

76
Danmarks geologiske Undersøgelse.

IV. Række. Bd. 2. Nr. 8.

Klinten ved Halkhoved.

Af

Axel Jessen.

Med 1 Tavle.

With an English Summary:

The Glacial deposits in the cliff at Halkhoved.



København.

I Kommission hos C. A. Reitzel.

(Indeh.: Axel Sandal).

Christensen & Jørgensens Bogtrykkeri.

1930.

Pris: 1 Kr.

Danmarks geologiske Undersøgelse.

IV. Række. Bd. 2. Nr. 8.

Klinten ved Halkhoved.

Af

Axel Jessen.

Med 1 Tavle.

With an English Summary:

The Glacial deposits in the cliff at Halkhoved.



København.

I Kommission hos C. A. Reitzel.
(Indeh.: Axel Sandal).

Christensen & Jørgensens Bogtrykkeri.
1930.

Tillige trykt i
Meddelelser fra Dansk geologisk Forening Bd. 7.

Rettelser:

Side 16 Linie 6 f. o., i Stedet for 421 læs 13

" " " 13 " " 429 " 21

„ 17 „ 7 f. n. „ 425 „ 17

„ 20 „ 7 „ „ 429 „ 21

„ 26 „ 7 f. o. „ 428 „ 20

” ” ” ” ” 429 ” 21

„ 24 „ 15 f. n. „ Plate VII „ Table p. 17

Corrigenda:

Page 16 Line 6 from top, for 421 read 13

" " " 13 " " 429 " 21

„ 17 „ 7 from bottom, „ 425 „ 17

” 20 ” 7 ” ” 429 ” 21

„ 26 „ 7 from top, „ 428 „ 20

“ “ “ “ “ “ 429 “ 21

„ 24 „ 15 from bottom, „ Plate VII read Table p. 17

Klinterne langs Lillebelts Kyster og ved den vestlige Del af Østersøen frembyder i geologisk Henseende adskilligt af Interesse, ikke alene som Følge af deres Indhold af fossilførende, interglaciale Aflejringer, men ogsaa paa Grund af de forskelligartede Lag, hvorefter de er opbyggede, og disse Lags indbyrdes Lejringsforhold. Det paa de sydfynske Øer og Østkysten af Slesvig forekommende marine Ler, tidligere benævnt Cyprinaler, nu Eemler, har paa Grund af sin Rigdom paa Molluskskaller tidlig vakt Opmærksomhed. Foruden at bestemme Lagenes Fossilindhold og geologiske Alder er man blevet tvunget til at tage Stilling til de ejendommelige Forstyrrelser i Lagstillingerne, der — særlig i Ristinge Klint — optræder med en saadan Regelbundethed, at der har været, og endnu er, divergerende Opfattelse af, hvorledes de er fremkomne, om de er af tektonisk eller af glacial Oprindelse. Senere har Opmærksomheden ogsaa samlet sig om en Klint i det nordligste Lillebelt, Røgle Klint, Øst for Strib, hvor der ligeledes forekommer en marin interglacial Lerart, dog fra en ældre Interglacialtid end Eemlagene, og som sammen med forskellige Morænebænke har været udsat for meget stærke, men samtidig regelbundne Forstyrrelser.

I Ristinge Klint findes 2 Moræner, der begge er disloce-rede¹⁾; i Røgle Klint findes 4 forskellige Moræner, hvorefter

¹⁾ VICTOR MADSEN, V. NORDMANN, N. HARTZ. 1908. Eemzonerne. Rés. en français. D. G. U. II. Række. Nr. 17. København.
VICTOR MADSEN. 1916. Ristinge Klint. Nogle nye Iagttagelser. Rés. en français. D. G. U. IV. Række. Bd. 1. Nr. 2. København.

de tre er dislocerede, medens den fjerde ligger diskordant hen over Lagenderne af de ældre Lag¹⁾). Hertil kommer nu Klinten ved Halkhoved, hvor der findes 3 Morænebænke; af disse er den nederste disloceret, medens de to yngre Moræner ligger diskordant hen over de forstyrrede Lag.

Der er i disse tre Klinter en vis Lighed mellem Dislokationerne, størst mellem Ristinge og Halkhoved, men en ikke ringe Forskel mellem Dislokationernes Alder og mellem de Lag, der er dislocerede. En Omtale af Klinten ved Halkhoved kan derfor ikke være uden Interesse.

Syd for Aarøsund, mellem Haderslev og Aabenraa Fjorde, drejer Slesvigs Østkyst fra en nord-sydlig Retning skarpt mod Sydvest og Vest ind mod Genner Bugt og Aabenraa Fjord. Den derved dannede Pynt, Halkhoved, angribes stærkt af Havet og staar paa en 800 m lang Strækning med næsten nøgen, indtil 22 m høj Klint. Nord for Halkhoved, i Retning ud mod Lagunen Bankel og Aarøsund, bliver Landet lavere, Kysten ligger bedre beskyttet mod Erosion, og kun hist og her findes mindre Profiler i Skrænterne. Mod Sydvest er Landet derimod ret højt og staar ud mod Lillebelt som en henved 4 km lang og 10—27 m høj Skrænt, hvor den marine Erosion er noget stærkere, saaledes at Lagene er blottede paa en Del Steder.

Længst mod Sydvest ved „Revshalen“, hvor der i den sidst nævnte Skrænts Fortsættelse findes Strandvolde, der omslutter en Lagune, bestaar Klinten udelukkende af glacio-fluvialt Sand, der paa den yderste Pynt hviler paa Moræneler. Først $\frac{1}{2}$ km mod Nordøst optræder der over Sandet et 1—4 m tykt Dække af Moræneler; dettes Mægtighed veksler paa de følgende 2 km mod Nordøst fra 0 til 8 m. Hvor Moræneleret er mægtigst, indeholder det Bænke af lagdelt Grus eller Partier af storstenet Morænegrus. Længere mod Nordøst, hvor Klintens Højde er 20 m eller mere, ses i Foden

¹⁾ VICTOR MADSEN. 1928 i Oversigt over Danmarks Geologi. D. G. U. V. Række. Nr. 4. København.
V. NORDMANN. 1928. Ekskursion til Vejle-Fredericiaegnen. Medd. Dansk geol. Foren. Bd. 7. S. 245.

graat Moræneler, hvis Overflade naar til vekslende Højder, indtil $\frac{1}{3}$ op i Klinten; derover findes lagdelt Grus, Sand og Ler, hvis Lag i adskillige Profiler hælder $20-30^\circ$ mod NØ, og diskordant derover ligger en 2—3 m tyk Bænk af gulbrunt Moræneler. Klintens voksende Lerindhold i Forbindelse med de mange store Sten paa Strandbredden hæmmer Erosionen samtidig med at begunstige Vegetationen, saaledes at rene Profiler er faa og spredtliggende. Selv om man derfor af det nederste Morænelers uregelmæssige Overflade og de mod Nordøst hældende glaciofluviale Lag faar det bestemte Indtryk, at Klintens Bygning paa denne sidste Strækning, ligesom længere mod Nordøst i Halkhoved, er præget af regelmæssige Dislokationer, er Grundlaget dog for spinkelt til at udtale noget bestemt herom.

Den egentlige H a l k h o v e d K l i n t har en Længde af ca. 800 m. Kystlinjen danner her en flad Bue, hvoraf de sydligste 200 m har Retning $S60^\circ V-N60^\circ \emptyset$, de følgende 400 m som Helhed Retningen $S30^\circ V-N30^\circ \emptyset$, og de nordligste 200 m Retning næsten S—N med en ringe Afvigelse mod NØ. Mellem de tre Afsnit er der dog jævne Overgange. Klintens Højde er gennemsnitlig 18—20 m, men varierer fra 10—12 m mod Nordøst til 22 m i det midterste Parti. Til Grundlag for en Tegning af Klinten maalttes denne med Maalebaand langs Klintfoden; for hver 10 m sattes et Mærke. De i det følgende anførte Tal, Pæl xx, angiver Stedets Afstand i Meter fra 0-Punktet ved Klintens Sydende.

I Klinten (se Tavle VII) findes tre Morænebænke, adskilte ved glaciofluviale Lag og forskellige i Udseende, Beskaffenhed og til Dels i Stenindhold. De vil blive omtalte som nederste, mellemste og øverste Moræneler. D e t n e d e r s t e M o r æ n e l e r forekommer — bortset fra et samlet Parti længst mod Syd — som opragende, skraatstillede Flager, adskilt ved længere Strækninger, hvor de glaciofluviale Lag naar helt til Klintens Fod. Moræneleret er graat, haardt og af normal Sammensætning med et Indhold af 26—32 % Calciumkarbonat. Det overlejres af g l a c i o f l u v i a l e Lag, nederst meget groft Grus, undertiden med Sten af indtil et Hoveds Størrelse, derover finere Grus, skiftende Grus- og Sand-

lag, rene Sandlag og øverst leret Sand eller sandet Ler, altsaa en gradvis Aftagen af Kornstørrelsen opad, svarende til Indlandsisens successive Bortsmeltning fra denne Egn. Det over de glaciofluviale Lag liggende mellemste Moræneler har en Mægtighed, der svinger mellem 0 og 10—12 m. Hvor Laget er tyndt, er Leret gult og kalkfrit; hvor Mægtigheden er stor, er det graat og kan indeholde indtil 31% Calciumkarbonat. Det er bedst bevaret i Klintens højeste Del som bassinformede Udfyldninger. Derover findes dels brokket Ler, dels et Grus- og Sandlag af ringe Mægtighed men af stor Udstrækning i Klinten, og øverst den tredie Morænebænk, øverste Moræneler, der kun har en Mægtighed af 1—3 m og som Følge deraf er iltet, gulbrunt og saa godt som kalkfrit.

I Klintens Sydende findes det nederste Moræneler fra Pæl 0 til Pæl 150; sydligst ses det dog kun hist og her i den vegetationsdækkede Klint, fra Pæl 75 til 150 derimod som en lodret Væg fra Klintens Fod indtil 10 m over Strandbrededen. Det er graat, meget haardt og af normal Sammensætning. Ved Pæl 130 iagttages en Forskydning i Leret; fra Nordøst skyder der sig en 5 m lang Kile op i det overliggende, glaciofluviale Sand, og i Lerkilens Fortsættelse strækker der sig et 1—2 m mægtigt Gruslag med ægstore Sten skraat op gennem Klinten mod Sydvest til dens øverste Del ved Pæl 110. Under (Sydvest for) det skraatstillede Gruslag er Sandlagene krydslejlrede, men i store Træk horizontale. Her foreligger utvivlsomt en Overskydning, hvorved det nordlige Parti er skudt et Stykke op over det sydlige. Ved Pæl 130 har

Undersiden af Morænelerkilen	Hældning 26° mod N34°Ø
— - —	— 36° - N38°Ø
Gruslaget i Lertungens Forl.	— 45° - N36°Ø
— - — -	— 29° - N34°Ø

Morænelerets Afslutning mod Nord staar som en skraa Flade, der hælder 30—45° mod NNØ. Sand- og Gruslagene, der ved Pæl 140—150 ligger konkordant paa Leroverfladen, har en noget varierende Hældning. Der maalttes

Hældning	28°	mod	N16°Ø
—	33°	-	N 6°Ø
—	44°	-	N

Det maa derfor antages, at det nordligste Parti af Moræneleret (Pæl 130—150) med derpaa hvilende glaciofluvialt Grus er blevet løsrevet og ved et Tryk fra NNØ skudt et Stykke op over det Syd derfor liggende Lerparti.

Direkte oven paa den sidst nævnte, skraatstillede Del af Moræneleret findes et $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ m mægtigt Lag af meget groft Grus. Dette vil ses at være en gennemgaaende Regel i den øvrige Del af Klinten: overalt hvor det nederste Moræneler kommer frem, findes der umiddelbart paa Lerets Overflade et Grus- og Stenlag med haandstore, ofte indtil hovedstore Sten.

Det nederste Moræneler ses atter fra Pæl 165 til 200 og danner her et fra Nord mod Syd jævnt stigende Parti. Længst mod Syd strækker det sig som en Kile skraat opad til omtrent Klintens halve Højde, medens det over Leret liggende Gruslag fortsætter endnu et Stykke videre opad mod Sydvest. Den skraatliggende Underside af saavel Gruslag som Morænekile ses paa Afstand meget tydelig og er en almindelig Overskydningsflade. De Syd herfor liggende Sand- og Gruslag afskæres af denne Flade og er dels pakkede sammen, dels slæbt med ved Moræneflagens Glidning hen over dem. I Klintens øvre Del findes under Overskydningsfladen et Sandparti, nedadtil begrænset ved en Glideflade parallel med Overskydningsfladen; Lagene i dette Sandparti er ved Bevægelsen opad stillede lodret og bøjede i S-Form. Overfladen af det store Parti nederste Moræneler hælder gennemsnitlig mod NNØ, men da Overfladen er bølget, varierer Maalingerne fra en Hældning paa 35° mod N 22° Ø til 15° mod N 8° Ø. Sandlagene, der ligger konkordant over Moræneleret og Gruset, har en Hældning paa 26° mod N 20° Ø.

Umiddelbart over Moræneleret ligger et 2 m tykt Lag groft Grus med de største Sten direkte paa Leret. I flade Lavninger i Leroverfladen (f. Eks. ved Pæl 195—198) er disse Sten mere end hovedstore og kun lidet rullede. Derover findes glaciofluvialt Sand og Grus, der med en ret tydelig

Grænse overlejres af gult, leret Diluvialsand, delvis en Overgangsform til sandet Diluvialler, der atter overlejres af gulgraat Moræneler, mellemste Moræne. Dette Moræneler begynder mod Syd ved Pæl 170, vokser herfra jævnt i Mægtighed mod Nord, indtil 10—12 m ved Pæl 200—250, for derfra atter at aftage i Tykkelse, saaledes at det fra Pæl 270 til Pæl 330 (hvor det forsvinder) har en Mægtighed, der varierer fra $\frac{1}{2}$ til 3 m. Hvor det mellemste Moræneler har stor Mægtighed, er dets øverste Del iltet og gul, hvorimod den nederste Del er graa. Medens det nederste Moræneler, Sand- og Gruslagene samt det lerede Sand har deltaget i de Forskydninger, der karakteriserer denne Klint, ligger det mellemste Moræneler som et fuldkommen urørt Dække hen derover og er alt-saa yngre end Dislokationerne. Moræneleret findes baade her og længere mod Nord som Udfyldning i et Par flade Lavninger i de glaciofluviale Lag, hvor det har ligget beskyttet mod senere Erosion. Over det mellemste Moræneler ses et 1—2 m tykt Lag Sand og Grus, oftest overvejende Grus, der kan følges som et horizontalt Baand gennem en stor Del af Klinten, og derover øverste Moræneler, der ligeledes kan følges over en meget lang Strækning; det har en Mægtighed af 1—3 m, er brunt, gennemiltet og udvasket for Kalk, og staar som en lodret Væg direkte under Grønsværet.

Ved Pæl 270—280 kommer det nederste Moræneler igen frem i Klintens Fod. Det viser sig her som et stejlt opragende Parti, der naar næsten til Klintens halve Højde, og som staar med lodret eller endog ud over Strandbredden hængende Væg.

Op over Morænelerknuden ligger de glaciofluviale Grus- og Sandlag, snart med regelmæssige Lag, snart — og i Særdeleshed mod Nord — med kraftige Foldninger, der fremhæves ved den stærke Udskillelse af Jernforbindelser i Gruset. Morænelerets Overflade er meget ujævn; særlig paa Lerknudens Nordside ses dybe Render og Furer, der rimeligvis er slidt af Flodgruset. Grusets Mængde og Stenenes Størrelse aftager i det store og hele fra Leroverfladen op gennem Klinten. De glaciofluviale Lag naar paa dette Sted meget højt op og danner Nordsiden af det Bassin, der udfyldtes af det mellemste Moræneler. Dette Moræneler maa antages

at have haft en nogenlunde ensartet Mægtighed over en lang Strækning, men er senere blevet eroderet bort, høvlet bort, paa de højeste Punkter. Paa dette Sted i Klinten har det derfor kun en meget ringe Mægtighed, hvorimod det derover liggende Gruslag og den øverste Moræne strækker sig med konstant Mægtighed hen over de ældre Lag.

Ved Pæl 300 ses i det lerede Sand øverst i Klinten en fra Nord mod Syd hældende Linje, en Glideflade, langs hvilken der er fremkommet Foldninger, til Dels Slæb, i Lagene. Saa vidt det kunde ses for Skredmasser, synes det at være en mindre Forskydning, indskrænket til den øverste Del af Klinten, hvor Bevægelsen — i Modsætning til de øvrige Forskydninger — er foregaaet fra sydlig i nordlig Retning.

Langt tydeligere og i langt større Format er nogle af de Overskydninger, der findes i det følgende Parti af Klinten, fra Pæl 310 til Pæl 440. I den sydligste Overskydning, Pæl 310—320, iagttages kun Forskydningen gennem de glaciofluviale Grus- og Sandlag; det nederste Moræneler er ikke paa dette Sted naaet saa højt op, at det er blevet synligt over Strandbredden. Overskydningsfladen staar tydelig med en Hældning paa ca. 30° mod NNØ, og i det underliggende Sand og Grus ses Ombøjning af Lagene i Bevægelsens Retning.

Den Nord derfor liggende Overskydning, Pæl. 340—375, er meget iøjnefaldende, først og fremmest ved den impoerende Ombøjning af Lagene langs Overskydningsfladen, Fig. 1¹⁾. Længst mod Nord (Pæl 370—375) ses en skarp Kile af nederste Moræneler, der fra Strandbredden strækker sig skraat op gennem Klinten. Medens Moræneleret, der overlejres af grove Gruslag med store Sten, naar 5—6 m op over Strandbredden og her kiler ud, fortsætter de grove Gruslag med plan Underside (Overskydningsflade) videre skraat op mod Syd omtrent til Klintens øverste Del ved Pæl 335—340. Morænelerets Underside, Overskydningsfladen, har ved Pæl 365

¹⁾ De to Fotografier, Fig. 1 og Fig. 2, har maattet tages fra den smalle Strandbred skraat op mod Klinten, hvorved de perspektiviske Forhold er blevet noget fortrukne.

Hældning 24°—26° mod N10°Ø
 — 30° - N 5°Ø

Enderne af de under Forskydningsfladen liggende, horizontale Grus- og Sandlag er som nævnt bøjede om i store Buer og ved Friktionen slæbt et Stykke med opad mod Syd. Højere oppe i Klinten, hvor det grove Gruslag er skudt op over det sandede Diluvialler (eller lerede Diluvialsand), er dettes Lag foldede, til Dels slæbt med.

Næppe 30 m nordligere findes en anden, lige saa stor og iøjnefaldende Overskydning, Fig. 2. Ved Pæl 395—410 ses det nederste Moræneler i Klintens Fod. Det staar med lodret Væg og danner et svagt Fremspring i Klinten. Lerets Overflade hælder 10°—20° mod NNØ og er dækket af groft Grus med store Sten, der atter overlejres af Sand- og Gruslag, alt konkordant med Leroverfladen. Morænelerets Underside danner en plan Flade med større Hældning end Oversiden. Lerflagene faar derved den sædvanlige Kileform og strækker sig skraat op i Klinten til mere end dennes halve Højde. De over Leret liggende grove Gruslag kan følges videre i samme Retning til et Par Meter under Klintens Overkant; deres Underside er en plan Flade, en Fortsættelse af Morænelerets Underside, en Overskydningsflade. Under (Syd for) Moræneleret og det grove Gruslag findes vekslende Sand- og Gruslag, der ligger konkordant paa det tidligere omtalte Parti Moræneler ved Pæl 370, og som har en ringere Hældning end Overskydningsfladen ved Pæl 390. De støder derfor til denne i en spids Vinkel, men nogen Foldning eller anden Indvirkning paa disse Lag ses ikke. Morænelerets Underside, Overskydningsfladen, har ved Pæl 380—390 en Hældning paa 40°—44° mod N 28°—32° Ø.

Endnu lidt nordligere, ved Pæl 430, findes en Overskydning, hvoraf dog kun ses den øverste Del, der har ramt de glaciofluviale Lag; Moræneleret ligger sandsynligvis skjult i dybere Niveau. Nord for Overskydningsfladen findes dels Sand med Gruslag, dels et 2—3 m mægtigt, tilsyneladende horizontalt liggende Gruslag. Denne Lagserie afskæres skarpt af en temmelig fladtliggende Overskydningsflade og har derved faaet Kileform. Under og Syd for denne Grænselinie ses

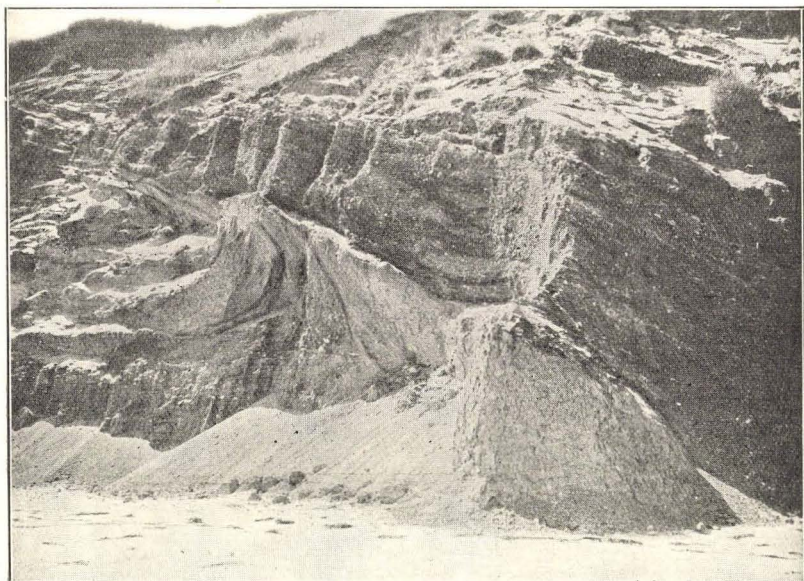


Fig. 1. Overskydningen ved Pæl 370.

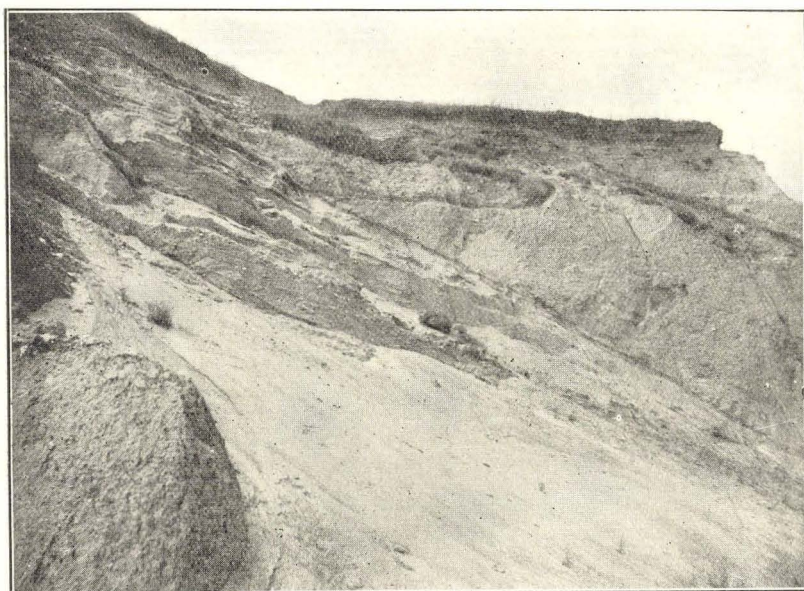


Fig. 2. Overskydningen ved Pæl 380—390.

kun fint Sand, hvis Lag er blevet foldede ved den nævnte Lagseries Forskydning op derover. Overskydningsfladen har en Hældning paa 19° mod N 25° Ø.

Ogsaa de øvre Lag i denne Del af Klinten er af Interesse. Over det glaciofluviale Sand og Grus, der sammen med det nederste Moræneler har deltaget i Dislokationerne, findes fra Pæl 390 og Nord paa en Bænk af mellemste Moræneler. Det er graagult, i de nederste Partier graat, og har en Mægtighed af indtil 5 m. Det er aflejret i en flad Lavning i de glaciofluviale Lag, og hvor det ligger lavest (Pæl 400—460), overlejres det af et indtil 3—4 m mægtigt Lag Diluvialler, der er gult, brokket og indeholder enkelte Sten; stedvis kan der være Antydning af en horizontal Bænkning eller Lagdeling. Over denne Lokalmoræne af Diluvialler findes det fra hele den sydlige Del af Klinten kendte Sand- og Gruslag, der har en Tykkelse af ca. 1 m, og derover det øverste Moræneler. Dette er paa denne Strækning svagt udviklet, Mægtigheden er næppe en Meter, men det ses dog tydeligt som en lodret Væg øverst i Klinten.

Ved Pæl 460 bøjer det mellemste Moræneler op til Overfladen, og saavel det brokkede Diluvialler som det derover liggende Gruslag forsvinder. Øverst i Klinten findes der da kun en enkelt Morænebænk. Mulig kan denne være en Sammensmeltning af mellemste og øverste Moræne, men Profilet tyder dog nærmest paa, at man paa den følgende 200 m lange Strækning kun ser den mellemste Moræne, og at der under det sidste Isfremstød udelukkende er foregaaet en Erosion, en Bortskrabning af Materiale, paa denne Strækning, derimod ingen paaviselig Aflejring af Moræne (øverste Moræne). Syd for Pæl 650 bliver Forholdet et andet, hvorom senere.

Samtidig med at den mellemste Moræne bøjer op til Overfladen, vokser Mægtigheden af det derunder liggende lerede Diluvialsand til 6—7 m. Dette Lag er det samme som den Overgangsform mellem sandet Diluvialler og leret Diluvialsand, der i det foregaaende er omtalt fra den sydlige Del af Klinten, men som paa nogle Strækninger har været bortorderet, paa andre er det saa sandet, at det gaar jævnt over i de underliggende, rene Sandlag. Her, fra Pæl 460 til 540,

staar det med skarp Undergrænse og skiller sig ved sin gulbrune Farve skarpt fra det underliggende, graahvide Sand. Mest iøjnefaldende er dog dets Lagdeling, fremhævet ved stærkt lerede Lag, der i Klintvæggen staar frem som Ribber. Lagene er nemlig fra Nord bøjede opad, saa at de danner store Buer med Konkaviteten mod Syd; øverst under den mellemste Moræne er Lagenderne endog bøjede helt om og slæbt med langs Morænelerets Underside. Den Kraft, der har frembragt disse store Foldninger, har haft Retning fra Nord eller Nordøst, og kan kun være det Isfremstød, ved hvilket den mellemste Moræne er aflejret. De i Klintens nederste Halvdel liggende Sand- og Gruslag er ikke blevet paavirkede ved dette Tryk, men har beholdt deres horizontale Stilling. Længere mod Nord udviskes Grænsen mellem det lerede Sand og det rene, graahvide Sand med Gruslag, og store Skred i det løse Materiale dækker Klintens nederste Del.

Ved Pæl 540 ses en tydelig Grænselinie skraat ned gennem Klinten, en Overskydningsflade med Hældning mod NNØ. Lagene paa Nordsiden af Overskydningsfladen er ned mod denne bøjede om og slæbt med ved Forskydningen. Sandlagene under (Syd for) Overskydningsfladen er kun lidet paavirkede i Klintens nederste Halvdel, hvorimod Lagene i det gule, lerede Sand øverst i Klinten er foldede. Det sidstnævnte Lag, Overgangsformen mellem leret Diluvialsand og sandet Diluvialler, ses ikke i Klintens nordlige Del, Nord for Overskydningen ved Pæl 540. Det er ved denne Forskydning blevet løftet op i saa højt Niveau, at det under et følgende Isfremstød er blevet fuldstændig bortroderet.

Lidt nordligere, ved Pæl 580—610, kommer det nederste Moræneler frem i Klintens Fod. Lerpartiets Overflade stiger jævnt fra Nord mod Syd, hvor det naar 6—7 m op over Strandbredden. Umiddelbart paa Lerets Overflade ligger som sædvanlig groft Grus med store Sten, derover findes vekslende Sand- og Gruslag helt op til Morænedækket øverst i Klinten. Lerpartiets Sydende danner en omtrent lodret, men noget uregelmæssig Væg; fra det højeste Punkt strækker Leret sig som en flere Meter lang Tunge skraat opad mod Syd

gennem Lagene. Om der paa dette Sted er foregaaet en virkelig Overskydning, har ikke kunnet afgøres. I det løse Sand og Grus, der overlejrer Moræneleret, er der ikke iagttaget nogen Forskydning eller Foldning, men saavidt det har kunnet ses for Skred, er der dog en saa paafaldende Forskel i Grusmængden Nord og Syd for den nævnte Lertunge, at det vanskelig lader sig forklare som gennemgaaende Lag. Mulig er den fra Underlaget løsrevne Morænelerflage kun bevæget i horizontal Retning et Stykke mod Syd; herpaa tyder den voldsomme Sammenpakning af Grus foran Lerflagens sydlige, lodrette Ende.

Ved Pæl 660 ses en utvivlsom Overskydning, dog kun synlig gennem de glaciofluviale Lag. Overskydningsfladen har en Hældning paa 22° — 24° mod N 65° Ø. Sand- og Gruslagene Syd derfor ligger horizontale, men er ombøjede og slæbt med langs Overskydningsfladens Underside. Lagene Nord herfor er overvejende Gruslag, der har et svagt Fald mod Nordøst, men synes at være saa godt som upaavirkede af den Forskydning, de har været Genstand for. Faa Meter nordligere, ved Pæl 670, findes nederst i Klintens Fod lidt Moræneler, nederste Moræne, dækket af det sædvanlige Stenlag, der her er kittet sammen ved Ferrihydroxyd til et haardt Jernkonglomerat, og i Strandkanten og i Vandet udenfor ses ligeledes Moræneler, hvis Bænke stryger i NV—SØ. Sandsynligvis staar denne Forekomst af nederste Moræneler i Forbindelse med Overskydningen umiddelbart Syd herfor.

Paa en længere Strækning videre mod Nord er Klinten skreddækket; saavidt det kan ses, ligger Lagene horizontalt og uforstyrrede indtil Pæl 780—790, hvor der findes en tydelig Overskydning. En stærkt tilspidset, kileformet Flage af det nederste Moræneler strækker sig fra Strandbredden skraat op mod Syd gennem Klinten til noget over dennes halve Højde. I Fortsættelse af Lerkilens Underside ses en tydelig Grænseflade, Overskydningsflade, mellem Lagene Nord og Syd derfor. Gruslagene, der med horizontal Lagstilling støder til Lerflagens Sydside (Underside) er her ombøjede og trukket noget med ved Flagens Bevægelse skraat opad mod Syd. Paa Morænelerets Overflade ligger det sæd-

vanlige grove Grus, og konkordant herover lagdelt Sand med enkelte Gruslag.

I Klintens Nordende, ved Pæl 820, kommer det nederste Moræneler atter frem, dækket af groft Grus, men uden at der dertil synes at være knyttet nogen Overskydning.

Det omtaltes Side 421, at den mellemste Moræne ved Pæl 460 bøjede op mod Overfladen, og at der herfra og Nord paa kun saas en enkelt Morænebænk øverst i Klinten. Paa en lang Strækning har denne Moræne samme Karakter som mellemste Moræneler, selv om dens øverste Del er udvasket og iltet. Nævnes kan bl. a., at Moræneleret ved Pæl 600 indeholder 18.6 % Calciumkarbonat, og at der i den Stentælling, som er foretaget her (se Side 429), er fundet det samme procentvise Indhold af de forskellige Stenarter, særlig af palæozoiske Kalksten, som kendetegner den mellemste Moræne. Fra Pæl 660 og Nord paa bliver Forholdet et andet; her findes en Stenrække, undertiden erstattet af Sand- eller Grusstriber, der kan følges parallelt med Morænelerets Overflade og omtrent halvt nede i Morænebænken. Ikke alene er Stenrækken tydelig paa en Strækning af ca. 150 m, men der synes ogsaa at være en saadan Forskel i Beskaffenheden af Moræneleret under og over den, at man maaske kan være berettiget til at dele denne Morænebænk i to Afsnit og henhøre den øverste Halvdel til øverste Moræne, den nederste til mellemste Moræne.

Som det fremgaar af den detaillerede Beskrivelse af Klinten har Dislokationerne ramt det nederste Moræneler, det derover liggende grove Gruslag, Sandet med Gruslag og det lerede Diluvialsand og sandede Diluvialler, medens det mellemste Moræneler og de endnu yngre Lag er uforstyrrede og ligger diskordant hen over de dislocerede Partier. Dislokationerne viser stor Regelbundethed og fremtræder som Overskydninger, fremkaldt ved et ensidigt, omtrent horizontalt Tryk. Ved et Brud gennem det nederste Moræneler er der løsrevet store Partier af den oprindelig horizontalt liggende Lagserie, hvorefter disse Fragmenter er skudt sammen og

op over hinanden. Hvert saadant Fragment har Kileform og er stærkt tilspidset opad, dels som Følge af Slid ved Overskydningen, men hovedsagelig, fordi Brudfladen er gaaet skraat opad mod den daværende Overflade. I hvert Fragment er der Konkordans mellem Lagene, fra det nederste Moræneler op gennem hele Lagserien; derimod er der Diskordans mellem Morænelerets Underside, Overskydningsfladen, og de

		Hældning	Hældningsretning
Pæl. 130	Overskydningsflade	26°	N 34° Ø
— —	"	36°	N 38° Ø
— —	"	45°	N 36° Ø
— —	"	29°	N 34° Ø
— 145	Leroverflade	30°—45°	N N Ø
— —	Sand- og Gruslag	33°	N 6° Ø
— —	" " "	28°	N 16° Ø
— —	" " "	44°	N
— 190	Leroverflade	35°	N 22° Ø
— —	"	15°	N 8° Ø
— —	Sandlag	26°	N 20° Ø
— 315	Overskydningsflade	30°	N N Ø
— 365	"	24°—26°	N 10° Ø
— —	"	30°	N 5° Ø
— 385	"	40°—44°	N 28°—32° Ø
— 400	Leroverflade	10°—20°	N N Ø
— 430	Overskydningsflade	19°	N 25° Ø
— 660	"	22°—24°	N 65° Ø
— —	Leroverflade	?	N Ø

underliggende Lag, der hører til den Syd derfor liggende Lagserie. Disse sidstnævnte Lag løber ind mod Overskydningsfladen under en spids Vinkel, eller er i mange Tilfælde bøjede om og slæbt med et Stykke opad ved Overskydningen.

Af Tabellen Side 425 ses, at Overskydningsfladernes Hældningsretninger svinger mellem N 65° Ø og N 5° Ø med et Middeltal paa N 30° Ø. Overfladerne af de dislocerede Partier af nederste Moræneler, der ofte er saa uregelmæssige, at Maalinger kun kan ske i grove Træk, har Hældningsretninger mellem N 45° Ø og N 8° Ø med Middeltal N 24° Ø. Nogle enkelte tilfældige Maal i de højere oppe liggende Sand-

lag viser Hældningsretninger mellem N 20° Ø og N med Middeltal N 10° Ø. Fælles for samtlige dislocerede Lag og Overskydningsflader er en Hældning i nord-nordøstlig Retning, dog med Udsving paa 20—30° til begge Sider. Den Kraft, der har frembragt Dislokationerne, maa i store Træk have haft Retning fra NNØ mod SSV.

Tilsvarende Lejringsforhold, en Række Overskydninger hvor de enkelte Fragmenter af den oprindelig horizontale Lagserie er skudt op over hinanden, saa at de nu ligger som Fiskeskæl med samme Hældningsretning, kendes fra flere danske Klinter, bedst fra Ristinge paa Langeland og fra Lønstrup Klint i Vendsyssel. Paa begge disse Steder falder Trykretningen sammen med den paa vedkommende Sted antagne Isbevægelsesretning; dybere liggende Lag synes ikke noget Sted at have deltaget i Dislokationerne, der gør Indtryk af at være et rent Overfladefænomen, indskrænket til de øverste 20—50 m af Jordskorpen, og — i alt Fald ved Lønstrup Klint — falder Tidspunktet for Dislokationerne sammen med Indlandsisens Fremrykning over vedkommende Sted¹⁾. Alligevel har en Forklaring af Fænomenet udelukkende ved Istryk voldt Betæneligheder hos adskillige danske Geologer, da der hidtil ikke var set noget lignende ved Nutidsgletschere. Efter at GRIPP²⁾ fra sine Ekspeditioner til Spitzbergen har beskrevet og fotograferet saadanne recente Sammenskydninger, maa disse Betæneligheder falde bort. GRIPP beskriver, hvorledes det flade, til mere end 100 Meters Dybde frosne For-

¹⁾ De i Lønstrup Klint dislocerede Aflejringer er nemlig dannede i Begyndelsen af den sidste Glaciertid som en direkte Fortsættelse af interglaciale Lag, og viser fra de ældste til de yngste en jævn *F o r ø g e l s e* i Kornstørrelsen, fra meget fedt Diluvialler gennem skiftende Ler- og Sandlag til rent, skarpt Sand. Dette kan næppe forklares paa anden Maade end ved en Fremrykning af Indlandsisen hen mod dette Punkt. Herpaa følger de storslaaede Dislokationer, og derefter glider Indlandsisen videre frem og hen over det dislocerede Terrain, som den dækker med sin Bundmoræne.

²⁾ KARL GRIPP. 1929. Glaciologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. Abhandl. des Naturwissensch. Vereins zu Hamburg. XXII. Hamburg.

land foran flere af Gletscherne er foldet og skudt sammen i indtil 30 parallelle Volde, der kan naa indtil 60 m over Sletten. Et saaledes foldet og sammenskudt Terrain, der laa som en Bue uden om Gletscherenden, havde en Længde af 5 km og en Bredde af over 800 m, og i Profiler gennem Ryggene iagttog GRIPP ikke alene Foldninger, men ogsaa Brud og Overskydninger, saaledes at Lagene laa op over hinanden ligesom Fiskeskæl.

De Lejringsforhold, der er beskrevet fra Halkhoved, er altsaa ikke alene af samme Type som i flere andre danske Klinter, men har ogsaa deres Sidestykke i Nutiden i Forlandet foran Spitzbergens Gletschere. Dislokationerne i Halkhoved har udelukkende ramt Istidslag og er kun naaet til ringe Dybde, 20—30 m under Overfladen, maaske netop den Dybde, hvortil Jordbunden har været frosset. Intet i denne Klint tyder paa tektoniske Forstyrrelser, alt vidner om, at Dislokationerne skyldes Istryk.

Den Indlandsis der har aflejret det umiddelbart og diskordant over de dislocerede Lag liggende, mellemste Moræneler, har ved sit Tryk og sin Bevægelse frembragt store Foldninger i det øverste sandede Ler ved Pæl 450—490. Disse Foldninger og den Maade, hvorpaa Lagenderne er slæbt med langs Morænelerets Underside viser, at Isbevægelsens Retning har været fra NØ eller NNØ, altsaa netop samme Retning som Overskydningernes Hældning. Da der saaledes er den nøjeste Overensstemmelse saavel mellem Trykretningen som mellem Tidspunkterne for Dislokationerne og for Indlandsisens fornyede Fremrykning over dette Terrain, maa man slutte, at Dislokationerne i de ældre glacialle Lag er frembragt ved Trykket af den under Fremrykning værende Is, der senere — idet den gled hen over Terrainet — aflejrede sin Moræne, det mellemste Moræneler, diskordant over de sammenskudte Lagserier. Efter en ny Isrecession fulgte et sidste Isfremstød, hvor Isen dels virkede eroderende, dels aflejrede et tyndt Morænedække, det øverste Moræneler, over største Delen af Klinten.

Støttet af Stentællinger, til Dels paa Grundlag af saa-

danne, har VICTOR MADSEN opstillet et Skema¹⁾ over Danmarks Moræneaflejringer og de for de forskellige Moræner (Isfremstød) karakteristiske Stentællings-Kvotienter (Antallet af Flint divideret med Antallet af Eruptiver og krystallinske Skifere). De anvendte Betegnelser for de forskellige Morænebænke (respektive Isudbredelser) er: A, Moræne fra første Glaciertid, kendt fra Esbjerg-Varde Egnen og Røgle Klint; B, Moræne fra anden Glaciertid, Overflademorænen paa de vestjyske Bakkeøer; C, D, E og F Moræner fra tredje Glaciertid, svarende til de successive Isfremstød, fra Indlandsisens største Udbredelse indtil Midtjylland og til det sidste Fremstød, Langeland-Stadiet, den gothiglaciale Grænse. De publicerede Middeltal for Stentællingskvotienter fra Lillebelt-Egnen er følgende:

Moræne	A	B ₂	B ₁	C ₂	C ₁	D	E
Røgle Klint	0,36	0,82	0,50	0,81	0,49	1,22	—
Ristinge Klint	—	—	—	0,68	—	1,20	—
Kystlande ved Lillebælt	—	—	—	0,73 0,88	—	1,08	0,82

For om muligt at kunne foretage en Parallelisering mellem Morænebænkene i Halkoved og de forskellige Morænehorizonter i Ristinge Klint og Røgle Klint, blev der i Halkoved udtaget en Del Lerprøver til Stentællinger²⁾. Resultaterne er opført i Tabellen Side 429. Som det ses, giver Stentællingskvotienterne fra Halkoved ikke mange Oplysninger. For de 4 Prøver fra øverste Moræneler er Middeltallet 0.67 (saafremt de til „Flint“ medregnede Stykker af udvasket, flintholdig Kalksten fradrages, reduceres Middeltallet til 0.58); 8 Prøver fra mellemste Moræneler giver som Middeltal 0.73 og 6 Prøver fra nederste Moræneler 0.74. Efter dette

¹⁾ VICTOR MADSEN. 1928 i Oversigt over Danmarks Geologi. D. G. U. V. Række. Nr. 4. København. Side 115.

²⁾ Disse er udførte af E. M. NØRREGAARD. Om Metoden: se Oversigt over Danmarks Geologi, Side 84.

	Øverste Moræneler				Mellemste Moræneler								Nederste Moræneler					
Sted i Klinten, Pæl Nr. .	120	200	230	790	200	200	230	260	260	410	440	600	120	200	260	400	600	790
Prøvens Vægt i kg.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Stenenes Vægt i Gram ..	119	103	240	339	146	132	135	109	146	360	448	242	332	160	227	203	262	190
Stenenes Antal	76	93	174	289	142	101	117	98	145	303	380	224	288	183	240	210	187	176
Procent efter Antal																		
Eruptiver og kryst. Skifere	53.9	54.8	48.3	53.3	31.7	33.6	32.5	32.7	34.5	37.6	35.5	37.9	36.1	26.2	25.8	26.7	29.9	27.3
Sandsten, haarde.	6.6	9.7	10.9	4.9	6.3	9.9	8.5	4.0	6.9	5.3	4.7	4.0	5.2	6.0	3.8	4.3	7.5	3.9
— løsere	0	0	0	0.3	0	0	0.9	1.0	1.4	0.3	0.3	0.9	0.3	0	0	0	0.6	0
Lerskifer	1.3	0	0.6	0.3	3.5	0	0	0	1.4	0.3	0	0.9	0.3	1.1	1.7	1.0	1.6	2.3
Kalksten, palæozoiske ...	0	0	0	0	13.4	11.9	11.1	8.3	8.3	7.3	9.7	12.1	21.2	21.3	22.9	24.3	13.4	26.7
— Kridtformation	0	0	0	0	18.3	23.8	20.5	23.4	22.7	17.8	21.1	14.7	18.8	22.9	23.3	21.9	19.2	19.9
Flint	35.5	30.1	36.2	39.1	18.3	16.8	25.6	30.6	24.1	29.7	28.2	27.7	17.7	21.9	21.3	20.0	26.7	18.7
Tertiære Bjergarter	0	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0	0	0	0
Forskelligt og ubestemt	2.7	5.4	4.0	2.1	8.5	2.0	0.9	0	0.7	1.7	0.5	0.9	0.3	0.6	1.3	1.9	1.2	1.2
Antallet af Flint divideret med Antallet af Eruptiver og kryst. Skifere.	0.66	0.55	0.75	0.73	0.58	0.50	0.79	0.94	0.70	0.79	0.79	0.73	0.49	0.84	0.82	0.75	0.89	0.69

kan samtlige Moræner i Halkhoved ligesaavel høre til B som til C eller E. En nærmere Betragtning af de hidtil publicerede Resultater af Stentællinger viser dog, at „Middeltallene“ bør anvendes med nogen Reservation, idet der inden for hver Gruppe kan være meget store Variationer. Saaledes viser de forholdsvis faa, hidtil publicerede Resultater fra D-Morænen Omraade (fra Kortblad Bække og fra Ristinge Klint), at denne Moræne, der er karakteriseret ved sit meget høje Middeltal for Stentællingskvotienter, kan variere meget stærkt. De 16 Stentællinger fra D-Omraadet paa Kortblad Bække har Kvotienter, der svinger mellem 1.55 og 0.56 med Middeltal 0.96, og i de 14 Stentællinger fra D-Morænen i Ristinge Klint varierer Kvotienten fra 1.94 til 0.52. En Aldersbestemmelse for Morænerne i Halkhoved lader sig derfor næppe gennemføre ved Hjælp af Stentællingskvotienterne.

I Modsætning til hvad der er Tilfældet med Flintkvotienten, er der for Procenttallene for palæozoiske Kalksten en betydelig Forskel mellem de to nederste, kalkholdige Moræner i Halkhoved, samtidig med at Variationerne indenfor hver enkelt Morænebænk ligger inden for ret snævre Grænser. Middeltallet for nederste Moræne er 21.6% (med Variationer fra 13.4 til 26.7%) og for mellemste Moræne 10.3% (varierende fra 7.3 til 13.4%). I Ristinge Klint er de tilsvarende Middeltal: for Moræne C 21.7% (fra 15.4 til 27.6%) og for Moræne D 11.5% (fra 4.7 til 19.6%), og paa Kortblad Bække har Moræne D som Middeltal 11.4% (fra 3.5 til 16.0%). Tør man basere videregaaende Slutninger paa disse Tal, der jo viser en forbavsende Overensstemmelse, maa Halkhoveds nederste Moræneler være lig Moræne C, mellemste Moræne lig Moræne D, og øverste Moræne, der repræsenterer det sidste Isfremstød over denne Egn, mulig lig Moræne E.

At de tre Moræner i Halkhoved repræsenterer tre forskellige Isfremstød, er utvivlsomt; og at der mellem Aflejringen af nederste og mellemste Moræneler er forløbet et betydeligt Tidsrum fremgaar ikke alene af, at der ved Isens Bortsmeltning aflejredes saa mægtige Lag af glaciofluvialt Materiale, men ogsaa af disse Lags aftagende Kornstørrelse,

der viser, hvorledes Isranden fjærnede sig længere og længere fra dette Sted. Endvidere maa der derefter være hengaaet et saa langt Tidsrum, at de løse Jordlag har kunnet fryse sammen i indtil 20—30 Meters Dybde, for at de senere uden Knusning har kunnet taale de store Dislokationer. Derimod giver Profilet ingen Oplysning om Tidsforskellen imellem øverste og mellemste Moræne.

Det er i det foregaaende omtalt, at den mellemste Moræne (Moræne D?) i Halkhoved er aflejret af en Indlandsis, der — i alt Fald under sin Fremrykning — har haft Retning fra NNØ mod SSV. Der kan da i denne Sammenhæng erindres om, at netop Moræne D i Ristinge Klint indeholder ikke alene baltiske, men ogsaa norske Blokke, og frem for alt at der paa en Stenrække i denne Moræne er iagttaget Skurstriber fra N47°Ø. Mulig vil adskillige Forhold (Bakkedrag, Aase og andre Israndsdannelser) i den Del af Sydøstjylland og Fyn, hvor Overfladen ikke er blevet omformet under senere Isfremstød, faa en naturlig Forklaring gennem en fra NNØ og NØ fremrykkende Indlandsis.

Summary.

The Glacial deposits in the cliff of Halkhoved.

On the east coast of Slesvig, about ten kilometres south of Haderslev Fjord, the coast line makes a sharp turn from a N—S direction towards SW and W. The point thus formed, known as Halkhoved, is exposed to active marine erosion and its sides, sloping up to a height of 22 m, are bare of vegetation. In them occur three different deposits of boulder clay, separated by glaciofluvial strata (Plate VII). At the foot of the cliff can be seen „lower boulder clay“ [Nederste Moræneler]: grey, hard boulder clay of normal consistence and with a calcium-carbonate content of 26—32 %. Directly overlying it is a layer of coarse gravel, comprising stones up to the size of a man's head, and, above this, finer gravel, alternating deposits of gravel and sand, pure sand, and uppermost, clayey sand or sandy clay; in

other words, a gradual decline in the size of particles corresponding to the successive melting of the inland ice in this area. Overlying the glaciofluvial deposits boulder clay occurs again, „middle boulder clay“ [Mellemste Moræneler], of varying thicknesses up to 10—12 m, best preserved where it occupies depressions in the clayey sand. In places where this boulder clay lies near the surface and is of slight thickness, it is yellow and non-calcareous; where its thickness is great, it is grey and contains up to 31 % calcium-carbonate. Overlying this is „fragment-clay“ — in part a layer of sand and gravel of slight thickness but extending widely in the cliff, and overlying this again the third moraine, „upper boulder clay“ [Øverste Moræneler], having a thickness of only 1—3 m; this is almost non calcareous, oxydized, and yellowish-brown in colour.

Of these deposits the lower boulder clay and the glaciofluvial strata have been dislocated and folded, whereas the middle boulder clay and the still higher deposits are undisturbed and lie unconformably over the dislocated parts. These dislocations display great regularity, their appearance being that of overthrusts caused by an almost horizontal pressure exerted from one side only. At a fault through the lower boulder clay large portions of the originally horizontal series have been broken up and thrust one over the other. Every fragment is wedge-shaped and tapers upwards to a sharp point, partly as a result of abrasion while the overthrust proceeded, but principally because the thrust plane has sloped upwards towards what was the surface at that time. In every fragment there is conformability between the strata from the lower boulder clay up through the whole series; but there is unconformability between the underside of the boulder clay — the thrust plane — and the underlying deposits, which belong to the series to the south. These latter strata run in towards the thrust plane at an acute angle, or in many cases are folded over and dragged some way up along with the overthrust.

As the Plate VII shows, the thrust planes have a direction of dip varying between N65°E and N5°E, with an average of N30°E. The planes of the dislocated parts of the lower boulder clay dip in directions between N45°E and N8°E, with a mean of N24°E. Some measurement in the overlying — and dislocated — glaciofluvial layers give N10°E as the mean. Thus a north-northeasterly dip is common to all the thrust planes and dislocated strata, so that the direction on the force that produced the dislocations must have been from NNE towards SSW.

There are similar stratigraphical conditions — a number of overthrusts where the various fragments of the originally horizontal series have been thrust over one another, so that they now lie like fish scales with the same direction of dip — in several Danish cliffs, most clearly marked in Ristinge Klint on the island of Langeland, and in Lønstrup Klint in North Jutland. At both places the direction of pressure coin-

cides with the presumed direction of glacial movement there; the deeper lying strata do not anywhere seem to have been involved in the dislocations, which give the impression of being a purely surface phenomenon, restricted to the upper 20—50 m of the earth's crust, and — anyhow at Lønstrup Klint — the date of the dislocations was contemporaneous with the advance of the inland ice over that spot. Nevertheless, many geologists have hesitated about accepting ice pressure as the sole explanation of the phenomenon, as hitherto nothing of the same kind had been seen in connection with recent glaciers. Now as GRIPP on his expeditions to Spitzbergen has described and photographed recent thrusts of this kind, these scruples must be ruled out. GRIPP describes how the flat foreland of several glaciers, frozen to a depth of more than 100 m, lying before, is folded and thrust together up to 30 parallel ridges and sometimes rising up to 60 m over the plain. One stretch of similarly thrust and folded terrain, lying like a bow in front of the end of the glacier, had a length of 5 km and a breadth of more than 800 m, and, in sections through the ridges, GRIPP not only observed folds, but also faults and overthrusts, the layers overlapping like fish scales.

Thus the stratigraphical conditions described from Halkhoved Klint are not only of the same type as those occurring in many other Danish cliffs, but have present-day parallels in the forelands of the glaciers of Spitzbergen. The dislocations in Halkhoved have exclusively affected quaternary strata and have only extended a short distance down, 20—30 m below the surface, perhaps just the depth to which the earth was frozen. Nothing in this cliff indicates tectonic disturbance; everything testifies that the dislocations were due to ice pressure.

The inland ice that deposited the middle boulder clay directly and unconformably overlying the dislocated layers, has by its pressure and its movement caused pronounced folds in the uppermost sandy clay (Plate VII, posts 450—490). These folds, and the manner in which the ends of the layers have been dragged out along the underside of the boulder clay, show that the direction of the movement of the ice has been from NE or NNE, i. e. in the very same direction as the dip of the overthrusts. As we thus have the closest possible conformity, both between the direction of pressure and between the date of the dislocations and of the renewed advance of the inland ice over this terrain, the conclusion that must be drawn is, that the dislocations in the lower glacial strata were caused by the pressure of the advancing ice, which later — in gliding over the ground — deposited its till (middle boulder clay) unconformably over the thrust-up series. After a new recession of the ice came a final advance, during which the effect was partly an erosive one, and partly resulted in the depositing of a thin cover of till (upper boulder clay) over the greater part of the cliff.

By means of stone-counts (the percentage of identifiable stones bigger than 6 mm, washed out of 10 kg of boulder clay), an attempt

has been made to parallelize the boulder clay in Halkhoved with those in other cliffs along the Little Belt. Using these stone-counts, and especially on the basis of the quotient: the number of flints divided by the number of eruptives+crystalline schists, VICTOR MADSEN¹⁾ has drawn up a table of the moraine deposits of Denmark and their stone-count quotients. An extract of it, from Southwest Denmark, is given in the small summary p. 428 and in the Table p. 429 are shown the complete stone-counts from Halkhoved, 4 from the upper, 8 from the middle, and 6 from the lower moraine. It will be seen, however, that the quotients (the lowest row of figures in the Table) from all three moraines are so uniform that they are scarcely of much value in this respect. In addition, the mean numbers given by VICTOR MADSEN must be used with some reserve, as in most groups there may be great variations.

In this case a much better comparative material is provided by the percentages of Palaeozoic limestones, which in the lower boulder clay have a mean of 21.6%, and in the middle boulder clay 10.3%. In Ristinge Klint on Langeland Moraine C has a mean of 21.7%, and Moraine D 11.5%, and from an area NW of Fredericia (E. Jutland) the mean for Moraine D is 11.4%. If any comparison is possible, the lower boulder clay in Halkhoved must then correspond to VICTOR MADSEN's Moraine C, the middle one to Moraine D, and the upper one, which represents the last ice advance over this region, to Moraine E.

As has been stated, the dislocations have been brought about, and the middle boulder clay (Moraine D?) deposited, by an inland ice that has moved from NNE or NE. But this very Moraine D in Ristinge Klint contains not only Baltic but Norwegian boulders too; and, above all, on a glacial pavement in the same moraine, striæ have been measured from N47°E. Thus in this period of the last glaciation the inland ice has moved across the region round the Little Belt and the south of Funen in a direction from NNE or NE to the SW.

¹⁾ In "Summary of the Geology of Denmark". D. G. U., V. Række, No. 4, Copenhagen 1928. p. 120. On the method used see p. 87.

KLINTEN VED HALKHOVED

