour que les formations géologiques sous-jacentes puissent exercer une influence quelconque sur la végétation. Ceci est vrai même pour les vallées d'érosion, à l'exception d'une seule localité que nous avons cru pouvoir négliger dans notre description de la flore de la lande à humus brut.

2° Les deux formes principales de terreau que nous venons de signaler dans le sol des plaines glaciaires, d'une part l'humus doux, dont la végétation se compose d'arbres feuillus et d'herbes, d'autre part l'humus brut vêtu de bruyère, ont à peu près la même réaction d'acidité, du moins dans la couche supérieure du sol. Le faible degré d'acidité ou la réaction neutre que présente souvent le terreau fertile des forêts feuillues, ne se développe pas dans ces dépôts de sables qui ont été soumis à une lixiviation intense. Les sables de la couche superficielle, mêlée d'humus, ont toujours la réaction de l'acide humique libre.

3° Dans les plaines fluvio-glaciaires, le sol prend un caractère tout particulier qui est dû à la formation, à peu de distance de la surface, de l'alios humique formant une

couche plus ou moins solide et imperméable. Par suite de cette construction du sol à surface presque plane, rempli d'eaux croupissantes pendant une grande partie de l'année, le terreau reçoit un caractère marécageux durant la saison humide. Par contre, les périodes de chaleur produisent souvent une sécheresse de désert, l'humidité des couches sous-jacentes ne pouvant pas se communiquer à la surface à travers l'alios. La présence, dans le terreau qui surmonte l'alios, de fortes proportions de matières humiques aura pour effet — des analyses récentes en font foi — la désoxygénation, plus ou moins complète, de l'eau y contenue.

L'influence nuisible de cet état de choses sur la végétation devient évidente quand on considère le changement qui s'opère dès qu'une érosion de la lande à bruyère vient à dériver l'humidité, pauvre en oxygène, ou produit quelque autre assainissement de la croûte du sol. L'air atmosphérique pénètre alors librement sous la couche d'humus brut, créant des conditions de vie pour une végétation autre que celle qui est typique pour la plaine à bruyère. Les régions caractérisées par les landes à humus brut offrent de nombreux exemples de ces phénomènes. Il sera utile d'en citer quelques-uns.

La vallée glaciaire figurée p. 14 a gardé sa surface primitive couverte d'humus brut et sans érosion; on n'y observe pas la moindre trace d'une végétation autre que la bruyère et ses compagnes. La moraine voisine est boisée de chêne pédonculé sur un sol également sablonneux, mais recouvert d'humus doux et privé d'alios. La lisière de cette forêt suit la ligne où se rencontrent les deux espèces de sol. — Une autre vallée glaciaire, figurée p. 25, fait voir une érosion considérable qui a favorisé par l'écoulement de l'eau l'invasion d'un boisement naturel sur la plaine entière.

Les parties les plus anciennes du sol, qui renferment une couche d'alios, ont été pourvues d'une végétation de bouleau incomplète et languissante; tandis que les étendues de niveau plus bas qui sont formées par les érosions et dont le sol ne présente pas d'alios portent de beaux massifs naturels de hêtre.

Dans la plaine de Karup les eaux glaciaires ont creusé à un certain endroit une petite vallée à pentes rapides. Sur le plateau au-dessus de l'érosion une bande, large d'environ 500 m, de broussailles de chêne nain s'étend le long du bord de la pente (fig. 10, p. 135). Le relief du sol indique que la surface date d'une époque antérieure à la retraite du glacier, et, à peu de distance de la surface, on constate une couche d'alios dur. C'est cette couche d'alios sans doute qui a empêché les chênes de se développer — leur hauteur ne dépasse ordinairement pas 1 m. D'autre part, les graines de ces arbres n'auraient pas pu se développer sans la vallée voisine dont la pente a absorbé l'humidité du sol jusqu'à une certaine distance.

4° En examinant les différentes formes d'humus que contient le sol des plaines glaciaires, l'attention est attirée par l'azote des matières humiques.

Les sables de ces plaines, si pauvres en principes solubles inorganiques, ne renferment également qu'une faible proportion d'azote, à peine 2 % des matières organiques, et à cet égard il n'y a qu'une petite différence entre l'humus brut de bruyère et l'humus doux, qui en renferme ordinairement 0,5 % de plus que le premier. Mais la rapidité de décomposition des matières azotées diffère beaucoup d'un humus à l'autre. Dans l'humus doux, les processus de décomposition des débris organiques produisent une quantité

assez considérable d'ammoniaque et déterminent une nitrification régulière plus ou moins énergique. Dans l'humus brut de bruyère, au contraire, la production d'ammoniaque se développe très lentement, et la nitrification n'a pas lieu (cfr. p. 110—111).

Les sables glaciaires en question, de composition tout à fait homogène, ont produit, par la décomposition de l'humus y contenu, en 30 jours, les quantités suivantes

	d'azote d'ammoniaque	+ d'azote nitrique
humus doux	3,659	0,685
— brut	0,352	0

Les chiffres indiquent les quantités trouvées, exprimées en pour 100 de l'azote total au commencement de l'expérience. (Moyenne de 12 analyses).

Ces propriétés des deux espèces d'humus ont une grande influence sur la végétation. Par des expériences on a démontré que les engrais minéraux employés seuls dans la culture forestière de ces terrains, ne donnent pas de résultat sans la production simultanée en mélange avec les jeunes arbres d'une végétation de légumineuses à racines bien pourvues de nodosités.

La transformation lente et incomplète de l'azote humique pendant la décomposition des matières organiques s'explique avec quelque vraisemblance comme un symptôme de la nature anaérobe de la couche superficielle du sol. Et si nous considérons que la même couche du sol est caractérisée par la pauvreté en oxygène des eaux croupissantes, il devient vraisemblable que ces deux propriétés nuisibles à la végétation phanérogame en général sont dus à la même cause, à

savoir au relief plan du terrain et à la présence, à une faible profondeur, de la couche compacte et imperméable de l'alios.

* * *

Dans la dernière partie de la période glaciaire, la végétation prédominante en Danemark et dans la Suède meridionale était la flore du Dryas, comme l'ont prouvé les trouvailles nombreuses, faites dans nos tourbières. En partant de l'hypothèse d'une végétation de toundra, l'auteur s'est donc procuré des renseignements sur le sol et la végétation des toundras actuelles, pour y chercher des parallélismes avec l'état probable des plaines du Jutland dans la période glaciaire. Parmi les ouvrages qui traitent ce sujet, l'auteur a porté une attention particulière sur les recherches faites, dans le nord-est de la Russie d'Europe, entre la mer Blanche et le fleuve de Petschora, dont les toundras sont citées, de bonne source, comme les paysages les mieux étudiés de ce genre (*58*).

On sait que les toundras couvrent les plaines arctiques de l'hémisphère septentrionale au-delà de la limite forestière. Cependant Tanfilief (*120*) a fait observer, que cette formation est nécessairement liée à un sous-sol constamment gelé; il fait ainsi entrer un élément édaphique dans la notion de toundra. — Mittendorff et d'autres encore avaient déjà émis une idée pareille. — Tanfilief dit en effet, en parlant de la toundra de Timan, que la limite des terrains boisés coïncide avec la limite sud de la toundra, mais il fait remarquer que cette limite n'est pas seulement de nature météorologique: elle dépend aussi du relief du terrain et de la nature du sol. Nous voyons ainsi que dans les pentes d'érosion où le dégel de l'été s'étend plus profondément, et

dans les terrains où la glace souterraine se trouve à un niveau plus bas, ou manque complètement, ces pentes sont en général boisées, surtout si le sol est sablonneux. Sous la tourbe et d'autres dépôts humiques la glace est plus proche de la surface. Ainsi se produit le phénomène que voici: au nord de la limite forestière ordinaire la végétation ligneuse se continue dans la toundra le long des cours d'eau érodés dans la plaine, même aux bords de rivières qui n'ont pas parcouru les régions boisées; et en outre sur des hauteurs isolées au milieu de la toundra horizontale (voir la fig. 18, p. 188).

On verra que cette description de la répartition de terrains boisés et de toundras dans les régions arctiques, offre une analogie remarquable avec la répartition de la végétation ligneuse et de bruyère que nous observons dans les plaines glaciaires du Jutland.

Sous ces latitudes, la couche supérieure du sol, qui produit la végétation, est saturée d'humidité, bien que les précipitations atmosphériques soient peu abondantes; dans la toundra horizontale où l'eau s'écoule difficilement, il y a même sur-saturation. Une partie de cette humidité reste près de la surface où elle gèlera toujours, ce qui détermine le manque d'arbres (GLINKA *39*). Ce stratum gelé étant imperméable, les détritus de la végétation, où il y en a, formeront une couche superficielle plus ou moins remplie d'humus, laquelle à son tour contribuera à former l'alios humique. L'alios constitue une couche haut placée imperméable qui après la régression de la glace souterraine restera en place et entretiendra l'état marécageux de la partie supérieure du sol dans les saisons froides et humides. Au contraire, dans les endroits où l'eau peut pénétrer plus profondément, comme dans les pentes d'érosion, ou écouler

le long de la surface, ou enfin dans les îlots qui s'élèvent au-dessus de la plaine, partout donc où l'eau peut couler librement, il semble qu'aucune couche gelée ne se forme en petite profondeur; il paraît qu'une formation d'alios humique n'y trouvera pas non plus de conditions d'existence.

Les formations qu'on désigne sous le nom de toundras diffèrent considérablement les unes des autres. La toundra qui est venue s'établir dans les plaines fluvio-glaciaires du Jutland a probablement ressemblé à celle que Mittendorff appelle »Hochtundra« ou »Trockentundra« à végétation de Polytricum prédominante. C'est ce qu'indiquent les imposantes formations sablonneuses de ces landes, le manque de tourbières et le relief du paysage environnant, qui n'a pu envoyer qu'une faible quantité d'eau sur la plaine de Karup, quand celle-ci n'était plus arrosée par l'eau glaciaire.

Voici en peu de mots les arguments qui nous semblent militer en faveur d'un parallèle à établir entre la structure du sol de la toundra sèche et le profil ordinaire de la lande à bruyère du Jutland.

1° Suckatschew dit (*119*) que si le sol de la toundra est sablonneux, il se formera, sous la surface, de l'alios, qui en général sera désagrégé par la gelée. Sous l'action de la gelée, les fragments sont ensuite déplacés entre eux, de sorte qu'on trouve rarement un sol à structure d'alios intacte.

2° La couche au-dessus de l'horizon congelé et imperméable (Nikiforoff *91*, Högbom *57*), couche humide ou saturée d'eau pendant la saison chaude, subit des alternatives fréquentes de »regélation« et de »solifluction«; l'état plastique qui en résulte finira par effacer complètement la structure primitive de la couche en question.

3° Dans les endroits où l'horizon gelé se trouve à petite distance de la surface du sol, il se forme souvent une

épaisse couche trassante d'humus au-dessus du niveau congelé (GLINKA *39*).

4° Enfin, plusieurs auteurs mentionnent les crevasses souvent profondes, que produit la gelée dans les toundras à fond congelé. Dans ce qu'on appelle »fond à polygones«, ces crevasses semblent se produire régulièrement (voir fig. 21 p. 205), elles se remplissent souvent d'un limon humique provenant de la couche éluviale (LEFFINGWELL *70*) et deviennent des foyers de végétation.

Tous ces traits caractéristiques pour la structure de la croûte superficielle du sol de la toundra se retrouvent dans le profil de la plaine fluvio-glaciaire du Jutland, lequel diffère essentiellement des formations récentes de »podsol« qui caractérisent le paysage morainique.

Les figs. 19 et 20 (p. 205) sont reproduites d'après des photographies prises sur des sections du sol de la plaine glaciaire de Karup. On y voit comment le sol sablonneux est déposé en stratums minces et horizontaux sous la couche d'humus brut de bruyère. Jusqu'à une certaine profondeur au-dessous de la surface du sol, la structure primaire de celui-ci est complètement altérée. La régularité de la formation et sa nature générale fait conclure que ces altérations ne sont pas causées par la vie organique du sol, par les racines des plantes etc., ni par les sables mouvants. Le phénomène que je viens de signaler s'explique sans doute comme un effet de la »regélation« du sol jusqu'à la couche gelée dans son état de toundra.

Au fond de la couche éluviale, on observe une accumulation d'humus toute pareille à celle que décrit GLINKA (*39*) et qui a probablement été observée par FROSTERUS (*36* p. 18), mais que l'auteur n'a jamais trouvée ailleurs.

Les deux figures font voir en outre la désagrégation de

l'alios décrite par Suckatschew et le déplacement de ses débris; enfin on y trouve les traces des crevasses souvent mentionnées; dans la fig. 19, à l'endroit marqué d'un ×, on observe les coins de limon humeux déposés au fond des crevasses du sol gelé.

Quant à l'humus des plaines à bruyère, nous avons signalé des variations considérables dans la décomposition des détritus organiques contenus dans le sol, et nous avons fait, en quelque mesure, de la faculté nitrifiante du sol le symptôme des échanges plus ou moins intenses qui s'opèrent dans un milieu aërobe. Des recherches institutées en Groënland ont fait constater que dans une région arctique, il peut se produire un développement d'acide nitrique pareil à celui qu'on trouve dans le sol des pays européens appartenant à la zone tempérée. Il y a donc lieu de supposer que le terreau doux et l'humus brut reconnus dans le sol groënlandais existent dans la toundra de même que dans les terrains que nous venons d'étudier.

* * *

La géologie a établi le fait qu'à une époque appartenant à la période glaciaire postérieure, les plaines fluvio-glaciaires du Jutland étaient soumises à des conditions analogues à celles qu'on retrouve encore dans la toundra arctique. A notre tour, nous avons appelé l'attention sur les phénomènes suivants:

1° Les associations de plantes qui végètent dans les landes à bruyère d'origine fluvio-glaciaire du Jutland, partagent le terrain entre elles selon l'état particulier de terreau qui convient à chacune. Dans les toundras il se retrouvent des associations semblables qui se distribuent d'une manière analogue.

2° Les couches d'alios humique que renferme le profil des plaines à bruyère du Jutland, diffèrent, tant par leur composition chimique que par leur structure, des formations récentes d'alios qu'on rencontre souvent dans un sol sablonneux, notamment dans celui des moraines. D'autre part, cet alios humique possède des traits particuliers qui tous sont cités comme caractéristiques des formations d'alios dans les sables toujours gelés de la toundra.

En considérant cet ensemble de circonstances, il nous paraît légitime d'en tirer la conclusion que le sol des plaines fluvio-glaciaires du Jutland conserve encore, en tant que station de végétation, le caractère acquis dans la période des toundras, et que son état peu favorable à la vie des plantes n'est pas le résultat des agents actuellement actifs: il est né sous l'action de forces aujourd'hui depuis longtemps inactives.

LITTERATUR,

til hvilken der er henvist i foranstaaende Tekst.

1. Aarnio, B.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Ausfällung des Eisens in Podsolböden (Intern. Mitteil. für Bodenkunde, III) 1913.
2. — Ueber die Ausfällung des Eisenoxyds und des Tonerde in Finnländischen Sand- u. Grusböden (Geologiska Kommissionen i Finland, Geologiska Meddelanden Nr. 16) 1915.
3. — Om Sjömalmerna o. s. v. (Geologiska Kommissionen i Finland, Geotekniska Meddelanden Nr. 20) 1918.
4. — Agregeologiska Kartor Nr. 3, Helsingfors 1920.
5. Albert, R., Beitrag zur Kenntnis der Ortsteinbildung (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdwesen Bd. 42, 1910).
6. — Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lünenburger Heide (Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen Bd. 44, 1912, Bd. 45, 1913).
7. Andersson, Gunnar, Svenska växtvärldens historia, Stockholm 1896.
8. Arrhenius, O., Oekologische Studien in den Stockholmer Schären, Stockholm 1920.
9. — Influence of soil reaction on earth-worms (Journal of Ecology, Vol. 2 Nr. 4) 1921.
10. — Hydrogenionconcentration, soilpropedies and growth of higher plants (Arkiv för Botanik, Bd. 18, 1) 1922.
11. — Kort översikt av markreaktionens betydelse for växternas liv (Nordisk Jordbrugsforskning, Hefte 5—6) 1922.
12. Barthel, Chr., Recherches bactériologiques sur le sol etc. du Groënland septentrional (Meddelelser om Grønland, LXIV) 1922.
13. Baumann, A. u. Gully, E., Untersuchungen üb. die Humussäuren II (Mitteil. d. K. Bayr. Moorkulturanstalt Heft 4) 1910.
14. van Bemmelen, J. M., Die Absorptionsverbindungen u. das Absorptionsvermögen der Ackererde (Dritte Abhandl.) (Landwirtsch. Versuchsstat. Bd. 35) 1888.

15. VAN BEMMELEN, J. M., Ueb. das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufung in u. unter Mooren (Zeitschr. f. Anorg. Chemie Bd. 22) 1900.

16. BJERRUM, NIELS og GJALDBÆK, J. K., Undersøgelser over de Faktorer, som Bestemmer Jordbundens Reaktion (D. kgl. Veterinær- og Landbohøiskoles Aarsskrift 1919, p. 48 ff.).

17. v. BUNGE, A., Einige Worte zur Bodeneisfrage (Verhandl. d. kaiserl. russischen mineralog. Gesellsch., Bd. XL. St. Petersb.) 1902.

18. CHRISTENSEN, HARALD R. o. LARSEN, O. H., Undersøgelser o. Jordens Kalktrang (Tidsskr. f. Landbrugets Planteavl, Bd. XVII) 1910.

19. CHRISTENSEN, H. R., MENTZ, A. o. OVERGAARD, N., Undersøgelser over Moseforsøgsarealer o. s. v. (Tidsskr. f. Landbrugets Planteavl, Bd. XIX) 1912.

20. — — — Undersøgelser ov. Moseforsøgsarealerne under Statens Forsøgsstationer (Tidsskr. for Landbrugets Planteavl, Bd. 19) 1912.

21. CHRISTENSEN, HARALD R., Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden I, II (Tidsskr. for Landbrugets Planteavl, Bd. 21 og 28) 1914, 1922.

22. — Undersøgelser vedr. nogle nye Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion og Kalktrang (154. Beretn. fra Statens Forsøgsvirksomh. i Plantekultur) 1923.

23. COLDING, A., Om Lovene for Vandets Bevægelse i Jorden (Kgl. d. Videnskab. Selskabs Skrifter R. 5 Bd. IX) 1872.

24. DALGAS, E., Geografiske Billeder fra Heden, Opl. 2. 1870.

25. — Fortids- og Fremtids-Skovene i Jyllands Hedeegne (Hedeselskabets Tidsskrift) 1883, 1884, 1885.

26. EGE, RICHARD, Mindre kendte respiratoriske Medier (Vidensk. Meddel. fra Dansk naturh. Foren. Bd. 67, XIV) 1916.

27. EHRENBERG, PAUL, Die Bodenkolloide. Dresden 1915.

28. EMEIS, C., Waldbauliche Forschungen u. Betrachtungen. Berlin 1875.

29. — Die Ursachen der Ortsteinbildung und ihr Einflusz auf die Landeskultur in Schleswig-Holstein (Vereinsblatt des Heidekultur-Verein für Schleswig-Holstein, Jahrg. 36) 1908.

30. VOGEL v. FALCKENSTEIN, K. Untersuchungen von märkischen Dünensandb. m. Kiefernbestand (Intern. Mitt. für Bodenkunde Bd. I) 1912.

31. — Ueb. Nitratbildung im Waldboden (Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. III) 1913.

32. Freck, Fritz, Eisboden u. Bodeneis in Nordsibirien o. s. v. (Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Berlin) 1906.

33. Francé, R. H., Das Edaphon, Untersuchungen zur Oekologie der bodenbewohnenden Mikroorganismen, München 1913.

34. Frosterus, Benj., Beitrag zur Kenntnis der Bodenbildung in Tonen der humiden Gegenden (Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Bd. III) 1913.

35. Frosterus, Benj. u. Glinka, K., Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten, I—VI, Helsingfors 1912, 13.

36. Frosterus, Benj., Versuch einer Einteilung der Böden des Finnländischen Moränengebietes, Helsingfors 1914.

37. Früh, I. u. Schröter, C., Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamte Moorfrage, Bern 1904.

38. Gaarder, T. o. Hagem, O., Salpetersyredannelse i udyrket Jord (Medd. Nr. 4 fra Vestlandets forstl. Forsøgsstat. Bergen) 1921.

39. Glinka, K., Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation u. geografische Verbreitung, Berlin 1914.

40. — Zur Frage über den Unterschied zwischen Podsol u. Moorverwittrungstypen (La Pedologie, Revue intern. 1911 Nr. 2).

41. Graebner, Paul, Die nicht parasitären Krankheiten (1. Bd. af P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten IV. Aufl.) 1921.

42. — Handbuch der Heidekultur. Leipzig 1904.

43. Hamberg, A., Zur Kenntnis der Vorgänge im Erdboden beim Gefrieren o. s. v. (Geol. Fören. Förhandl., Bd. 37, 1915, Stockholm) 1916.

44. Harder, Poul, En østjydsk Israndslinie og dens Indflydelse paa Vandløbene (Danm. geol. Undersøgelse R. II Nr. 19) 1908.

45. Hartz, N., Allerød-Muld, Allerød-Gytjens Landfacies (Dansk geolog. Foren. Meddel. Bd. IV, Hft. 1) 1912.

46. Helms, Johs., Grankulturerne i Borbjerg og Sevel Plantager (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. VI) 1922.

47. — De gamle Skovfyrbevoxninger paa Silkeborg-Distr. (Dansk Skovforen. Tidsskr. Bd. 7) 1922.

48. Hesselman, H., Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet (Meddel. fra Statens Skogförsöksanstalt Hft. 7) 1910.

49. — Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen, Jena 1904 (Beiheft zur Bot. Centralblatt 1904).

50. Hesselmann, H., Jordmånen i Sveriges skogar (Skogvårdfören. folkskrifter) 1911.
51. —. Om förekomsten af rutmark på Gotland (Geol. Fören. Förhandl. Bd. 37) 1915.
52. — Studier över salpeterbildn. i naturl. jordmåner och dess betydelse i växtbiologisk avseende (Meddel. fr. Statens skogeförsöksanst. Bd. 13—14) 1917.
53. — Om våra skogsföryngringsåtgäders invirkan på salpeterbildn. i Marken o. s. v. (Meddel. fra Statens skogsförsöksanst. Bd. 13—14) 1917.
54. — Studier över de norrländska tallhedernes föryngringsvillkor I o. II (Medd. fr. Statens skogsförsöksanst. Bd. 7 o. 13—14) 1910 o. 1917.
55. Holmboe, Jens, Planterester i norske Torvmyrer (Skr. af Videnskabs-Selskabet i Christiania, I 1903) 1904.
56. Holmsen, Gunnar, Spitsbergens Jordbundsis og de bidrag dens undersøkelse har kunnet gi til forstaaelsen av de i arktiske land optrædende varige isleier i jorden o. s. v. (Det norske geografiske selskaps aarbok, XXIV 1912—13, Kristiania) 1914.
57. Högbom, Bertil, Üb. die geologische Bedeutung des Frostes (Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, XII, Upsala) 1914.
58. Jacobi, Arnold, Die Tundra (Alfred Heltner, Geografische Zeitschr., Jahrg. 25, Berlin) 1919.
59. Jessen, Axel, Beskrivelse til geologisk Kort over Danmark, Kortbladene Skagen, Hirtshals, Frederikshavn, Hjørring og Løkken (Danmarks geologiske Undersøgelse I. Række Nr. 3) 1899.
60. — Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark, Kortbladene Aalborg og Nibe [nordlige Del] (Danmarks geologiske Undersøgelse I. Række Nr. 10) 1905.
61. Jessen, A. o. Nordmann, V., Ferskvandslagene ved Nørre Lyngby (Danm. geolog. Undersøgelse, R. II Nr. 29) 1915.
62. Jessen, Axel, Vendsyssels Geologi (Danmarks geologiske Undersøgelse V. Række Nr. 2) 1918.
63. — Stenalderhavets Udbredelse i det nordlige Jylland (Danmarks geologiske Undersøgelse II. Række Nr. 35) 1920.
64. Jessen, Knud, Moseundersøgelser i det nordøstlige Sjælland. Kbhvn. 1920.
65. Jost, Ludw., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Jena 1904.
66. Kjellman, F. R., Om Växtligheten på Sibiriens Nordkust (Vega-Expeditionens vetenskapliga iagttagelser, Bd. I, Stockholm) 1882.
67. Kihlman, A. Osw., Pflanzenbiologische Studien aus Russisch

Lappland (Acta societatis pro fauna et flora fennica Tom. VI, Nr. 3) 1890.

68. Kopecky, J., Die physikalische Eigenschaften des Bodens (Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Bd. IV) 1914.

69. Kostytcheff, P. A., Recherches sur la formation et les qualités de l'humus (Annales agronomiques T. XVII) 1891.

70. Leffingwell, E. de K., Ground-Ice Wedges, The dominant Form of Ground-ice on the North-Coast of Alaska (The journal of Geology, Vol. XXIII, Chicago) 1915.

71. Leiningen, Vilh. Graf zu, Bleichsand und Ortstein (Naturhistorische Gesellschaft, Nürnberg) 1911.

72. Madsen, Victor, Terrainformer paa Skovbjerg Bakkeø (Meddel. fra Dansk geol. Foren. Bd. VI Hft. 1) 1921.

73. Mayer, Adolf, Bleisand und Ortstein (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen Bd. 58) 1903.

74. Mélin, Elias, Studier över de nordländska myrmarkernas Vegetation, Upsala 1917.

75. Mentz, A., Naturfredning, særlig i Danmark, København 1909.

76. — Studier over danske Mosers recente Vegetation, Kbhvn. 1912.

77. Mitscherlich, E. A., Bodenkunde, III. Aufl., Berlin 1920.

78. Mittendorffs, A. Th. v., Reise in den äussersten Norden u. Osten Sibiriens, Bd. IV, Theil 1, St. Petersburg 1867.

79. Müller, P. E., Studier over Skovjord, I, Om Bøgemuld og Bøgemos paa Sand og Ler (Tidsskrift for Skovbrug III) 1878.

— Studier over Skovjord, II, Om Muld og Mor i Egeskove og paa Heder (Tidsskrift for Skovbrug VII) 1884.

79.*— Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden, Berlin 1887.

80. — Om Bjergfyrrens Forhold til Rødgranen i de jydske Hedekulturer (Tidsskr. f. Skovbr. Supplement) 1903.

81. — Om nogle Bælgplanters Udvikling i bearbejdet jydsk Hedejord (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. I) 1905.

82. Müller, P. E. og Weis, Fr., Studier over Skov- og Hedejord I, Om Kalkens Indvirkning paa Bøgemor (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. I) 1906.

83. Müller, P. E., Rørdam, K., Helms, Jhs. og Wøldike, E. H., Bidrag til Kundskab om Rødgranens Vækstforh. i midtjydsk Hedebd. (Det forstl. Forsøgsv. i Danm., III) 1910.

84. Müller, P. E. og Helms, Johs., Forsøg med Anvendelse af Kunstgødning til Grankultur i midtjydsk Hedebund (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. III) 1913.

85. Müller, P. E., Revision of Forsøgskulturerne med Gran i

Gludsted Plantage (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. VI) 1922.

86. Münst, Max, Ortsteinstudien im obern Murgtal (Schwarzwald) (Mitteilungen der geolog. Abt. des kgl. württ. Stat. Landesamtes Nr. 8) 1910.

87. Möller, A., Ueb. die Würzelbildung der ein- u. zweijährigen Kiefer im märkschen Sandboden (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 34 o. 35) 1902, 1903.

88. — Die Nutzbarmachung des Rohhumus (Trockentorf) bei Kiefernkulturen (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 40) 1908.

89. Möller, A. u. Albert, R., Ueber Stickstofdüngung der Holzpflanzen (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. XLVIII) 1916.

90. Möller, A. u. Hausendorf, Humusstudien (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 53) 1921.

91. Nikiforoff, C., De certains phénomènes dynamiques observés dans les sols de la région à glaciation souteraine (La Pédologie, 14me année) 1912.

92. Nordenskiöld, A. E., Vega-Expeditionens vetenskapliga iakttagelser, Bd. 1, Stockholm 1882.

93. Odén, Sven, Die Humussäuren (Kolloidchemische Beihefte Bd. XI) 1919.

94. Olsen, Carsten, Undersøgelser over den store Nældes Fordringer til Voxestedet (Tidsskr. f. Skovvæsen Bd. XXX) 1918.

95. — Studier over Jordbundens Brintionkoncentration o. s. v. Kbhvn. 1921.

96. — Studier ov. Skovjordens Surhedsgrad (Dansk Skovforen. Tidsskr. Bd. VIII) 1923.

97. Petersen, O. G., Forstbotaniske Undersøgelser, Kbhvn. 1906.

98. Pohle, Richard, Wald- u. Baumgrenze in Nord-Ruszland (Zeitsch. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Berlin) 1917.

99. Ramann, E., Ueber die Verwitterung diluvialer Sande (Jahrb. d. kgl. preussischen geolog. Landesanstalt für 1884) 1885.

100. — Ueb. Bildung u. Kultur des Ortsteins (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 18) 1886.

101. — Der Ortstein u. ähnliche Secundärbildungen in den Diluvial- u. Alluvial-Sanden (Jahrb. d. kgl. preuss. geologischen Landesanstalt für 1885) 1886.

102. — Der Einflusz verschiedener Bodendecken auf die physikalischen Eigenschaften der Böden (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Jahrg. XXXIII) 1898.

103. — m. fl., Anzahl u. Bedeutung der niederen Organismen in Wald- u. Moorböden (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw. Bd. XXXI) 1899.

104. Ramann, E., Bodenkunde, 3. Aufl. 1911.
105. — »Pufferwirkungen« der sauren Kohlensauren Salze und ihre Bedeutung für Waldböden (Zeitsch. f. Forst- u. Jagdw.) 1922.
106. Raunkiær, C., Forskjellige Vegetationstypers forskjellige Indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration (Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biologiske Meddelelser III, 10) 1922.
107. Remy, Th., Bodenbakteriologische Studien (Centralblatt für Bakteriologie etc. Abth. II Bd. VIII S. 657) 1902.
108. Rindell, Arthur, Några anmärkningar rörende teorien for oppkomsten af »ahl« eller »ortstein« (Meddel. fr. Landbruksvetenskapliga Samfundet i Finland) 1910, H. I, Bilaga 4.
109. — Ueber die chemische Natur der Humussäuren (Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. I, 1911).
110. — Lärobok i Agrikulturkemi och Agrikulturfysik, Helsingfors 1919.
111. Ritter, G. A., Merkwürdigkeiten bezüglich des Salpetergehaltes im Moorboden (Intern. Mitteil. f. Bodenkunde Bd. II) 1912.
112. Romell, Lars-Gunnar, Luftvexlingen i Marken som ekologisk Faktor, Stockholm 1922.
113. Rørdam, K., De geologiske Forhold i det nordøstlige Sjælland, Beskrivelse af Kortbladene »Helsingør« og »Hillerød« (Danmarks geol. Undersøgelse, R. I Hft. 1) 1893.
114. — Geologisk-agronomiske Undersøgelser ved Lyngby Landboskole m. v. (Danm. geolog. Undersøgelse R. II Nr. 3) 1894.
115. Schotte, Gunnar, Ljunghedernas geografiska utbredning och produktionsmöjligheter (Kgl. Landbruks-Akad. Handlingar och Tidskrift, 60. Årg.) 1921.
116. Senft, F., Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, Leipzig 1862.
117. Stahl, E., Der Sinn der Mycorhizenbildung (Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXIV) 1900.
118. Sernander, Rutger, Flytjord i svenska fjälltrakter (Geologiska fören. i Stockholm förhandl. Bd. XXVII) 1905.
119. Suckatschew, V. N., L'influence de la congélation perpétuelle sur le sol (Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, Tome V) 1911.
120. Tamm, Olof, Markstudier i det nordsvenska Barrskogsområdet (Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt, H.17) 1920.
121. Tanfiljef, Die polare Grenze des Waldes in Rusland, nach

Untersuchungen in der Tundra der Timon-Ssamojeden, Odessa 1911.

122. Toll, E. V., Wissenschaftl. Result. der von der kaiserl. Akad. d. Wissensch. zur Erforsch. d. Janalandes u. d. Neusibir. Inseln ausges. Exped. III (Mém. de l'Akad. imp. d. sciences de St. Petersbourg, Ser. VII, Tom. XLII Nr. 13) 1895.

123. Tuxen, C. F. A., Nogle Analyser af jydsk Hedejord (Tidsskr. f. Skovbrug Bd. I) 1876.

124. — Om Lyngskjoldens Udluftning (Tidsskr. f. Skovbrug Bd. II) 1877.

125. Ussing, N. V., Om Jyllands Hedesletter og Teorierne om deres Dannelse (Overs. o. Det kgl. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger 1903 Nr. 2) 1903.

126. — Om Floddale og Randmoræner i Jylland (Overs. o. Det kgl. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger, 1907 Nr. 4) 1907.

127. — Danmarks Geologi, Udg. 3, 1913.

128. Wammen, J. P., Efterretninger om Karup Sogn i Lysgaard Herred (Aarbøger, udgivne af historisk Samfund for Aarhus Stift, Bd. IX, Aarhus) 1916.

129. Warming, Eug., Om Grønlands Vegetation (Meddelelser om Grønland, Hefte 12) 1888.

130. — Den danske Planteverdens Historie efter Istiden, Universitetets Aarsskrift 1904.

131. Warming, Eug. u. Graebner, P., Eug. Warming's Lehrb. d. ökologischen Pflanzengeographie, Berlin 1918.

132. Warming, Eug., Fra det brændte Himmelbjerg (Botan. Tidsskr. Bd. 33) 1913.

133. — Dansk Plantevæxt, 3. Skovene (Botan. Tidsskr. Bd. 35) 1916—19.

134. Vaupell, Chr., De danske Skove, Kbhvn. 1863.

135. Weis, Fr., Om Salpetersyrens Forekomst og Dannelse i Muld og Mor (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. II) 1908.

136. — Forsøg over forskellige Kalkmængders Indflydelse paa Bøgens Udvikling paa Morbund (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. III) 1913.

137. Weis, Fr. og Bondorff, K. A., Kemisk-biologisk Undersøgelse af Skovjord under overernærede Graner i Lyngby Skov (Det forstl. Forsøgsv. i Danm. Bd. V) 1920.

138. Weis, Fr., Meddel. fra dansk Skovforen. Gødningsforsøg II, Foss' Forsøg med Frembringelse af Egekultur paa Hedebund (Dansk Skovforen. Tidsskr.) 1922.

139. Wollny, E., Die Zersetzung der organischen Stoffe u. die Humusbildungen, Heidelberg 1897.

TILLÆG

140. MALMSTRÖM, CARL, Degerö stormyr, En botanisk, hydrologisk och udviklingshistorisk undersökning över ett nordsvensk myrkomplex (Medd. fra Statens Skogsförsöksanstalt, Hft. 20, Stockholm) 1923.

141. HENRY, E., Sols forestiers, Paris o. Nancy 1908.

142. PETERSEN, ERIK J., Undersøgelser over Bakteriefloraen i arktiske Jordprøver (Nordisk Jordbundsforskn.) 1924.

Rettelser.

Side 8, Linie 5 f. n.: V, læs VI.
- 10, — 16 f. n.: 7. A. S. 62, læs 8, I S. 65.
- 16, — 6 f. n.: »nedstemmende«, læs »nedslemmende«.
- 67, — 8—9 f. n.: Henvisning til Frosterus udgaar.
- 63, — 1 f. n.: »Tallene angiver pCt. af det Opløselige«; læs: »Tallene angiver Andelen for hvert Stof af den opløselige Totalprocent i lufttør stenfri Jord.«

INDHOLD

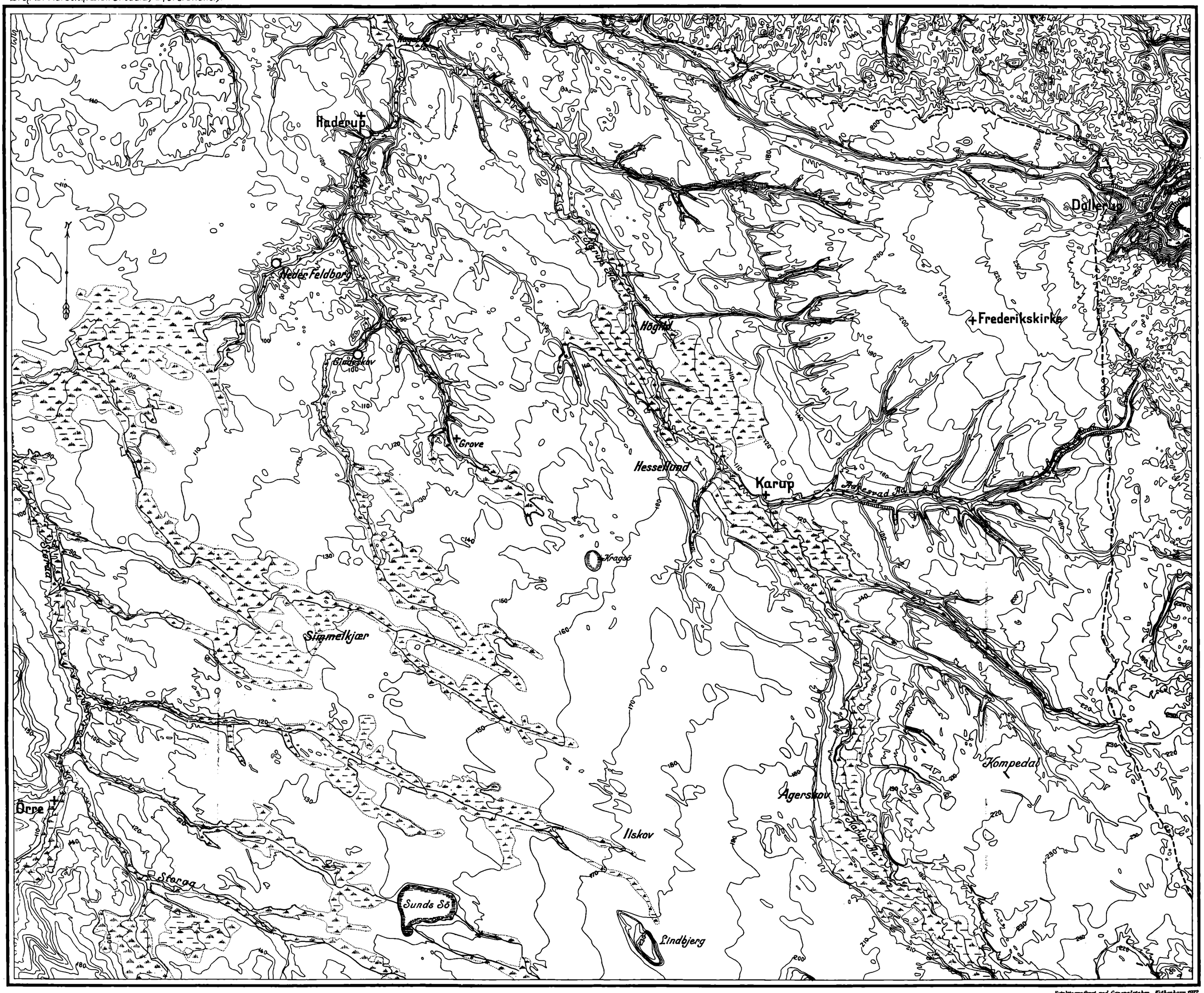
	Side
Indledning	3
I. Gamle Aldannelser.	
1. Jordbunden i Skovrelikter i det vestlige Vendsyssel	6
2. Gamle Aldannelser i Falborg-Dalen	12
3. Skalsaa-Dalen	21
4. Gudenaa-Dalen ved Silkeborg	24
5. Skjernaa-Dalen ved Hastruplund	29
6. Karup-Hedeslette og Karup-Dalen	32
7. Tilbageblik paa Iagttagelserne fra de foran omhandlede Lokaliteter	44
II. Nyere Undersøgelser over Podsoljorder	47
III. Den fysiske Beskaffenhed af den alholdige Hedeslettes Jordbund	61
1. Hedeslettens typiske Jordbundsprofil	62
2. Den typiske Profils Forhold til Vand og Luft	69
3. Afvigende Jordbundsprofiler	85
IV. Biologiske Forhold i Hedeslettens Jordbund	92
1. Det organiske Affalds Omsætning	92
2. Hedebundens Kvælstof	95
3. Det assimilable Kvælstofs Forekomst i Skov- og Hedejord	104
4. Humuskvælstoffets Omsætning i Hedeslettens Jordbund	109
5. Kærjordens Nitrifikationsevne	116
6. Tilbageblik paa Kvælstoffets Forhold i Hedesletten	119
V. Udbredelse, Begrænsning og Alder af de for Hedesletten typiske Egenskaber	121
1. Begrænsning i Terrainet af Jordskorpens forskellige Typer	123
2. Alderen af de i Terrainet synlige Grænser mellem Jordskorpens forskellige Typer	125
VI. Vegetationen	130
1. Hedesletten med i Hovedsagen typisk Profil	130
2. Træbevokset Kærbund i Hedesletten og dens Erosionsdale	131
3. Træbevoksning paa afvandede Partier af Hedesletten	134
4. Muldet Hede	139
5. Egekrattene som Reliktformation	140
6. Bidrag til Egekrattenes Økologi	159
7. Tilbageblik	179

Side
VII. Hedeslette og Tundra 184
1. Forholdet mellem Tundraens frosne Horizont og dens Overflades Relief 186
2. Smeltevandsslettens Tundraprofil 192
3. Om arktiske naturlige Jorders Nitrifikationsevne 211
4. Hedeslettens Jordbund som Tundrarelikt 218
Résumé 220
Litteratur 234
Rettelser 242

Meddelt paa Mødet den 26. Januar 1923.
Færdig fra Trykkeriet den 7. Juli 1924.

Hovedafsnit af Karup-Hedeslette.

D. K. D. Vid. Selsk. Biol. Medd. IV, 2 (P. E. Müller).



Fotolitograferet ved Generalstaben. Kjöbenhavn 1922.

10 Fods ækvidistante Højdekurver

Beliggenhed af Isranden under Hedeslettens Dannelse efter N. V. Ussing

0 2000 4000 6000 8000 Mtr

Kær og Mose

BIOLOGISKE MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

1. BIND (Kr. 13,85):

		Kr. Ø.
1.	Kroman, K.: Laws of muscular action. 1917	0,95
2.	Boas, J. E. V.: Das Gehörn von Antilocapra und sein Verhältnis zu dem anderer Cavicornia und der Hirsche. Mit 2 Tafeln. 1917.	1,75
3.	Raunkiær, C.: Recherches statistiques sur les formations végétales. 1918	1,75
4.	Raunkiær, C.: Über das biologische Normalspektrum. 1918	0,40
5.	Walbum, L. E.: Undersøgelse over Petroleumsæthers og nogle rene Kulbrinters Indvirkning paa Tyfus-Coligruppens Bakterier. With a Résumé in English. 1918	1,05
6.	Krogh, Aug.: Vævenes Forsyning med Ilt og Kapillærkredsløbets Regulering. Med 1 Tavle. 1918	1,00
7.	Raunkiær, C.: Ueber die verhältnissmässige Anzahl männlicher und weiblicher Individuen bei *Rumex thyrsiflorus Fingerh.* 1918	0,40
8.	Boas, J. E. V.: Zur Kenntniss des Hinterfusses der Marsupialier. Mit 2 Tafeln. 1918	1,65
9.	Fibiger, Johannes: Investigations on the Spiroptera Cancer III. On the transmission of Spiroptera neoplastica (Gongylonema N.) to the rat as a method of producing cancer experimentally. With one plate. 1918	1,05
10.	Fibiger, Johannes: Investigations on the Spiroptera Cancer IV. Spiroptera cancer of the tongue in rats. With four plates. 1918	2,80
11.	Fibiger, Johannes: Investigations on the Spiroptera Cancer V. On the growth of small carcinomata and on predisposition to spiroptera cancer in rats and mice. 1918	0,65
12.	Raunkiær, C.: Ueber Homodromie und Antidromie insbesondere bei Gramineen. 1919	0,70
13.	Vahl, M.: The Growth-Forms of some Plant-Formations of Southern Norway. 1919	1,50
14.	Fibiger, Johannes: Investigations on the Spiroptera Cancer VI. A transplantable spiroptera carcinoma of the mouse. With three plates. 1919	2,80

2. BIND (Kr. 15,40):

1.	Boas, J. E. V.: Einige Bemerkungen über die Hand des Menschen. Med 10 Tavler. 1919	2,50
2.	Krabbe, Knud H.: Bidrag til Kundskaben om *Corpus Pineale* hos Pattedyrene. Med 7 Tavler. Avec un résumé en français. 1920	7,00
3.	Bardarson, Guðmundur G.: Om den marine Molluskfauna ved Vestkysten af Island. Med 1 Kort. 1920	5,25
4.	Raunkiær, C.: Egern, Mus og Grankogler. En naturhistorisk Studie. 1920	3,50
5.	Rosenvinge, L. Kolderup: On the spiral arrangement of the branches in some Callithamnieæ. 1920	2,25

3. BIND (Kr. 19,95):

Kr. Ø.

1. Bock, Johannes, og Poul Iversen: The Phosphate Excretion in the Urine during water diuresis and purine diuresis. 1921 1,00
2. Ostenfeld, C. H.: Contributions to West Australian botany. Part III. C. H. Ostenfeld: Additions and notes to the flora of extra-tropical W. Australia. (With XII plates and 19 figures in the text). 1921 10,50
3. Krogh, August: Fortsatte Studier over Kapillærernes Fysiologi. 1921. 0,70
4. Fibiger, Johannes, og Fridtjof Bang: Experimental production of Tar Cancer in white mice. With six plates. 1921 5,75
5. Ellermann, V.: Mesurage des angles des mitoses comme moyen de distinguer entre elles les diverses cellules lymphoïdes dans la moëlle osseuse. Avec une planche. 1921 1,00
6. Walbum, L. E.: Manganoklorids og nogle andre Saltes Indvirkning paa Antitoxindannelsen. With a résumé in english. 1921 1,10
7. Krabbe, Knud H.: Fortsatte Undersøgelser over *Corpus Pineale* hos Pattedyrene. Med 3 Tavler. Avec un résumé en français. 1921 2,50
8. Purdy, Helen Alice: Studies on the path of transmission of phototropic and geotropic stimuli in the coleoptile of Avena. 1921 1,00
9. Petersen, C. G. Joh.: Om Tidsbestemmelse og Ernæringsforhold i den ældre Stenalder i Danmark. En biologisk Studie. (Med en Kortskitse.) With a résumé in english. 1922 0,65
10. Raunkiær, C.: Forskellige Vegetationstypers forskellige Indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration). 1922 2,40

4. BIND:

1. Jensen, P. Boysen: Studien über den genetischen Zusammenhang zwischen der normalen und intramolekularen Atmung der Pflanzen. 1923 1,10
2. Müller, P. E.: Bidrag til de jydske Hedesletters Naturhistorie. Karup Hedeslette og beslægtede Dannelser. En pedologisk Undersøgelse. Med 1 Kort. Avec un résumé en français. 1924 8,25
3. Lindhard, J.: On the Function of the Motor End-Plates in Skeletal Muscles. 1924 1,00

