

V.

Om Andøens jurafelt,

navnlig om landets langsomme nedsynken under
juratiden og den senere hævnning samt grav-
forkastning.

Af

J. H. L. Vogt.

(Med 2 plancher).

Om Andøens jurafelt,

navnlig om landets langsomme nedsynken under juratiden og
den senere hævning samt gravforkastning.

Af

J. H. L. Vogt.

Om kulfeltet paa Andøen er nylig leveret en udførlig beretning af

I. P. FRIIS, Andøens kulfelt; 1902; i Norges geol. unders. aarvog for 1903, med tillæg af

H. REUSCH, Nogle optegnelser fra Andøen; sammesteds.

Jurafeltets fauna er for nogle aar siden beskrevet af

BERNHARD LUNGGREN, Anmærkninger om faunaen i Andøens jurabildninger, i Kristiania Vidensk.-Selsk. Forh. 1894, no. 5.

Videre henvises til de i disse arbeider citerede ældre afhandlinger af T. DAHLL, TH. KJERULF, OSWALD HEER, G. HARTUNG, K. MAYER med flere samt til en liden opsats af H. REUSCH i Naturen, 1896, s. 273—281; et udførligt referat af de ældre undersøgelser, navnlig fra tiden omkring 1870, findes i A. HELLANDS arbeide Lofoten og Vesteraalen, 1897, s. 64—83.

— Vaaren 1897 blev prof. W. C. BRØGGER og jeg af Andøens interessentskab anmodet om i fællesskab at udarbeide en betænkning om kulfeltet, specielt om, hvorledes boringerne burde planlægges. Vi fremholdt, at man af generelle geologiske grunde maatte antage, at Andø-formationen ikke, saaledes som man tildels tidligere havde antaget, var afsat i et isoleret skaalformigt bassin, af størrelse som formationens nuværende udstrækning, — men at aflagringerne tidligere maatte have været større, og at det nuværende felt optraadte i en stor grav-indsynkning, paa lignende maade, som tilfældet er med Kristianiafeltets silur. Denne opfatning, som ved de senere i marken foretagne undersøgelser har vist sig at være rigtig ¹⁾, var tidligere

¹⁾ Se mit arbeide Søndre Helgeland, 1900, s. 7; W. C. BRØGGER, afsnittet om Norges geologi, i Norge i det nittende aarh., s. 22; A. G. NATHORST, Två somrar i Norra Ishafvet, 1900, b. 1, s. 9—11.

ogsaa fremholdt af andre forskere, saaledes af ED. SUESS (Antlitz der Erde, II, 1888, s. 72 og 93) og af H. REUSCH (Naturen, 1896, s. 274). — Vedrørende boringerne foreslog vi, at man først og fremst burde gaa ned med en række forholdsvis korte borhul (haandborhul) strax paa nordsiden af cannelkullagets udgaaende i dagen; herved vilde man med nogenlunde liden bekostning kunne følge cannelkullagets strøg og saaledes opnaa et ganske godt kjendskab til kullagets udbredelse og mægtighed.

I begyndelsen af juli 1897, efter at maskinborhul¹⁾ 1895 no. I, 1896 no. II, III og 1897 no. IV allerede var færdige og 1897 no. V delvis nedrevet, opholdt jeg mig et par dage ved Andøens kulfelt. Jeg bestemte da bl. a., hvor haandborhul 1897 no. 1 skulde anbringes, og senere blev, efter at jeg var kommet tilbage til Kristiania, flere af de efterfølgende borhul ansat efter min anvisning. — Paa grund af tilfældige omstændigheder havde jeg kun anledning til at opholde mig ganske kort tid paa Andøen; — bl. a. fik jeg ikke tid til at besøge Skarsten-feltet; — men jeg gjorde i alle fald en del observationer, og senere har jeg ganske nøie studeret de nu af FRIIS offentliggjorte borprofiler samt gennemgaaet flere af de mange om Andøen foreliggende manuskript-beskrivelser. — Væsentlig hjælp har jeg havt af nogle af A. ENGØ optagne detaljkarter, dels over den hele Andø-formation og dels over feltets søndre del, ved Ramsaa med omgivelser; det sidste kart, i maalestok 1:2000, benyttede jeg ogsaa ved mit besøg paa Andøen for næsten 8 aar siden. Disse karter er brugt som grundlag for karterne fig. 1 og planche I i denne afhandling.

Som bekjendt stikker fast fjeld inden Andø-afleiningerne, *der er abraderet ned til strandfladens niveau*²⁾, kun op paa yderlig faa steder; terrainet er næsten i sin helhed dækket af kvartæraflagringer³⁾, der ofte er meget mægtige. Langs kysten optræder vældige marine

¹⁾ Maskinborhullene angives her, som i FRIIS's arbeide, ved arabiske, haandborhullene derimod ved romerske tal. — I enkelte manuskript-beskrivelser og -karter over Andøen er maskinborhul no. II ikke medtaget, og de efterfølgende maskinborhul, som i FRIIS's arbeide og her er nummererede no. III, IV, V osv., bærer nummer II, III, IV osv.

²⁾ Se profilerne paa fig. 1 og planche I.

³⁾ Om disse henvises til REUSCH's afhandlinger samt til afsnittet s. 106—108 i J. HOLMBOES Planterester i norske torvmyrer (1903).

strandvolde¹⁾, og noget længere inde i landet møder man den saa meget omskrevne Andømyr. Kvartæraflagringerne er i alle fald undertiden helt op til omkring 20 m. mægtige, leilighedsvis kanske endnu mægtigere; i regelen er dog tykkelsen kun 5—10 m.

Da fast fjeld inden jurafeltet kun sees paa ganske faa steder, blir man for studiet af feltets tektonik hovedsagelig henvist til borprofilerne²⁾.

Udstrækningen af den paa Andøen opbevarede rest af juraafleininger.

Paa oversigtskartet, fig. 1, og detaljkartet, planche I, over feltets søndre del ved Ramsaa med omgivelser, er afsat de punkter, hvor ældre bergart, hovedsagelig granit³⁾, og de mesozoiske lag stikker op i dagen.

I feltets søndre del (se planche I) er juraformationen dels ved det udgaaende i dagen og dels ved en række borhul, fulgt i en *bredde* efter strøgetningen, øst—vest, af temmelig nøiagtig 2300 m.⁴⁾ (regnet fra høivandstand).

¹⁾ Ifølge J. HOLMBOES undersøgelser hviler strandvoldene ved Ramsaa paa torvmyr; i postglacial tid fandt her sted en *mindre sænkning af landet*.

²⁾ Desværre blev borkjærnerne ikke lagt i rad og række, efter hvert som de kom ud, og ikke i sin helhed opbevarede.

³⁾ De steder, hvor granit sees nede paa strandflademyren, er afmærkede efter observationer dels af FRIIS og ENGØ og dels af mig. — Høideryggen vest for jurafeltet har jeg ikke besøgt; det er sikkert, at her anstaar ældre bergart, — efter opgivende kun granit.

⁴⁾ I Ramsaaelven (eller Gaardselven) stikker granit op i et lidet parti 2400 m. vest for kystlinjen (høivandslinjen), ca. 225 m. vest for det vestligste borhul her. I graniten er elven eller bækken kun indskaaret et par m. under overfladen, men strax paa østsiden af det i dagen optrædende granitfelt er elvefaret meget dybere indskaaret, paa 6—7 m. og derover. Dette maa bero derpaa, at den blødere bergart, jurasandsten, begynder næsten umiddelbart øst for den i dagen opstikkende granit.

Ved Nordelven er de mesozoiske afleininger paaviste dels ved elvens udløb, hvor lerskifer (med lerjernsten) viser sig i dagen, og dels ved et borhul, no. 13¹⁾, i ret linje 1.5 kilom. vest for udløbet. Noget længere mod vest og nordvest, ved Vinterhougen og Torsdalsberget, anstaar granit.

Ved Stiksaen traf man i et ganske lidet borhul, no. 14, lidt over 1 kilom. ovenfor elvens eller bækkens udløb, „mørk sandsten“; lidt længere oppe langs elven, i borhul no. 15, optraadte derimod granit, og i et mellemliggende borhul, no. 16, fandt man en bergart, der i borjournalen betegnedes som „kalk og klorit“; denne bergart maa, som vi senere skal omtale, tilhøre det ældre fjeld og ikke de mesozoiske lag.

I feltets søndre del, i partiet Ramsaa til Stiksaen, er juraformationen, dels ved det udgaaende i dagen og dels ved de mange borhul, ialt paavist i en *længde*, i nord-sydlig retning, af 3.5 kilom., regnet fra de i dagen udgaaende juragalag strax syd for „kulgrøften“ til borhul no. 14 ved Stiksaen.

I nærheden af Breivik angives (af A. ENGØ) et lidet parti af granit i afstand kun 0.7 kilom. vest for stranden (høivandslinjen).

Om formationens udbredelse i feltets nordre del, ved Skarsten med omgivelser, henvises til FRUUS's afhandling; hans observationer er angivne paa fig. 1²⁾ i dette arbejde.

¹⁾ „Borhullene no. 13, 14, 16 og 17 boredes under store vanskeligheder gennem ca. 10 m. sand og rullestene og kom kun 1 m. ned i fast berg.“

²⁾ Her er ogsaa efter A. ENGØS detaljkart afsat et par komplette iagttagelser over granitens og lerskiferens udbredelse. — Høidekurverne paa fig. 1 er for omgivelserne af Skarsten lidet nøiagtige.

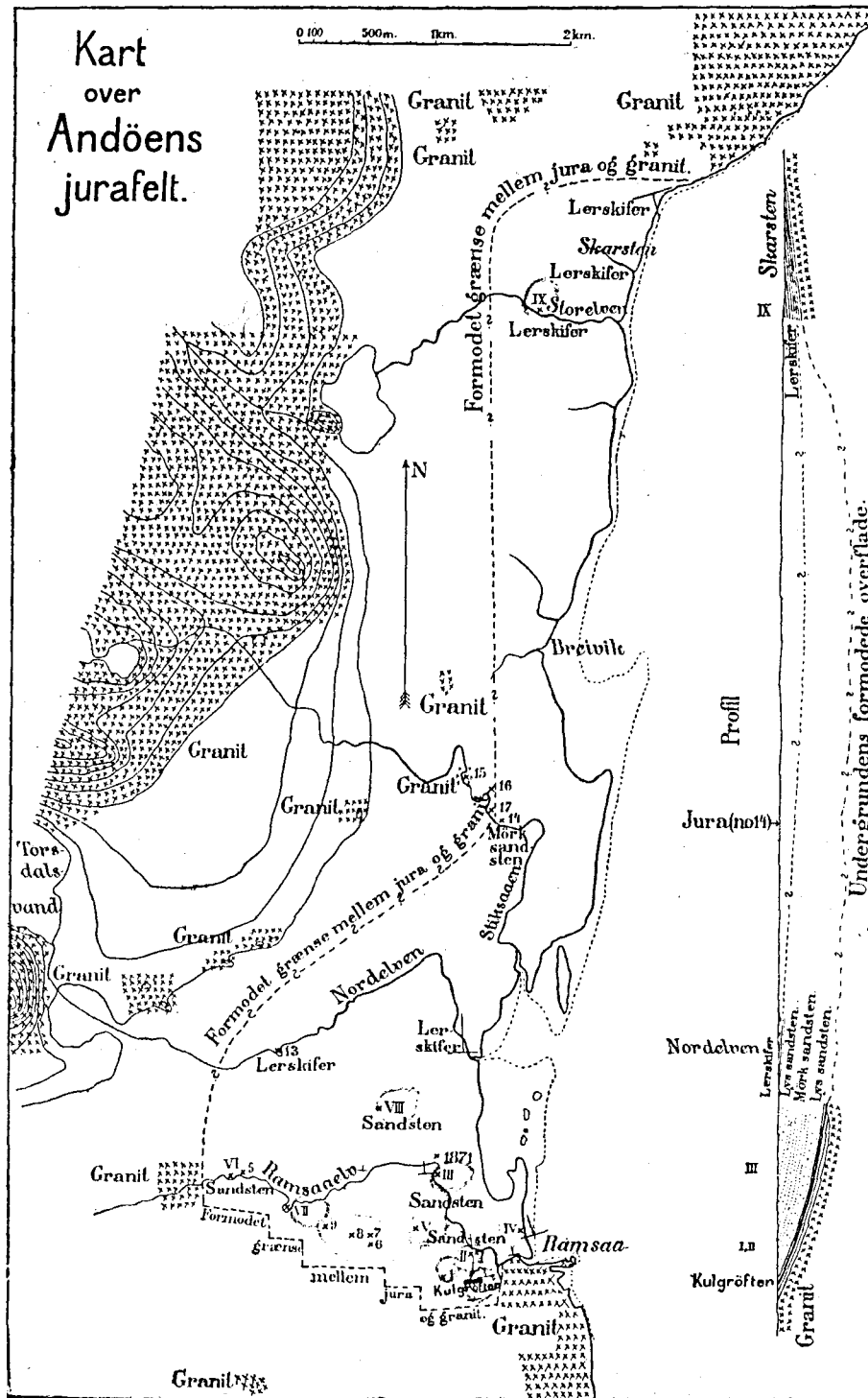


Fig. 1.

Mellem det nordligste borhul (no. 14) ved Stikksaaen i feltets søndre del, hvor mesozoiske lag er paatrufne, og det sydligste borhul (no. IX) ved Storelven lidt syd for Skarsten er der, ifølge detaljkart i maalestok 1 : 10,000, en afstand paa 3.6 kilom. Paa dette mellemparti er terrainet aldeles dækket af mægtige kvartærafleininger, og fast fjeld er ikke nogetsteds at opdage nær kysten.

Baade FRUIS og REUSCH anser det som sandsynligt, at der paa Andøens østkyst skulde foreligge to isolerede, fra hinanden ved mellemliggende ældre fjeld adskilte felter af de mesozoiske lag, nemlig et søndre felt ved Ramsaaen—Nordelven—Stikksaaen og et nordre felt ved Skarsten—Storelven; denne opfatning kan jeg dog ikke tiltræde.

— Baade strax søndenfor Andø-formationen, ved Ramsaa—Kvalnæs, og nordenfor formationen, ved Skarsten—Fiskenæs, danner det ældre, *haarde* fjeld, nemlig granit, undertiden ogsaa krystalline skifere, ganske *langt fremspringende odder*. — Paa mellempartiet møder vi derimod en ganske stor indskjæring eller indbugtning af kystlinjen; gaarden Breivik („bred vik“) omtrent midtvejs mellem Ramsaa og Skarsten bærer sit navn med rette. — Kystlinjens forløb kan sees paa oversigtskartet, fig. 1, og endnu bedre paa REUSCH's kart, i hans afhandling (Geol. aarb. 1903), s. 30, hvor ogsaa er medtaget partiet nord for Fiskenæs og syd for Ramsaa—Kvalnæs.

Kystkonturen betinges hovedsagelig af bergarternes forskellige modstandskraft mod denudatin: graniten er haard, springer derfor langt ud i odder; Andøens sandstene og lerskifere er derimod bløde; kysten blir følgelig, hvor disse bergarter hersker, dybere indskaaret.

Baade ved munden af Nordelven og ved Skarsten—Storelven optræder en løs og blød lerskifer, som utvivlsomt besidder endnu mindre modstandskraft mod denudation eller

abrasion end sandstenene ved Ramsaa. Paa mellempartiet mellem Nordelven og Storelven er ogsaa, i henhold til det geologiske profil (tilhøre paa fig. 1) lerskifer at formode i alle fald langs en væsentlig del af kystlinjen. Den ganske store indbugtning af kystlinjen netop paa dette parti er saaledes let at forklare. — At de mesozoiske lag her ikke nogetsteds stikker op i dagen, beror ganske enkelt derpaa, at strandvoldene langs kysten netop her er usædvanlig mægtige og brede.

— Havet eller Andfjorden paa østsiden af Andøen er meget langgrunndt paa hele strækningen mellem Ramsaa og Skarsten¹⁾; dette maa bero derpaa, at sandstenene og lerskiferne fortsætter mod øst et ikke ganske lidet stykke ud i Andfjorden.

— Idet jeg gaar ud fra, at der ved Ramsaa—Skarsten ikke optræder to isolerede, men et enkelt, sammenhængende felt af de mesozoiske afleininger, blir feltets længde, regnet fra syd til nord (eller S 15° V—N 15° O) *ca.* 8.4 kilom.

Paa grundlag af de foreliggende observationer, som desværre foraarsaget ved den ganske usædvanlig stærke tildækning er meget sparsomme, har jeg paa karterne (fig. 1 og planche I) indtegnet en grænselinje mellem graniten og Andø-formationen; denne grænselinje er dog af temmelig skjønsmæssig natur²⁾.

— Paa fast land har formationen en udbredelse af mindst 9, snarere 10 km.², regnet over høivandstand; hertil kommer *ca.* 1 km.² langs den flade strand mellem høi-

¹⁾ Se oversigtskartet, fig. 1, hvor baade høivands- og lavlandslinjen er afsat.

²⁾ Istedetfor den krumme grænselinje, mellem Nordelven (lidt vest for borhul no. 13) og Stiksaen (mellem borhul no. 14 og 15—16) kan man antage en zikzaklinje, fremkaldt ved forkastninger baade i N—S. og i O—V-lig retning.

vand og lavvand, samt fortsættelsen mod øst, under Andfjorden. Den *nu levnedede rest* af formationen dækker saaledes et areal af *mindst 10 km.²*, kanske, naar fortsættelsen mod øst ud i fjorden medregnes, 15 km.² eller derover.

— Som vi senere skal omhandle, betinges grænsen mod vest mellem graniten og Andø-formationen ved en stor forkastning, eller kanske rettere, ved et sæt af forkastninger. — Inde i jurafeltet, ved Ramsaa med omgivelser, kan vi paa vise en hel del forkastninger med omkring nord—sydlig retning; og den store forkastning mod vest maa ogsaa have en lignende hovedretning. Muligens foreligger desuden, i partiet ved Nordelven og Stiksaaen, en eller flere store tver-forkastninger i øst—vestlig retning.

Lagstillingen (strøg og fald).

1. *Strøget* er i jurafeltets søndre del omkring øst—vest; strøget danner her en *svag bue*, se planche I.

Ved det udgaaende af cannelkullet ved stranden (paa planche I betegnet ved *a*), lidt nord for Ramsaaelvens udløb, observeres strøg O 25—30° N. I henhold til det dyb, hvor cannelkullet blev overskaaret i borhul no. IV, og videre i henhold til den herskende faldvinkel beregnes det udgaaende af cannelkullet SSO for no. IV at ligge ved punkt *b* paa kartet; retningen af *a—b* er ca. O 30° N—V 30° S.

I den østre del (*c*) af „Dahl's kulgrøft“ — i det følgende benævnt kulgrøften — maalttes strøg O 12—15° N, og i den vestre del (*d*) strøg O 8—10° N; dette er de nøiagtigste og bedste strøg-observationer inden det hele felt. — I det liggende for kulgrøften maalttes strøg O 10—15° N og O 15° N.

Linjen mellem cannelkullet ved *e* (allervestligst i kulgrøften, paa vestsiden af den her optrædende lille forkastningslinje) og det beregnede udgaaende *f* strax søndenfor borhul no. 1 har strøg ca. O 5° N—V 5° S.

Og den i det følgende beregnede linje *h—i—k—l* for cannelkullet udgaaende ved borhul no. 6 og lidt søndenfor borhul no. 7,

8 og 9 har strøg O et par grader syd, nærmest O 5° S—V 5° N.

Omtrent midtvejs mellem borhul no. III og no. VII (ved Enerholmen) stikker paa to steder nogle sandstenslag frem ved Ramsaaelven; strøget maalt her til ca. O 30° S, men da de blotlagte sandstenspartier er ganske smaa, blev observationerne her mindre nøiagtige.

Fra fjorden og vestover forandrer strøget sig lidt efter lidt, fra O 25°—30° N ved fjorden, til O 12—15° N og O 8—10° N ved kulgrøften, derpaa til ca. O 5° N og ved *h—i—k—l* til ca. O 5° S; et godt stykke op langs Ramsaaelven synes strøget endog at have bøiet sig om helt til O 30° S.

2. I feltets søndre del er *faldet overalt mod nord*; og faldet blir *stadig fladere*, jo længere man kommer nordover (indtil Nordelven og Stiksaen).

I den allersydligste del af jurafeltets udgaaende, nemlig strax syd for kulgrøften, maalt faldets størrelse paa de i dagen fremstikkende lag af sandsten og skifer: 40—45°, 45°, 32—35°, 25—30°, 30°, 28—30°, 25—30°. Hver enkelt aflæsning er vistnok lidet nøiagtig, idet de blottede skikflader er ganske smaa, men da der foreligger saa mange observationer, maa man drage den slutning, at faldet her er mindst 30°.

Ved kulgrøften maalt faldet af mig til 22—23° (og af HARTUNG til 25°).

Mellem kulgrøften og borhul no. I og II er afstanden, maalt lodret paa strøget, = 205 m., og cannelkullaget — det samme som i kulgrøften — blev paatruffet i borhul no. I i dyb 86 m. og i no. II i dyb 83 m. — Afstanden maalt lodret paa strøget mellem kulgrøften og det ca. 30 m. øst for borhul no. I og II beliggende Dahlls borhul 1869 er temmelig nøiagtig 200 m., og cannelkullaget blev i dette borhul paatruffet i dyb 257 fod 7 tommer = 82.1 m. — Disse observationer (86 : 205 m., 83 : 205 m. og 82.1 : 200 m.) giver faldvinkel 22.8, 22.0 og 22.3, altsaa gennemsnitlig 22½°. — Da man i dagen observerer fald af samme størrelse baade ved kulgrøften og i nærheden af borhul I og II, kan der paa mellempartiet mellem kulgrøften og disse borhul ikke foreligge nogen forkastning, eller i alle fald kun en ganske liden forkastning, med spranghøide ikke mere end nogle ganske faa m.

Mellem borhul no. I, II og borhul no. III er afstanden, maalt lodret paa strøget, = 625 m.; og de karakteristiske lag, som i no. I

optræder i dyb 70, 90 og 121 m., blev i borhul no. III paatruffet i dyb resp. 263, 282 og 313 m., altsaa paa ca. 192 m.'s større dyb. Nulpunktet for borhul no. III ligger nogle faa m., antagelig 5 m., høiere over havet end nulpunktet for no. I; den gennemsnitlige faldvinkel paa mellempartiet skulde altsaa være $187:625 = 16.7^\circ$. — Da man fleresteds langs bækken mellem borhul no. I, II og borhul no. III ser fald af lignende størrelse, kan vi ogsaa for mellempartiet mellem no. I, II og no. III drage den slutning, at der her ikke kan optræde nogen forkastning, eller i alle fald ikke nogen forkastning af nævneværdig sprunghøide.

Ved stranden nær punkt *a* paa kartet sees paa et par steder fald paa ca. 20° .

Ved udløbet af Nordelven, beliggende 800 m. nord for borhul no. III, optræder den øverste formationsafdeling, som er kjendt inden feltet, nemlig en lerskifer (med enkelte boller af lerjernster). Faldet er her kun nogle ganske faa grader, kanske nærmest ca. 5° , mod nord.

Faldet aftager altsaa ganske jævnt og gradvis, jo længere man kommer nordover (til Nordelven), — fra mindst 30° , kanske gennemsnitlig 35° i feltets allersydligste del og $22-23^\circ$ ved kulgrøften, $22\frac{1}{2}^\circ$ mellem kulgrøften og no. I, II, til gennemsnitlig $16\frac{1}{2}^\circ$ mellem no. I, II og no. III, og kun ca. 5° længere nord ved Nordelven; se det lodret paa strøget dragne profil, planche I, fig. 1.

Videre fæster vi opmærksomheden derved, at der mellem kulgrøften og borhul no. I, II og videre helt nord til borhul no. III ikke kan optræde nogen tver-forkastning, i alle fald ikke nogen tver-forkastning af nævneværdig sprunghøide.

Ved Ramsaaelven mellem borhul no. III og no. VII (Enerholmen) sees paa et par steder fald mod nord (eller NNO).

I DAHLL's og FRIIS's beskrivelser findes anført endnu nogle observationer over faldets størrelse, specielt ved borhullene (og tildels maalt paa borkjærnerne); disse observationer stemmer godt overens med de ovenfor anførte. — Ved borhul no. I, II sætter FRIIS faldet til 24° , medens jeg

har beregnet det til $22\frac{1}{2}^\circ$; saadanne smaa afvigelser kan ikke tillægges nogen betydning.

Baade DAHLL og FRIIS¹⁾ tegner profiler, som er temmelig nær overensstemmende med mit profil paa planche I, fig. 1.

Som illustreret ved kartet paa planche I, ligger borhul no. VIII efter al sandsynlighed paa samme forkastningstavle som borhul no. 6, 7, 8 og 9. Dette finder en støtte ved beregning af faldets størrelse. — Det niveau, som ekvivalerer cannelkullaget, optræder i no. VIII i dyb ca. 352 m.; hertil svarer, naar vi forudsætter nulpunktet i samme høide over havet, ca. 340 m. større dyb ved no. VIII end ved *h—i—k—l*. Afstanden, maalt lodret paa strøget, mellem no. VIII og det beregnede udgaaende af cannelkullaget, ved linjen *h—i—k—l*, er ca. 1010 m.; det gennemsnitlige fald paa mellempartiet skulde altsaa udgjøre omkring $18\frac{1}{2}^\circ$. Og næsten nøiagtig samme gennemsnitlige faldstørrelse møder vi paa forkastningstavlen kulgrøften — borhul no. I, II og videre til lidt nord for borhul III, i den nærmeste km. nord for cannelkullagets udgaaende ved kulgrøften.

— Fra Skarsten opgives strøget til ONO, og faldet er fladt mod syd.

Forkastningerne inden Andøfeltet.

Vi forudskikker den bemærkning, at man i feltets søndre del kan paavise en hel række forkastninger, med hovedretning omkring nord—syd, og at indsynkningen er allerstørst ved tavlen kulgrøften — borhul no. I, II—no. III.

¹⁾ FRIIS har forøvrigt paa sit profil (s. 6 i hans afhandling) indprojiceret borhul no. VIII paa samme profillinje som no. I og III, — uden at tage hensyn til, at der mellem no. III og no. VIII utvivlsomt optræder en ganske stor forkastning.

Vi skal gennemgaa de enkelte observationer, idet vi begynder ude ved fjorden og vandrer vestover.

1. Som tidligere beskrevet af DAHLL og FRIIS, stikker det udgaaende af cannelkullet (paa kart planche I betegnet ved a) op i fjæren (ved fjære sjø) ca. 100 m. nord for Ramsaaelvens udløb; strøget er her O 25—30° N og faldet ca. 20° mod N 25—30° V.

I borhul no. IV, beliggende ca. 125 m. NV for a , blev cannelkullet paatruffet i dyb 46 m.; heraf beregnes, idet vi sætter faldvinkelen til 20° (eller 22°), at cannelkullet S 25° O for no. IV maa gaa ud i dagen (under myren eller strandvolden) ved punkt b , beliggende i afstand 46 m : $\text{tg } 20^\circ$ (eller $22\frac{1}{2}^\circ$) = 126 m. (eller 111 m.) vinkelret paa strøget S 25° O for no. IV.

Punkt b ligger i strøgetretningen, ca. V 30° S, for a ; mellem a og b kan der følgelig ikke være nogen forkastning (eller høist en minimal forkastning), og linjen $a-b$ angiver cannelkulletets udgaaende.

I den kulgrøft, $c-d$, som DAHLL i tiden omkring 1870 lod kaste op for at tage kul til dampkedlerne, er det udgaaende af cannelkullet opfaret i en længde af ca. 125 m.

Som man ser paa kartet, optræder cannelkulletets udgaaende ved $a-b$ adskillig længere mod nord end ved $c-d$ ¹⁾; og linjen $c-d$ stryger i retning lige mod det lille granitparti, som findes paa sydsiden af Ramsaaelvens udløb. Heraf følger, at der mellem b og c maa foreligge en forkastning; og en saadan iagttoges ogsaa, som tidligere af REUSCH beskrevet, ved punkt t (se kartet paa planche I); vedrørende detaljer henviser til tegningerne i REUSCH's

¹⁾ Terrainet er her og ellers i Ramsaafeltet ganske fladt, næsten horizontalt.

ovenfor citerede afhandling, Geol. aarbog for 1903, s. 27—28. Strøgretningen for denne forkastning synes at være omkring NNO.

Spranghøiden af forkastningen — eller kanske forkastningerne — mellem $a-b$ og $c-d$ kan tilnærmelsesvis beregnes paa følgende maade:

Linjen $a-b$ ligger, maalt vinkelret paa strøget, ca. 120 m.¹⁾ længere mod nord (N—NNV) end linjen $c-d$; faldet er ca. $22\frac{1}{2}^\circ$; spranghøiden altsaa ca. 120 m. gange $\text{tg } 22\frac{1}{2}^\circ = \text{ca. } 50 \text{ m.}$; altsaa *med rundt tal 50 m.*

2. I den vestre ende af kulgrøften, ved a , er kullet overskaaret af en forkastning; kullet blev gjenfundet ved gravning nogle faa m. mod NV; forkastningen her er ganske liden, med spranghøide kun *omkring* $2\frac{1}{2} \text{ m.}$ Forkastningens strøg her syntes at være omkring NNV.

I borhul no. 1, beliggende 160—165 m. næsten ret vest for e , traf man cannellullet i dyb 12 m. (eller dyb 6 m. under overkanten af fast fjeld); kullet's udgaaende er følgelig ved f , beliggende 6 m. divideret med $\text{tg } 22\frac{1}{2}^\circ$ syd for borhullet. Da punkt f ligger i strøgretningen $V 5^\circ S$ for e , kan der mellem e og f ikke optræde nogen forkastning, eller i alle fald kun en rent ubetydelig forkastning.

3. I borhul no. V, beliggende 480 m. VNV for no. I, blev de forskjellige karakteristiske eller orienterende lag paatrufne adskillig tidligere, end man efter profilet kulgrøften — no. I, II — no. III havde ventet. Det vil sige, partiet ved no. V er ikke indsunket saa dybt som tavlen kulgrøften — no. I, II — no. III, og paa mellempartiet maa der foreligge en forkastning. Da strøget i hele Ramsaafeltet

¹⁾ Man faar lidt forskjellige tal, eftersom man udgaar fra strøg $O 15^\circ$ eller $20^\circ, 25^\circ, 30^\circ N$ for det mellemliggende parti; det rigtigste er antagelig at regne strøget paa partiet mellem b og c til ca. $O 20^\circ N$.

danner en svag og jævn bue, kan forholdet ikke forklares ved at forudsætte en lokal vridning af strøget.

I no. V blev det karakteristiske cannelkullag paatruffet i dyb 128.5 m. Idet vi gaar ud fra, at faldet mellem *g* og no. V er omtrent af samme størrelse som i profilet kulgrøften — no. I, II — no. III (og som i profilet *h—i—k—l* — no. VIII), beregnes det udgaaende af cannelkullaget syd for no. V til punkt *g* paa kartet, planche I. Beliggenheden af dette punkt kan forøvrigt ikke angives nøiagtig, og vi mangler material til at bestemme retningen af strøget her.

Størrelsen af spranghøiden af forkastningen mellem tavlen kulgrøften — no. I, II — no. III og tavlen *g* — no. V kan tilnærmelsesvis bestemmes paa følgende maade:

I profil kulgrøften — no. I, II — no. III er faldvinkelen ved kulgrøften 22—23°, mellem kulgrøften og no. I, II gennemsnitlig 22½° og mellem no. I, II og no. III gennemsnitlig 16½°; længere nordover endnu fladere. Mellem no. I, II og no. III maa faldet aftage gradvis, i en svag bue. Indprojicerer man borhul no. V efter strøget paa profil-linjen kulgrøften — no. I, II — no. III, skulde punkt no. V, maalt lodret paa strøget, ligge i afstand 445 m. nord (eller N 10° V) for kulgrøften; paa dette sted skulde cannelkullaget i profilet mellem no. I, II og no. III anstaa i et dyb af ca. 172 m., eller paa kanske endnu lidt større dyb, medens det i no. V blev overskaaret allerede i dyb 128.5 m. Spranghøiden skulde efter denne beregning udgjøre ca. 43.5 m. — Som en korrektion kommer hertil, at nulpunktet for borhul V ligger nogle faa, antagelig 5 m., højere end for no. I, II og III; spranghøiden udgjør altsaa *med rundt tal 50 m.* (heri er indbefattet spranghøide ca. 2½ m. mellem *d* og *e*).

4. Da jeg antog, at der ogsaa længere mod vest optraadte ganske store forkastninger, og at indsynkningen

blev mindre og mindre, efterhvert som man nærmede sig granitgrænsen mod vest, foreslog jeg et haandborhul, betegnet som no. 6, ansat et godt stykke nordligere end linjerne *e—f* og *g*, nemlig „350 m. retvisende VSV for maskinborhul no. V“. Man traf her cannelkullet allerede 1—2 m., efter at man var kommet gennem løsdækket (torv og sand), og beholdt herved en fortrinlig orientation om beliggenheden af lagets udgaaende (punkt *h* paa planche I). Dersom dette borhul var bleven sat selv kun nogle faa m. længere mod syd, vilde man være kommet paa sydsiden af lagets udgaaende, altsaa ikke have truffet det ved boringen.

I de næst paafølgende haandborhul, no. 7, 8 og 9 (se FRIS's afhandling s. 13) blev cannelkullet paatruffet i dyb resp. 38, 50 og 76 m. under dagen, eller resp. 27, 37 og 60 m. under overkanten af fast fjeld; idet vi gaar ud fra faldvinkel omkring 20° , beregnes det udgaaende i dagen syd for borhullene at ligge ved punkt *i*, *k* og *l*. Alle disse punkter samt punkt *h* ligger paa en ret linje. Man kan følgelig slutte, at der her — inden en længde af mindst 350 m. — ikke findes nogen forkastning, eller kun ganske smaa forkastninger, og at strøget her er omkring $0\ 5^\circ\ S$.

Spranghøiden af forkastningen (eller forkastningerne) mellem no. V og no. 6—9 kan, i henhold til afstanden mellem lagenes beregnede udgaaende, anslaaes til *omkring* 75 m.; da der dog foreligger saa sparsomme iagttagelser, er denne angivelse beheftet med ganske stor feilkilde.

5. Ifølge borhul no. VII (paa Enerholmen), hvor cannelkullet blev paatruffet i dyb 40 m. (eller 32 m. under fast fjeld), maa lagets udgaaende ligge omtrent ved *m*. Mellem no. 9—*l* og no. VII—*m* maa der være en forkastning, hvis spranghøide kan anslaaes til *omkring* 50 m.

6. I borhul no. VI¹⁾, langt oppe ved Ramsaaelven, overskar man nogle tynde kullag, sandsynligvis tilhørende det nedenfor omtalte niveau γ , i dyb ikke fuldt 40 m. under dagen; og i dyb 47 m. overskar man et kullag paa 0.5 m., hvilket opgives at skulde ekvivalere cannelkullet. Lignende observationer gjorde man ogsaa i det nærliggende borhul no. 5. — Det udgaaende af cannelkullet maa optræde omtrent ved n , og mellem m og n maa der foreligge en forkastning med spranghøide antagelig *omkring 50 m.*

Videre fremgaar af kartet, at der maa optræde en forkastning mellem borhul no. VI—5 og det strax vestenfor opstikkende granitparti. Om denne forkastning, som danner grænseskillet mod vest mellem graniten og jurafeltet, henvises til det følgende.

I henhold til de her omhandlede observationer møder vi i jurafeltets søndre del, mellem granitgrænsen i vest og kulgrøften, *en trappeformig stadig dybere og dybere forkastnings-indsynkning*, med spranghøide af de forskellige forkastninger:

Mellem tavle	Spranghøide
no. VI, 5— n og no. VII— m . . .	antagelig omkring 50 m.
no. VII— m og no. 6, 7, 8, 9— h, i, k, l . . .	omkring 50 „
no. 6, 7, 8, 9— h, i, k, l og no. V— g . . .	omkring 75 „
no. V— g og kulgrøften — no. I, II — III	omkring 50 „

I dette sidste tal er ogsaa medregnet den lille forkastning mellem d og e , med spranghøide ca. $2\frac{1}{2}$ m.

Den samlede forkastnings-indsynkning mellem den vestligste tavle, ved no. VI, 5— n og tavlen kulgrøften —

¹⁾ Paa planche I er pladsen for maskinborhul no. VI og det nærliggende haandborhul no. 5 forvekslede med hinanden.

no. I, II — no. III kan saaledes med rundt tal sættes til 200 m.; observationerne er ikke saa nøiagtige, at vi skal inklade os paa at afgjøre, om der handles om lidt større eller lidt mindre tal.

Forkastningstavlen kulgrøften — no. I, II — no. III er *dybest* indsunket; mellem denne og no. IV—*a, b* finder vi paany en forkastning, med spranghøide ca. 50 m., men saaledes, at denne sidste tavle er mindre indsunket end tavlen kulgrøften — no. I, II — no. III.

De store forkastningsplaner inde i jurafeltets søndre del synes at stryge i omkring nord—sydlig retning; vi mangler dog tilstrækkelige observationer til at bestemme strøget nøiagtigt.

Tver-forkastninger (i øst—vestlig retning) synes i feltets søndre del at mangle, eller i alle fald kun at spille en underordnet rolle. Vi kan nemlig paavise, at der ikke optræder nogen tver-forkastning, af nævneværdig betydning, i det ca. 820 m. lange profil mellem kulgrøften, no. I, II og videre nordover til no. III. Heller ikke synes der at foreligge nogen tver-forkastning, eller i alle fald ikke nogen stor tver-forkastning, mellem borhul no. 6, 7, 8, 9 og det omkring 1 km. længere mod nord beliggende borhul no. V.

— Nederst paa planche I har jeg tegnet et profil i øst—vestlig retning, for at illustrere forkastningerne¹⁾. Profilet er tænkt draget gennem borhul no. III og herfra vestover til graniten ved Ramsaaelven.

Profilet er af temmelig schematisk natur, idet vi ikke nøiagtig kjender beliggenheden af de forskjellige forkastninger, og heller ikke deres faldvinkel; trods disse mangler maa det essentielle i profilet utvivlsomt være rigtigt.

¹⁾ Den lille forkastning mellem *d* og *e* er ikke medtaget.

Naar vi tænker os profilet draget netop efter den forpartiet omkring borhul no. III herskende strøglinje (O ca. 10° N), kommer lagene i profilets vestre saavel som i dets østre parti — idet strøget som tidligere omtalt danner en svag bue — til i det hele og store at vise *en ganske svag skraaning ind mod den dybest indsunkne tavle*. Dette maa bero paa mekaniken for selve forkastnings-indsynkningen: den kraft, som fremkaldte forkastningerne og den trappetrins-formede indsunkning medførte, at lagene ogsaa blev bøiet lidt ned mod forkastningerne.

— Forkastningerne inden Andøfeltet kan selvfølgelig ikke være begrænsede til den søndre del, men maa ogsaa optræde i den midtre og nordre del; da marken her er næsten aldeles tildækket, og da der her er foretaget saa faa borhul, har vi dog ikke material til at konstatere forkastningerne her. — Kun kan nævnes følgende: i nord-sydlig retning danner lagene en stor skaal, antagelig med næsten flad lagstilling over det midtre parti. I overensstemmelse hermed møder vi ved Nordelven; nemlig ved dennes udløb og ved borhul no. 13, den øverste etage inden feltet. Men noget længere mod nord, ved Stiksaaen, angives fra borhul no. 14, beliggende kun nogle faa m. øst for granitgrænsen, „mørk sandsten“, der er karakteristisk for den midtre del af mægtige, under lerskiferen liggende sandstensetage. Dette tyder paa, at der ogsaa her foreligger forkastninger, med relativt liden indsunkning nærmest mod granitgrænsen.

Da Andø-formationen er gennemsat af en hel række tilmed meget betydelige forkastninger, som har hovedretning omtrent parallelt med grænsen mod det vestenfor optrædende granitfelt, maa det være et *indsunket felt*, som nu ligger opbevaret i en *gravforkastning*.

At dette er rigtigt, finder en støtte i detaljobservatio-
nerne ved borhul no. VI, 5—*n*, idet det udgaaende af kul-
lagene synes at stryge ret mod det lille høit oppe ved
Ramsaaelven opstikkende granitfelt.

Andø-afleiningernes etage-inddeling og mægtighed.

Andø-afleiningerne kan petrografisk inddeles i tre af-
delinger:

nederst en række sandstene med kullag, bituminøse
skifere og ildfast ler;

derover *mægtig sandsten*, næsten uden indleining af
andre bergarter;

øverst lerskifer, med nogle bollelag af *lerjernsten* og
nogle faa sandstenslag.

— Mellem den nederste afdeling, sandsten veksellag-
rende med kul, bituminøs skifer og ildfast ler, og den der-
over følgende mægtige sandsten, praktisk talt uden frem-
mede indleininger, findes der ikke nogen skarp grænse,
men en gradvis overgang.

Hvor man vil trække grænsen mellem de to afdelinger,
kan være gjenstand for et skjøn. Ganske naturligt er det
at lægge grænsen ved det øvre kullag, som betegnes ved γ .

I den *nederste afdeling* optræder, som illustreret ved
planche II over borprofilerne, en hel del lag af kul, bitu-
minøs skifer og ildfast ler, veksellagrende med sandstene.
Exempelvis nævnes, at i borhul no. II blev ialt overskaaret
15 kullag af sammenlagt tykkelse (maalt lidt paa skraa,
under vinkel ca. $22\frac{1}{2}^\circ$) ca. 5.1 m. (det tykkeste kullag er
paa 1.1 m.); videre flere lag af bituminøs skifer, af sammen-
lagt mægtighed ca. 12.2 m. og nogle lag, i afdelingens ne-
derste del, af ildfast ler, af sammenlagt mægtighed ca.

8.5 m.; resten, nemlig ca. 39.2 m., er sandsten. Procentisk udgjør saaledes her de forskellige lag:

Sammenlagt mægtighed af	}	kullag	ca. 8 %
		bituminøs skifer	„ 19 „
		ildfast ler	„ 13 „
		sandsten	„ 60 „

I de andre borhul finder vi de forskellige lag repræsenteret efter lidt afvigende forhold.

Vedrørende mægtigheden af denne afdeling foreligger følgende observationer:

i borhul no. I; det øverste kullag (γ) blev paatruffet i vertikalt dyb 65 m., og grundfjeldet¹⁾ naaedes i dyb 130 m.; difference = 65 m.; faldvinkel = $22\frac{1}{2}^\circ$; mægtigheden altsaa $65 \text{ m.} \cos 22\frac{1}{2} = 60 \text{ m.}$;

i borhul no. III blev afdelingen overskaaret fra dyb 259 m. til 317.4 m., altsaa vertikalt i 58.4 m.; faldvinkelen her kan sættes til ca. 13° ; $58.4 \text{ m.} \cos 13^\circ = 57 \text{ m.}$ Hertil kommer, at det allernederste lag, som i no. I er ca. 5 m. tykt, ikke er overskaaret i no. III; dette lag medtaget, skulde mægtigheden i no. III udgjøre 62 m.

Mægtigheden af den nederste afdeling sætter vi følgelig til *omkring 60 m.*

I nogle af de andre borhul fortsatte man ikke boringen saa dybt, at man kom ned til grundfjeldet; atter i andre borhul traf man vistnok grundfjeldet, men de dybeste lag af etagen var her ikke udviklede, som vi senere nærmere skal omtale, fordi grundfjeldet her stod op som smaa øer, medens de allerældste lag blev aflagrede i de mellemliggende kulper.

¹⁾ Som vi senere skal omtale, maa det, som paa FRIS's borprofilplanche betegnes som „tæt graa kalk“ og „uren kalk“, tilhøre det ældre fjeld og ikke jura-aflæiningerne.

— Den midtre, *mægtige sandstensafdeling* fører hist og her nogle tynde kulstriber, men aldrig egentlige kullag; bituminøs skifer, lerskifer og ildfast ler synes fuldstændig at mangle; derimod optræder høit oppe i denne afdeling (i borhul no. VIII) ifølge FRIIS nogle smaa bollelag af lerjernsten.

I no. III anstaar denne afdeling fra [dagen og ned til dyb 259 m.; faldvinkel = ca. 13° ; den overskaarne mægtighed altsaa $259 \text{ m.} \cos 13^\circ = 252 \text{ m.}$ Dette er dog ikke den hele mægtighed, idet sandstenen fortsætter fra no. III mod nord, med svagt nordligt fald, ind under den overliggende lerskiferafdeling, hvis udgaaende iagttages ved munden af Nordelven. Fra no. III følges sandstenen i en længde af ca. 150 m. nordover til DAHLLS nordligste borhul (af 1871); herfra til Nordelven, hvor lerskiferen stikker frem i dagen, er der en afstand paa 650 m. — Vi kommer sandsynligvis det rette forhold nærmest ved at antage, at sandstenen fortsætter mod nord fra no. III i en længde af 500 m. og med gjennemsnitligt fald 8° ; dette giver mægtighed ca. $500 \text{ m.} \cos 8^\circ = \text{ca. } 70 \text{ m.}$, som skulde adderes til det ovenfor fundne tal, 252 m.; afdelingens virkelige mægtighed skulde efter dette udgjøre ca. 320—325 m.

I borhul no. VIII, som først i et dyb af 20 m. traf fast fjeld, blev i dyb 333 m. overskaaret nogle kulstriber, som — at dømme efter beliggenheden i forhold til det dybere nede overskaarne cannelkullag — maa ekvivalere det øverste kullag (γ), som vi har valgt som afdelingens nederste grænse. Det midlere fald her kan sættes til 10° — nogle faa grader mere eller mindre influerer kun ganske uvæsentligt paa mægtighedsberegningen. — Den overskaarne mægtighed er altsaa $(333 - 20) \text{ m.} \cos 10^\circ = 308 \text{ m.}$ Heller ikke i no. VIII optræder den allerøverste del af sandstensafdelingen; hvor meget der mangler, kan dog ikke af-

gjøres. Temmdlig sikkert maa man gjøre et tillæg paa mindst et snes m.; mægtigheden skulde altsaa være *mindst 325 m.*

— Den ved Nordelven og Skarsten optrædende *lerskifer* kan ikke nogetsteds observeres som direkte overleiende sandstensafdelingen, men at den i virkeligheden, saaledes som ogsaa af FRUUS og REUSCH fremholdt, maa gjøre det, kan man slutte af følgende: 1. Lerskiferafdelingen er ganske mægtig; den mangler i de mange borhul, som overskjærer formationens ældste og midtre del; følgelig maa den tilhøre et yngre trin. — 2. I partiet Ramsaa-Nordelven er faldet overalt nordligt, og foldninger synes fuldstændig at mangle; sandstenene maa altsaa, som illustreret ved profilerne, tilhøre paa fig. 1 og pl. I, fig. 1, stikke ind under lerskiferen.

Da lerskiferen optræder over et ganske stort parti ved Nordelven — nemlig baade ved munden og ved borhul no. 13, ca. $1\frac{1}{2}$ km. længere mod vest — kan den her ikke have en ganske uvæsentlig mægtighed.

Borhul no. IX, ved Storelven nær Skarsten, gik først gennem 16 m. kvartærafleininger og derpaa gennem lerskifer, med nogle ganske tynde indlagringer af sandsten og af lerjernstens-bollelag, indtil den underliggende granit blev paatruffet i dyb 140 m. Faldet opgives af FRUUS til 20° ; den overskaarne mægtighed skulde altsaa beløbe sig til $(140 - 16) \text{ m. } \cos 20 = 117 \text{ m.}$ I dette borhul er dog temmelig sikkert hverken afdelingens allernederste eller dens allerøverste del overskaaret; mægtighed maa altsaa være større, *mindst 125 m.*, kanske adskillig derover.

. Oversigt:

Mægtigheden af den paa Andøen levnede rest af mesozoiske afleininger udgjør:

Den overliggende lerskiferafdeling . . .	<i>mindst 125 m.</i>
„ mellemliggende sandstensafdeling . .	<i>mindst 325 „</i>
„ underliggende kulførende sandstens- afdeling	<i>ca. 60 „</i>
	<hr/>
	<i>Sum mindst 510 „</i>

Den nu levnede rest af Andø-afleiningerne viser saaledes, for at regne med rundt tal, mægtighed mindst 500 m., kanske endog 550—600 m. eller lidt derover.

De tidligere forskere, som har beskæftiget sig med Andøen, har antaget en adskillig mindre mægtighed.

Sandstenene i den nederste, kulfløts-førende afdeling er i regelen af 'lys farve, og tildels temmelig grovkornige; bl. a. optræder i flere af borhullene en grovkornig sandsten umiddelbart over det underliggende grundfjeld. Vedrørende detaljer henvises til FRIIS's afhandling og til borprofilerne, planche II.

I den allernederste del af den mægtige sandstensafdeling møder man ligeledes flere lag af grovkornig sandsten, og baade de grovkornige og de finkornige sandstene i afdelingens nederste del er oftest af lys farve (se fig. 2). I afdelingens midtre parti derimod optræder udelukkende forholdsvis finkornige sandstene, oftest af mørk farve og jævnlig rig paa glimmer. For borprofil no. VIII angives saaledes af FRIIS „mørk sandsten“ (S_4), „mørk sandsten med lyse striber“ (Sl_s_4), „mørk bituminøs sandsten“ (Sb_4), „mørk sandsten“ (S_4), „mørk glimmerrig sandsten“ (Sgl_4), „mørk sandsten“ (S_4) og „lys glimmerrig sandsten“ (Sgl_1)

næsten kontinuerlig fra dyb 147 m. til 322 m., altsaa for en mægtighed paa noget over 150 m. — Endnu høiere i denne afdeling er igjen lyse sandstene forherskende; men ogsaa her er sandstenene af noget vekslende karakter.

Langs Ramsaaelven, fra nogle meter nord for borhul no. I, II og til nogle m. nord for borhul no. III, stikker op i dagen paa mange steder den mørke, ofte glimmerrige sandsten, der her med svagt fald følges i en længde, lodret paa strøget, af ca. 700 m.¹⁾ — Endnu lidt høiere op i afdelingen, ved punkt mærket „*Aucella Keys.*“ paa kartet planche I, findes ved Ramsaaelven en lys, finkornet sandsten, meget rig paa *Aucella Keyserlingi*.

Lerskiferen i den øverste afdeling gjør i det hele og store ikke indtryk af at være stærkt finslemmet. Paa et par steder er i denne lerskiferafdeling indlagret nogle tynde sandstenslag (i borhul no. IX). Videre optræder i lerskiferafdelingen paa flere steder nogle lag af lerjernstensboller; de boller, som jeg saa ved Nordelvens munding, var ofte 0.2—0.4 m. tykke²⁾.

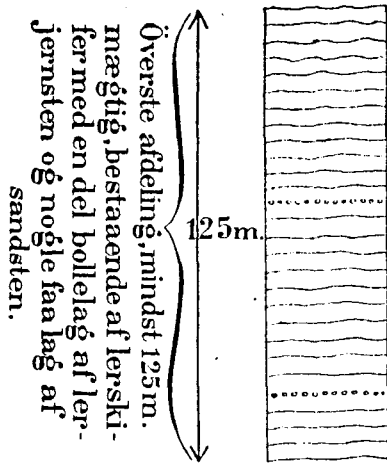
Inddelingen og mægtigheden af Andø-afleiningerne illustreres ved fig. 2.

Vedrørende de til høire paa tegningen anførte fossilfund og stratigrafiske aldersbestemmelser henvises til næste afsnit.

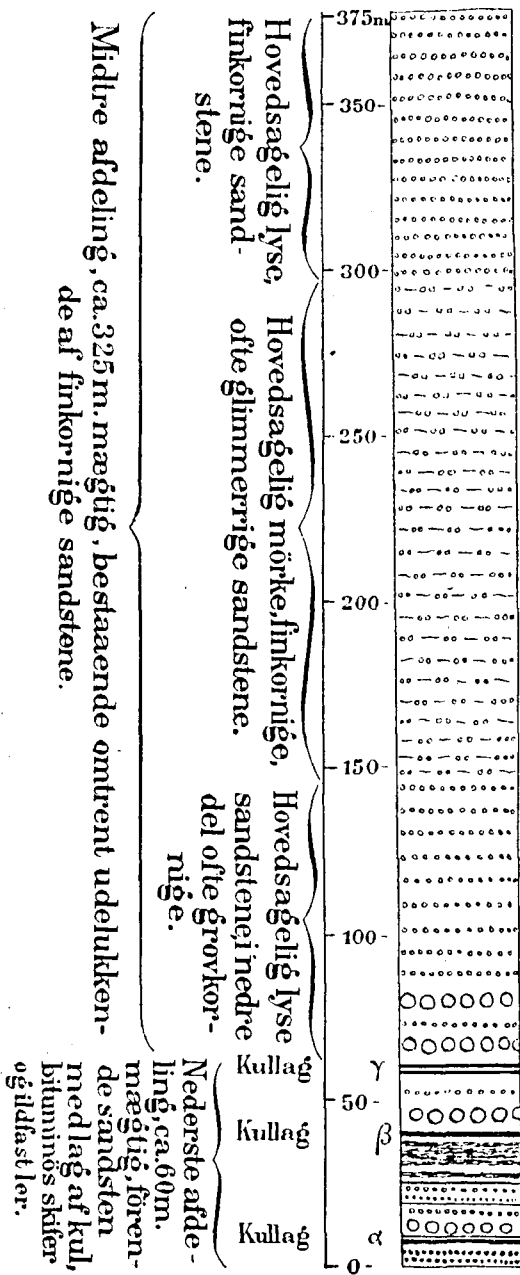
¹⁾ Denne mørke sandsten opføres (ved en inkurie?) paa DAHLLS kart (i Det nordlige Norges geologi, 1891, s. 132) som „bituminøs skifer“.

²⁾ Mine næsten 8 aar gamle notitser om karakteren af de forskellige sandstens- og lerskiferlag er temmelig ufuldstændige; supplerende oplysninger findes i FRUS's afhandling, specielt paa hans borprofil-planche.

Fig. 2.



Mindre mellemrum.



Enten øverst i jura eller nederst i kridt (efter Voegt).

Hidtil kun fundet Pecten val.

Kimmeridge-Portland eller øvre Volga-etage (efter LINDGREN).

Aucella Keys.

Oxford (efter LINDGREN).

Gryphaea dilatata, Pecten validus, Pecten nummularis, Limea duplicata, Perisphinctes cf. tuplicatus, Belemniter, — ifølge LINDGREN.

Brun jura (efter Heer). Bl. a. mange plantefossiler Scleropteridium Dahliinum, Equisetum sp., Bacteria pulchella?, Phoenicopsis latior, Ph. angustifolia?, Pinus microphylla?, P. Nordenskiöldi, Brachyphyl-lum boreale, — ifølge Heer.

Om Andø-afleiningernes geologiske alder.

TH. KJERULF¹⁾ kom, paa grundlag af de af DAHLL indsamlede og af KJERULF bestemte fauna-fossiler, til det resultat, at Andø-afleiningerne skulde tilhøre Oxford-etagen, altsaa den nederste del af hvid jura.

OSWALD HEER og KARL MAYER²⁾ drog derimod af sine palæontologiske bestemmelser den slutning, at afleiningerne skulde være noget ældre, nemlig tilhørende brun jura.

Og B. LUNGGREN konkluderer sin afhandling om Andøens fauna³⁾ med følgende resumé:

„Af ofvanstående synes mig framgå att, efter de marina djurfossilen att döma, Jurabildningarne på Andöen kunna delas i en äldre, mest glimmerrig sandsten, med *Gryphaea dilatata*, *Pecten validus*, *P. nummularis*, *Limea duplicata*, *Perisphinctes cf. triplicatus*, *Belemniter* och en yngre, mest glimmerfattig sandsten med *Aucella Keyserlingi* i stor mängde; af dessa torde den förra ungefär motsvara mellersta Europas och Moskvas Oxford, den senare Rysslands Öfre Volga-etage eller Mellersta Europas Kimmeridge och Portland.“

De førstnævnte, efter LUNGGREN til Oxford henhørende fossiler, stammer vistnok i sin helhed fra sandstenene i nærheden af borhul no. I, II og DAHLLS borhul 1869, altsaa fra den *nedre del af den mægtige sandstensafdeling*, derimod ikke fra den laveste afdeling, bestaaende af sandsten med kulfløts, bituminøs skifer og ildfast ler.

¹⁾ Stenriget og Fjeldlæren, 1870.

²⁾ Se OSWALD HEERS arbejde „Ueber Pflanzenversteinerungen von Andø in Norwegen“, Flora Foss. Arctica, vol. 4, mém. 3, 1877; her er ogsaa MAYERS beskrivelse af faunaen og HARTUNGS af de lokale forholde paa Andøen indflettet.

³⁾ I Forh. i Videnskabs-Selskabet i Christiania, for 1894.

Det bekjendte, ogsaa af FRIIS omtalte findested for *Aucella Keyserlingi* ligger (se planche I) ved Ramsaaelven ca. 125 m.¹⁾ NV for borhul no. III, altsaa i den øvre, men ikke i den allerøverste del af den mægtige sandstensafdeling. LUNDGREN'S slutning, nemlig at laget med *Aucella Keyserlingi* maa tilhøre et yngre trin end de af ham først opregnede fossiler, staar saaledes i den bedste overensstemmelse med den stratigrafiske skiktbygning.

— Da jeg ikke er palæontolog, vil jeg ikke indlade mig paa palæontologiske divergenser; jeg finder dog at burde gjøre opmærksom paa, at saavel KJERULF og LUNDGREN, der bestemte alderen til hvid jura, som OSWALD HEER og MAYER, der bestemte alderen til brun jura, kan have ret.

De af OSWALD HEER undersøgte plantefossiler skriver sig ifølge hans beretning fra Andøens allerældste afdeling (partiet ved kulgrøften med nærmeste omgivelser); niveauet for disse plantefossiler er indtegnet paa den stratigrafiske oversigt s. 27. Denne afdeling ligger under det niveau, som LUNDGREN regner til Oxford; og da Oxford danner den allerældste del af hvid jura, maa vistnok HEER'S bestemmelse, nemlig at Andøens kulførende lag skal indgaa under brun jura, være rigtig²⁾.

KJERULF og OSWALD HEER med MAYER fik sig neppe tilsendt til undersøgelse *Aucella Keyserlingi* eller andre høit

¹⁾ Her optræder sandstensplader med *Aucella Keyserlingi* i stor mængde; den af LUNDGREN (i hans afhandling s. 8) fotograferede sandstensplade maa stamme fra dette findested. — Ogsaa lidt høiere oppe ved Ramsaaelven (hvor strøg- og fald-tegn er afsat paa planche I) optræder sandsten med rigelig *Aucella*.

²⁾ Jeg lægger mindre vægt paa det resultat, som MAYER kom til vedrørende etage-alderen, da flere af hans fossil-bestemmelser ifølge LUNDGREN ikke skal være korrekte.

oppe i formationen hjemmehørende fossiler¹); de synes saaledes at have manglet material til at bestemme alderen for de yngre afleininger.

— LUNDGREN henregner *Aucella Keyserlingi*-niveauet til Mellem-Europas Kimmeridge og Portland eller til den til den „boreale jura-provins“ hørende øvre Volga-etage, der ligger lige paa grænsen mellem jura og kridt²).

Høiere oppe end det lag paa Andøen, der fører *Aucella Keyserlingi* i rigelig mængde, følger først en sandsten af mægtighed mindst omkring 50 m., kanske adskillig derover, og derpaa kommer lerskiferafdelingen, af mægtighed mindst 125 m. I denne lerskifer er hidtil (se FRUUS's afhangling, s. 15) kun fundet et eneste fossil, nemlig en *Pecten*, som ikke lader sig sikkert bestemme. Vi mangler saaledes palæontologisk holdepunkt for aldersangivelsen. Men da *Aucella Keyserlingi*-laget tilhører omtrent det øverste niveau i jura, eller grænsepartiet mellem jura og kridt, maa de lag, som findes endnu mindst 175 m. høiere oppe i lagrækken, enten ligge netop ved det noget omtvi-

¹) I. F. POMPECKJ (Öfvers. af kgl. Vet. Akad. Förh. 1899) omtaler, at hager af fangarmene af *Acanthoteuthis* (en stor blæksprut) optræder i stort antal og i forskjellig, tildels kjæmpemæssig størrelse i det af prof. NATHORST indsamlede material fra de ældre *Aucella*-lag paa Andøen; se ogsaa A. G. NATHORST, Två somrar i Norra Ishafvet, 1900, I, s. 9—11. Det her s. 11 fotograferede bortaarn maa være no. VIII, hvilket borhul øverst gjennemskjærer den øvre del af den mægtige sandstensafdeling (dette borhul blev drevet efter mit besøg paa Andøen).

²) Baade A. G. NATHORST (Kong Karls lands geologi, Geol. Fören. Förh. b. 23, 1901) og I. F. POMPECKJ (Marines Mosozoicum vom König Karls Land, Öfvers. af Vet.-Akad. 1899) opfører for Kong Karls land *Aucella Keyserlingi* som karakteristisk for de allerældste lag af neocom (kridt), der ligger umiddelbart over den øvre Volga-etage.

stede skillepunkt mellem jura og kridt, eller gribe lidt ind i kridt¹⁾).

De lag paa Andøen, som vi nu finder allerøverst i lagrækken, kan ikke være de yngste lag, som her blev afsatte, idet disse selvfølgelig maa være borteroderede. Ved den store denudation, bl. a. under strandflade-abrasionen, efter gravforkastningen paa Andøen, blev ved Ramsaa eroderet bort en lagrække af tykkelse mere end 500 m.; denudationen lidt længere nord, ved det dybeste punkt af Andø-mulden, maa nødvendigvis ogsaa have spillet en vigtig rolle.

— Vedrørende Andø-lagenes alder kommer vi til følgende resultat:

Afleiningerne paa Andøen begyndte i den midtre del af jura, nemlig nær grænsen mellem brun jura og hvid jura, sandsynligvis allerede under den senere del af brun jura, fortsatte saa gjennem hele hvid jura, rimeligvis ogsaa lidt ind i kridt.

— Andø-afleiningerne henregnes som bekjendt af palæontologerne til den boreale jura-provins.

Kullagene og den bituminøse skifer.

Disse lag er udførlig beskrevne saavel af FRIS som af andre forskere; for af lette oversigten skal jeg her indflette en kort rekapitulation.

Som illustreret ved planche II, over borprofilerne, optræder i den nedre afdeling en række kulfløts, der grupperer sig om tre niveauer, α , β og γ .

¹⁾ Denne opfatning kom jeg til strax efter mit besøg paa Andøen i 1897. — Prof. BRØGGER skriver i sin afhandling om Norges geologi i „Norge i det nittende aarh.“ (b. I, s. 22), at der paa Andøen er en „liden flæk af lag fra *juratiden* (og den ældste del af *kridttiden*).“

α . Kullaget, eller kullagene, i niveau α er (i borhul no. II og ca. 85 m. syd for kulgrøften ved punkt u paa planche I) *sorte, temmelig askerige gaskul*, med brun-sort pulver.

Ifølge en række af forskellige forskere udførte analyser, dels af borkjærner fra no. I og dels af det udgaaende ved u , giver disse kul ved forkoksning (tør-destillation, uden lufttilgang) følgende procentmængde gas, kokes og aske, i forhold til kullenes oprindelige vægt:

Vægtprocent gas . . .	20.4	22.0	23.0	24.5	26.0	26.5	26.9	28.0	28.7
— kokes . . .	79.6	78.0	77.0	75.5	74.0	73.5	73.1	72.0	71.3
% aske i kullene . . .	35.2	19.0	35.9	30.3	25.0	23.0	16.5	22.8	19.8

Altsaa gennemsnitlig ca. 25 % gas og 75 % kokes, samt gennemsnitlig ca. 25 % aske i forhold til vægten af kullene, eller ca. 33 % aske i forhold til den erholdte kokes.

Den af kullene udviklede gas giver lysstyrke omkring 14—15 normallys, altsaa omtrent som for de vanlige gaskul.

Den største del af disse kul har specifik vægt 1.4—1.5.

I borhul no. II blev, under vinkel ca. $22\frac{1}{2}^\circ$, overskaaret tre fløts, af tykkelse resp. 0.70, 1.10 og 0.30 m., og mellem-laget af sandsten; afstanden mellem det hængende af det øverste og liggende af det nederste kulfløts var 3.9 m.

I borhul no. III optræder paa niveau α to lag af stærkt urene kul, af tykkelse 2.20 og 0.40 m., — men her saa urene eller askerige, at man ikke kan betegne disse afsætninger som virkelige kul.

Som vi skal omhandle i et efterfølgende afsnit, blev disse kullag, allernederst i formationen, afsatte *i smaa kulper, mellem oplagende øer (eller halvøer) og skjær*

(se fig. 3); aarsagen til den for disse kullag stærkt vekslende askegehalt beror sandsynligvis tildels derpaa, at afstanden fra disse øer (halvøer) og skjær til det sted, hvor kullene afsattes, var forskjellig paa de forskjellige steder. Dette kan ogsaa berettige til det haab, at askegehalten i dette kullag lokalt kan være temmelig liden.

β . I niveau β optræder *cannelkul*, og det er dette lag, som økonomisk er det vigtigste. Laget er ofte delt ved en tynd, mellemliggende sandsten eller skifer.

Ifølge FRUIS's afhandling, suppleret ved et par maalinger ved kulgrøften og i fjæren ved a , udgjør mægtigheden af dette lag:

1. I fjæren lige i strandkanten (punkt a paa planche I) to *cannelkullag* lige ved hinanden, ifølge DAHLL med mægtighed resp. 12 og 4 tommer, = sum 16 tommer eller 0.42 m. Ifølge oplysninger, som jeg fik af distriktets folk ved mit besøg paa stedet sommeren 1897, kan dette ikke være for høit regnet¹).

2. I borhul no. IV, nær stranden, i dyb 46 m. : $0.2 + 0.2 =$ sum 0.4 m. *cannelkul*; de to lag adskilt fra hinanden ved mellemliggende sandsten paa 0.4 m.

3. Kulgrøften²), 125 eller 130 m. lang. Kullaget var ved mit besøg 1897 opgravet eller afrenset paa to steder;

¹) Af disse kullag udgravede Andø-bønderne lidt kul til husbehov og til salg; dette fik bergmester DAHLL høre tale om, han reiste (1867) til Andøen, og paaviste jurafeltet. — De bønder, som havde været med og udgrave kul her, fortalte mig, at kullagene her skulde være tykkere, end ovenfor ifølge DAHLLS opgave anført; kullagene var ved mit besøg næsten aldeles tildækkede, saa jeg ikke kunde foretage nogen sikker maaling af mægtigheden.

²) Her blev i tiden omkring 1870 udtaget ca. 3000 tønder kul til fyring for dampmaskinen til borerne. — Efter mit besøg har man (sommeren 1900 eller et aar før eller senere) med en liden skraasynk her udtaget ca. 150 tons kul.

paa det ene sted maalttes mægtighed (vinkelret paa faldet) $0.44 + 0.19$ m, = sum 0.63 m., de to lag adskilt fra hinanden ved 0.3 m. sandsten; og paa det andet sted $0.54 + 0.15$ m., = sum 0.69 m., adskilt ved mellemliggende bergart paa 3—4 cm. Det blev paastaaet af troværdige folk, at mægtigheden skulde være lidt større i den østre del, hvor kulgrøften ved mit besøg var gjenraset.

DAHLL angiver fra kulgrøften mægtighed 27 tommer = 0.73 m.

4. I de kun 5 m. fra hinanden liggende borhul no. I og II angiver FRIIS, i dyb ca. 85 m., tykkelse 0.9 og 1.0 m.; og i det 30 m. herfra liggende borhul af DAHLL, 1869, opføres $0.37 + 0.52$ m., = sum 0.79 m., adskilt ved lidt mellemliggende bituminøs skifer.

For de andre borhul indskrænker vi os til en tabellarisk oversigt, hentet fra FRIIS's beskrivelse.

	Borhul.	Dyb.	Cannelkullagets tykkelse.
5)	no. 1	12 m.	0.77 m.
6)	" V	128 "	0.9 "
7)	" 6	12 "	1.0 "
8)	" 7	38 "	1.0 "
9)	" 8	50 "	$0.8 + 0.2, = 1.0$ m.
10)	" 9	77 "	1.0 m.
11)	" VII	30 "	1.0 " (+0.2 m.)
12)	" VI	(47 m.?)	(0.5 m.?)

I borhul no. 8 var kullagene, paa 0.8 og 0.2 m., adskilt ved mellemliggende bergart paa 0.3 m. — I no. VII lå strax over cannelkullaget paa 1 m. et andet kullag paa 0.2 m. — I no. VI overskar man i dyb 47 m. et kullag paa 0.5 m., men jeg er ikke ganske sikker paa, om dette er cannelkullaget.

Alle de fra borhullene anførte maal betegner kullagets vertikale tykkelse; for at faa den virkelige mægtighed, skulde man reducere med cosinus til ca. 20 eller $22\frac{1}{2}$ %, altsaa formindske fra 1 m. til 0.93 m.

I borhul no. III og VIII er cannelkulletet remplaceret ved nogle kulstriber i sandstenene.

Cannelkullene, saavel fra dagen (kulgrøften) som fra borkjærnerne, er matte, temmelig askerige, *brune* kul, med skifrig struktur, og ofte med indlagrede striber af sorte, sterkt glinsende kul (med sort streg). Hovedmassen af de brune kul har specifik vægt 1.40—1.50, og de iliggende sorte kulstriber sp. v. 1.25—1.35. I kemisk henseende karakteriseres de ved en *meget høi vandstofgehalt*. For at illustrere dette aftrykkes nogle ældre analyser, af TH. KJERULF og P. WAAGE fra tiden omkring 1870, af Andøens cannelkul; samtidig medtages en analyse af Andøens brandskifer.

	Beregnet paa askefri substans				Aske	Sp. vægt
	%Kul- stof	Vand- stof	Kvæl- stof	Sur- stof		
Cannelkul {	74.0	7.8	0.7	17.5	32.4	
	75.9	7.7	(1.3)	15.1	25.45	
„Dampskibskul“ ¹⁾ .	67.0	5.7	1.2	26.1	18.98	1.45
Brandskifer {	61.8	8.7	0.0	29.5	56.75	} 1.83
	63.3	9.0	(0.0)	27.7	56.50	

Andøens cannelkul holder altsaa næsten 8 % vandstof, hvilket er en ordinær gehalt for cannelkul, medens vanlige stenkul som bekjendt kun holder 4.5—5.5 % vandstof.

¹⁾ Er neppe(?) fra canelkulletet β .

Paa grund af cannelkullenes høie vandstofgehalt afgives ved tør-destillation *meget gas*, og gas af *høi lysstyrke*.

Vedrørende cannelkullet (β) paa Andøen, dels fra overfladen (kulgrøften og stranden ved *a*) og dels fra forskellige borhul, foreligger herom følgende undersøgelser:

Vægtprocent gas .	38.8	40.6	43.0	44.3	40—50	45.0	45.3	46.2
— kokes	61.2	59.4	57.0	55.7	60—50	55.0	54.7	53.8
% aske i kullene .	25.6	37.7	33.3	30.3	32—27	29.1	8.8	28.3

% gas	47.1	47.5	52.2	54.0	55.7	61.5	69.3
„ kokes	52.9	52.5	47.8	46.0	44.3	38.5	31.7
„ aske	28.4	23.9	27.7	29.4	27.1	21.6	12.9

Gjennemsnittet af alle disse analyser er:

Vægtprocent gas 49 %

— kokes 51 „

% aske i kullene 24.5 „

altsaa gjennemsnitlig omkring 50% aske i den erholdte kokes¹⁾.

Af den askefri substans afdestillerer gjennemsnitlig ikke mindre end *ca.* 66 %.

Om Andø-cannelkullenes gasmængde og lysstyrke hid-sættes følgende undersøgelser, alle gjældende lag β :

	Kubikfod gas pr. t.	Normal- lys	„Enheder“	
(Direktør Pihl, 1892). Andø cannelkul	11.800	26.8	316.420	
(Ing. Kent, 1896). Dagleierne . . .	8.560	27.0	231.120	
(Hislop, 1897) {	Dagleiet	10.925	30.23	330.263
	Borhul	11.060	28.50	315.210
	Dagl. v. Str.	11.250	21.83	245.587

¹⁾ Kokes'en fra cannelkullene rundt om i verden er næsten ubrug-bar. Andøens cannelkul deler i saa henseende skjæbne med verdens andre cannelkul.

Cannelkullene giver altsaa i regelen gas med lysstyrke ca. 28 normallys, medens vanlige gaskul kun giver lysstyrke ca. 15 normallys. Til sammenligning anføres, at de bedste udenlandske cannelkul (Arniston og australske Shales) giver 11.300—13.679 kubikfod gas pr. ton, 28.8—30.2 normallys og 340.000—394.000 lys-„enheder“.

Andø-kullene staar altsaa meget høit som tilsatskul til de vanlige gaskul ved gasverkene.

γ . Kullagene i niveau γ er ogsaa tildels cannelkul, af omtrent samme beskaffenhed som i niveau β ; desuden findes i niveau γ ogsaa sorte kul.

Andøens saakaldte „*brandskifer*“ er en bituminøs skifer, i enkelte lag med høi bitumengehalt. Skiver af disse sidstnævnte lag kan antændes med en fyrstikke, og brænder af sig selv videre, med en stærk osende flamme.

Som det fremgaar af analyse no. 4 og 5 paa side 35, karakteriseres bitumenindholdet i brandskiferen — eller i alle fald i den sterkt bituminøse brandskifer — ved en meget høi vandstofprocent. *Og mellem brandskiferen og cannelkullene er der ikke nogen væsensforskjel, men kun en gradforskjel, med hensyn til aske- eller skiferindhold.* — Til nærmere orientation aftrykkes nogle analyser. (Se tabellen næste side).

Som det fremgaar af profilplanchen, no. II, optræder brandskiferen eller den bituminøse skifer i den midtre del af den nederste afdeling, hovedsagelig i niveau nær under cannelkullaget, β . Om mægtigheden af de enkelte brandskifer-lag henvises til FRU'S borprofilplanche.

Boghead- og cannelkul, som i kemisk henseende, navnlig med hensyn til vandstofindholdet, adskiller sig ganske væ-

	Flygtige stoffer	Kokes ÷ aske	Aske i skiferen	Sp. v.
(O. PIHL) Brandskifer	32.0		62.5	
KJERULF og WAAGE, flere analy- ser af brandskifer			56.5	1.85
(SCHMELCK) {	Bituminøs skifer .	24.0	11.6	64.4
	— ”	14.5	4.3	81.2
	Kulholdig skifer .	13.1	16.8	70.1
	— ”		25.1	74.9
	— ”		27.3	72.7
— ”		23.4	76.6	
— ”		22.6	77.4	

sentligt fra de vanlige stenkul, er rester af andre organiske forbindelser end de vanlige stenkul.

B. RENAULT, som nylig har leveret en indgaaende, paa mikroskopiske studier støttet undersøgelse¹⁾ af de forskellige slags kul, paaviste i bogheadkul en overordentlig rigelig mængde af alger, samt en mængde bakterier (mikrokokker). Omvandlingen af planteresterne var, paa grund af bakteriernes indflydelse, meget intensiv.

I cannelkullagene træder algerne i baggrunden; derimod møder man her som hovedbestanddel forplantningsorganer af lycopodineer (makro- og mikrosporer), sporer, sporangier og bladrester af bregner samt pollenkorner af gymnospermer. Lige over for den forherskende optræden af disse dele er den store sjældenhed, hyppig ogsaa den fuldstændige mangel af større rester af samme planter ganske paafaldende. RENAULT tror, at han kan forklare dette fænomen derved, at rindende vand fremkaldte en

¹⁾ I Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale, Saint-Etienne (3 série, t. XIII og XIV, 1899 og 1900). Udførligt referat i Zeits. f. prakt. Geol., 1901.

sondring af de forskellige planterester: de større plantedele blev liggende tilbage paa fast land, medens derimod de smaa og let bevægelige dele blev ført afsted ved rindende vand fra voksestederne og afsat paa rolige steder, i nærliggende bassiner. Disse afsætningssteder forandrede ofte sin plads, beroende paa vandmængden og strømstyrken; herved forklares den relativt ringe, ofte paa nærliggende punkter sterkt vekslende mægtighed af cannelkullagene, samt deres forholdsvis ringe udstrækning i planretningen.

Det samme gjælder efter RENAULT ogsaa den bituminøse skifer (brandskiferen), som kun ved askegehalten, α : sand- og lerslam-mængden, adskiller sig fra cannelkullene.

Ovenstaaende kan utvivlsomt i alt væsentligt ogsaa overføres paa Andøens cannelkul og bituminøse skifer; disse maa altsaa være afsatte nær en kyst og i et forholdsvis stille bassin. Som vi i næste afsnit skal udrede, kommer vi ogsaa af lagringsforholdene til samme resultat.

— Om Andøens *ildfaste ler*, som kun optræder i den nederste del af den kulfløts-førende afdeling, henvises til FRIS's afhandling.

Om afsætningen af de allerældste lag paa ganske grundt vand, mellem opragende smaa-øer, og om den gradvise synkning af landet i den senere del af juratiden (og begyndelsen af kridttiden).

Paa grundlag af de af FRIS givne detaljer¹⁾ for de forskellige borhul inden Ramsaafeltet, reproducerer jeg, paa planche II, den nedre del af borprofilerne²⁾, idet jeg lægger

¹⁾ Enkelte detaljer har jeg ogsaa suppleret efter de originale borprofil-beretninger.

²⁾ Borprofil no. VI medtages ikke, da jeg ikke er sikker paa, at det 0.5 m. tykke kullag i 47 m.'s dyb her ekvivalerer cannelkullaget, β .

snittene vinkelret paa lagfladerne, saa man faar den virkelige mægtighed¹⁾.

Det bedst orienterende lag, nemlig cannelkullet (β) eller, for no. III og VIII, dettes ekvivalent, som tynde kulstriber, stiller jeg for de forskjellige borprofiler i samme horizontallinje. Profilplanche II gjengiver saaledes den oprindelige lagstilling.

Kullagene er betegnede sort, den bituminøse skifer (brandskiferen) ved mørk schraffering, og lagene af ildfast ler ved punktering. Grovkornig sandsten er angivet ved smaa runde ringer; finkornig sandsten er uden særskilt betegnelse.

Det ældre fjeld i undergrunden, hovedsagelig eller i sin helhed granit²⁾, er betegnet ved smaa kors. En hel

¹⁾ Jeg gaar ud fra følgende størrelse af faldet: for no. IV, I, II, DAHL borhul 1869, 1, 7, 8, 9 og VII $22\frac{1}{2}^\circ$; for no. V 18° ; for no. III 13° ; for no. VIII 10° . — Selv en fejl paa 5° er for reduktionen til sand mægtighed saa uvæsentlig, at den neppe engang vilde kunne mærkes paa profiltegningerne i den valgte maale-stok. — $\cos 22\frac{1}{2}^\circ$, $\cos 20^\circ$, $\cos 17\frac{1}{2}^\circ$ er resp. 4.5, 2.8 og 1.3 % mindre og $\cos 12\frac{1}{2}^\circ$, $\cos 10^\circ$, $\cos 7\frac{1}{2}^\circ$ resp. 1.0, 2.0 og 2.6 større end $\cos 15^\circ$.

²⁾ I flere af de af FRIS offentliggjorte borprofiler findes *netop paa grænsen* mellem graniten, henholdsvis „glimmerskiferen“ i undergrunden anført en „kalksten“, der angives dels som „tæt graa kalk“ og dels som „uren kalk“; i teksten omtales ogsaa en „kalk og chlorit“. Jeg anser det som utvivlsomt, at denne „kalksten“ tilhører underlaget og ikke juraformationen. — De prøver af denne angivelige „kalksten“, som jeg saa paa Andøen ved mit besøg for 8 aar siden, opfattede jeg som sterkt dekomponeret granit. — Og „glimmerskiferen“, som synes at gaa gradvis over i granit, er vistnok ogsaa kun en dekomponeret granit. — Graniten, som før jura-synkningen ragede op i dagen, havde selvfølgelig været udsat for en sekulær forvitring, til meget stort dyb. — Paa planche II er det ældre fjeld betegnet som grundfjeld, uden at jeg dermed vil paastaa, at det skal være af arkæisk alder.

del af borhullene blev af økonomiske hensyn kun drevne ned til cannelkullet (β).

Som man ser paa profilplanchen, optræder kullagene i niveau γ i de allerfleste borhul; i no. VIII er de dog næsten udkilede, eller erstattede ved nogle tynde kulstriber; og i borhul no. IV og VII synes de at mangle, eller at være fuldstændig udkilede.

Mellem niveau γ og β optræder hist og her i sandstenen nogle ganske tynde lag dels af kul og dels af brandskifer.

Cannelkullet i niveau β strækker sig ud over det hele felt, dog saaledes, at det i de længst mod nord liggende borhul dels er ganske tyndt (no. VIII) og dels erstattet ved tynde kulstriber i sandstenen (no. III).

Den bituminøse skifer (brandskiferen) har sin horizont hovedsagelig nær under niveau γ .

Ildfast ler optræder kun i afdelingens nederste del.

Kullagene i niveau α finder vi kun i borhul no. I (og i dagen søndenfor samme, ved u paa planche I) samt i borhul no. III (om de stærkt urene kul i dette sidste borhul, se side 32).

— Som det fremgaar af profilplanchen, er afstanden, maalt vinkelret paa lagfladerne, mellem det orienterende cannelkul-niveau β og det underliggende faste fjeld, temmelig vekslende i de forskjellige borhul, nemlig¹⁾:

Borhul	Afstand
no. IV 18 m. $\cos 22\frac{1}{2}$	17 m.
„ I 43 m. $\cos 22\frac{1}{2}$	40 „

Lignende afstand som i no. I møder vi ogsaa i dagen syd for kulgrøften.

¹⁾ Afstanden regnes fra *undersiden* af det mægtige cannelkullag.

no. 1	31 m. cos $22\frac{1}{2}$	29 m.
„ V	12 m. cos 18		$11\frac{1}{2}$ m.
„ VII	12 m. cos $22\frac{1}{2}$	11 m.
„ III			40 m. (eller lidt derover)
„ VIII	6.5 m. cos 10		6 m.

I disse opgaver kan der vistnok, af forskjellige grunde, være en fejl paa en eller et par m.; dette er dog uvæsentligt.

Sikkert er, at grundjeldet nu inden Ramsaafeltet

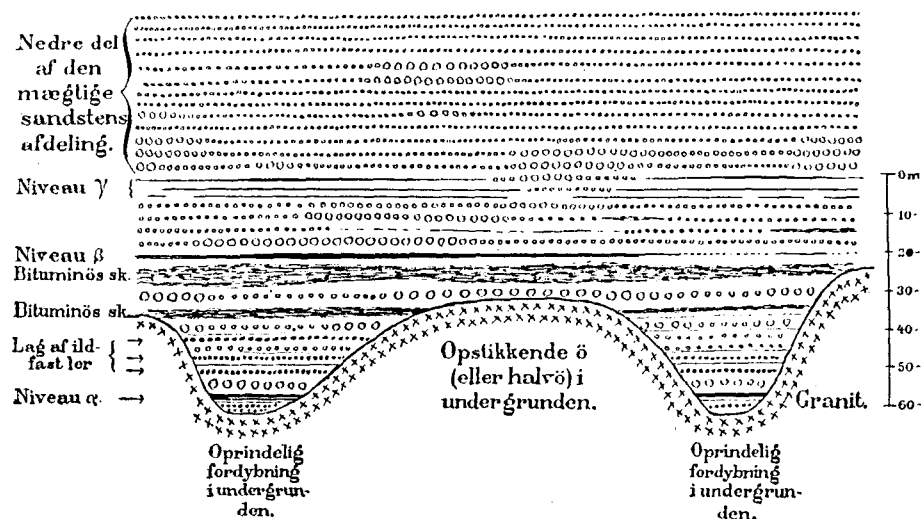


Fig 3.

mødes i forskjelligt dyb, mellem ca. 6 m. og ca. 40 m., under cannelkullet β . Dette maa være et *primært* fænomen, beroende derpaa, at *den oprindelige overflade, før det faste land sank under havet, saa afleiningerne begyndte, dannede et svagt unduleret terrain, med opstikkende smaa-knauser.*

Afsætningen begyndte paa ganske *grundt vand*, mellem smaa øer (eller halvøer) og skjær.

Dette illustreres ved det schematiske profil fig. 3, som er et sammendrag af borprofilplanchen, II.

At den her givne tolkning er rigtig, bekræftes end-

ydermere derved, at kullag α samt de forskjellige lag af ildfast ler nu kun findes i de borhul, hvor afstanden fra cannelkullet ned til den ældre fjeldoverflade er størst. I borhul no. IV, V, VII og VIII mangler disse ældste afsætninger fuldstændigt, idet det ældre fjeld her oprindeligt stak frem som ganske lave øer (halvøer) og skjær, af højde 20—30 m. eller lignende over bunden af de mellemliggende smaa fordybninger. — I borhul no. 1, hvor fjeldoverfladen kun laa ca. 10 m. høiere end i no. I og no. III, mangler det allerældste kullag α ; derimod finder vi her de lidt senere afsatte lag af ildfast ler; det vil sige, den oprindelige ganske lave ø eller halvø ved no. 1 var ved landets gradvise synkning allerede kommet ned under vandoverfladen, da de øvre lag af ildfast ler dannedes.

Som videre støtte for rigtigheden af den her givne tolkning anføres, at de sandstenslag, som afsattes i den allerførste tid, altsaa i et bassin ganske nær kyst og smaa-øer, tildels er af temmelig grovkornig beskaffenhed.

Undergrunden fortsatte at synke gradvis og langsomt, muligens afbrudt ved enkelte oscillationer; de mange smaa-kulper udfyldtes, og da cannelkullet β afsattes, var alle de oprindelige holmer og øer (eller halvøer) i Ramsaa-feltet sunkne ned under vandet. Cannelkullet β — eller dets ekvivalent som tynde kulstriber i borhul no. III og VIII — danner derfor et sammenhængende lag. — Det samme gjælder ogsaa kullagene i niveau γ .

Nogenlunde nær over kullag γ møder vi forskjellige lag af grovkornig sandsten, — et vidnesbyrd om, at afsætningen fremdeles foregik paa forholdsvis grundt vand og nogenlunde nær en kyst. Indtil dette tidspunkt maa afsætningen i alle fald tilnærmelsesvis have holdt skridt med landets langsomme indsynkning; men senere ekvivalerede afsætningen ikke den samtidig stedfundne indsynkning.

Med andre ord, afsætningen foregik fra nu af paa stadig dybere og dybere vand. Høiere oppe i formationen blir sandstenene i det hele og store mere finkornige og jevnlig tilblandede med lidt lersubstans; her mangler kullag fuldstændig; kun hist og her, i den nedre og midtre, men ikke i den øverste del af den mægtige sandstensafdeling, optræder nogle ganske tynde kulstriber, paa en eller et par cm., — og plantefossiler, som i formationens allernederste del er nogenlunde vanlige, mangler, saavidt man ved, høiere oppe i formationen.

Øverst i den paa Andøen levnedede rest af mesozoiske afleininger optræder en lerskifer, i alle fald undertiden af noget sandstensagtig karakter og hist og her veksellagrende med sandsten. Afsætningen af denne lerskiferafdeling maa have fundet sted paa endnu dybere vand end for sandstensafdelingens vedkommende; det vil sige, landets indsynkning prevalerede stadig mere og mere den samtidig stedfundne afsætning.

— Ved Skarsten møder vi, i borhul no. IX, lerskifer hvilende umiddelbart paa grundfjeldet; dette maa bero derpaa, at fjeldoverfladen her oprindelig laa betydelig høiere, nemlig med rundt tal 400 m. høiere, end ca. 7 km. længere syd ved Ramsaa. Først da landet var sunket ca. 400 m., kom det prejurassiske „Skarstensfjeld“ under havets niveau¹⁾.

Dette er en meget interessant iagttagelse, idet det godtgjør, at *det nordlige Norge før juratiden (eller før jura-*

¹⁾ Det forhold, at de to nederste afdelinger, af samlet mægtighed ca. 400 m., mangler ved Skarsten, kan ikke forklares ved nogen overskyvnings-hypothese. Overskyvningerne staar nemlig altid i forbindelse med sterke foldninger, og saadanne mangler fuldstændig paa Andøen. — Heller ikke paa Franz Josephs land, Kong Karls ø og i Skaane har juraafleiningerne været udsat for nogen foldningsproces.

tidens midte del) ikke var denuderet ned til et fuldstændigt penepain¹⁾.

— Den nu paa Andøen levnedede rest af mosozoiske afleininger viser en mægtighed af mindst 510 m.; vi kan vistnok ogsaa regne mindst 550 m. Gaar vi ud fra, at de øverste lerskiferlag er afsatte paa dyb 100 m. — og dette er vistnok meget lavt regnet, — saa blir den gradvise, om end muligens ved oscillationer afbrudte synkning af landet, fra afsætningerne begyndte (under den senere del af brun jura eller nær grænsen mellem brun og hvid jura) og til de øverste nu opbevarede lag (tilhørende tiden nær grænsen mellem jura og kridt) at anslaa til maalt som *mindst 650 m.*²⁾

Nu er der ingen grund til at antage, at overfladen af det ældre faste fjeld i Ramsaafeltet skal have ligget netop i havets niveau, da den store landsænkning eller transgression begyndte. Naturligere er det at gaa ud fra, at terrainet ved Ramsaa oprindeligt laa i større eller mindre høide over havet, og at synkningens begyndelse indtraf adskillig tidligere end det tidspunkt, da overfladen af det ældre fjeld ved Ramsaa sank ned under havet.

Og man kan være sikker paa, at de allerøverste lag, som nu er opbevarede paa Andøen, ikke er de alleryngste lag, som i virkeligheden blev afsatte, idet disse sidste lag maa være bortdenuderede.

¹⁾ Ogsaa paa grundlag af ganske andre iagttagelser kommer man til det resultat, at den gamle norske fjeldkjæde (med fjeldkjædefoldning temmelig sikkert i devontiden eller kanske lidt senere), aldrig har været denudereret ned til et *fuldstændigt* penepain (se mit arbejde Søndre Helgeland, 1900, s. 1—8); men man kan godt have havt et eller flere partielle penepain.

²⁾ Dette vilde svare til, at Norge nu sank saa dybt under havet, at Røros kom under vand.

Den store, *sekulære* landsynkning, som her er omhandlet, kan ikke have været begrænset kun til Andøen, men maa have strakt sig over et meget større distrikt. De store efterfølgende jordskorpebevægelser, dels hævnings- og dels sænkninger, som vi — ved studiet af den kontinentale platform, strandfladen og strandlinjerne m. m. — kan konstatere i vort land, lærer os, at bevægelserne i alle fald tildels var vinkelbevægelser, men at vinkelen gjennemgaaende var ganske liden; saaledes er hævningsvinkelen for strandlinjerne kun undtagelsesvis saa store som 4 minutter. — Jura-indsynkningen i det nordlige Norge maa antages at have gaaet for sig paa lignende vis, ved en parallel-indsynkning eller vel snarere ved en vinkel-indsynkning, men under en ganske liden vinkel.

Som vi i et efterfølgende afsnit skal omhandle, maa jura-sænkningen paa Andøen sættes i forbindelse med den store transgression, som man har paavist i tilgrænsende lande.

Andøfeltet lærer os, at landet under juratiden, eller i alle fald under juratidens midtre og senere del, og med fortsættelse antagelig lidt ind i kridt, var udsat for en langsom (sekulær) sænkning, med maal mindst 650 m.; sandsynligvis maa synkningen maales med endnu større maal, som 1 km. eller kanske derover.

Om gravforkastningen paa Andøen og den efter juratiden stedfundne hævning af landet og efterfølgende denudation.

Den store gravforkastning paa Andøen illustrerer vi ved hosstaaende profiler, fig 4, nemlig ved et tverprofil, tænkt draget i øst-vestlig retning gennem borhul no. VIII (hvor grundfjeldet først blev paatruffet i dyb 360 m.) og

nær Nordelvens munding, samt ved et længdeprofil. Paa det sidste medtager vi kun partiet i syd ved Ramsaa—Nordelven og i nord ved Storelven—Skarsten, og udelader hele mellempartiet, hvor lagstillingen temmelig sikkert er næsten horizontal. Da der foreligger saa sparsomme obser-

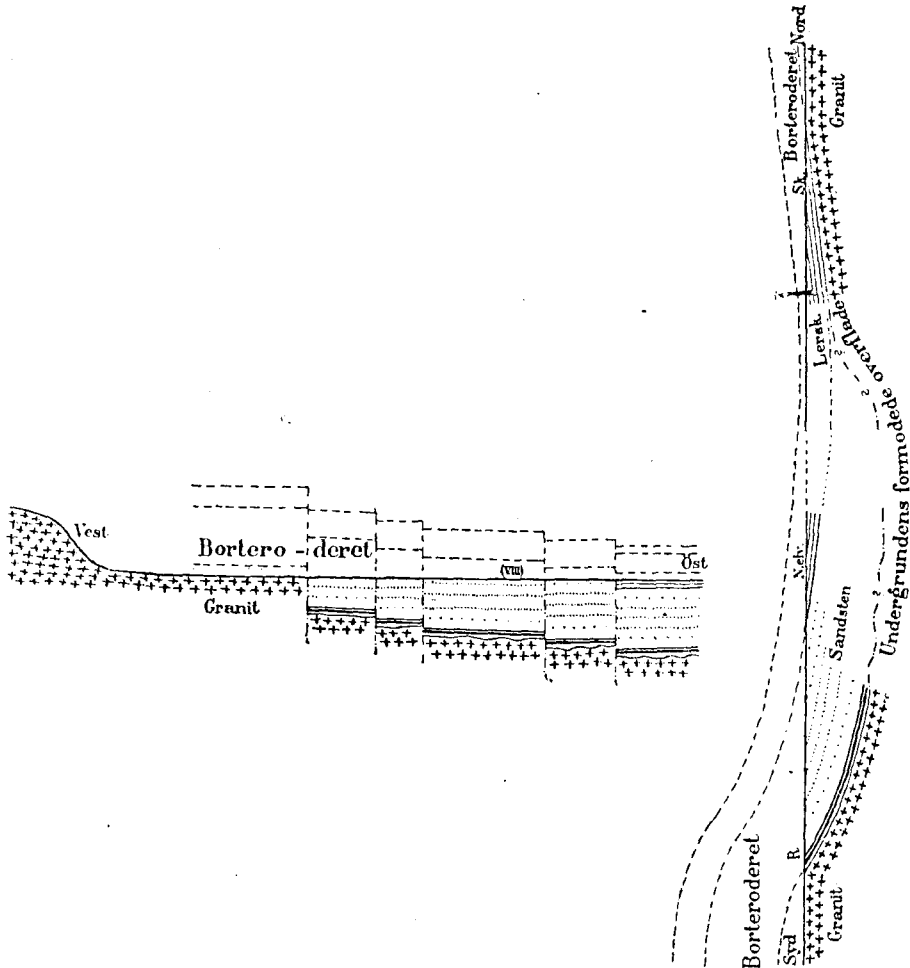


Fig. 4. *R.* = Ramsaa; *Nelv* = Nordelven; *Sk.* = Skarsten.

vationer, er profilerne, specielt tverprofilet, af temmelig schematisk natur¹⁾.

Hvorvidt der, foruden de ovenfor (s. 13—21 og planche I) omhandlede omtrent nord—syd strygende forkastninger, ogsaa foreligger øst—vest strygende forkastninger („tver-

¹⁾ Paa tverprofilet er forudsat de samme forkastninger som lidt længere syd, se planche I, kart og profiler.

forkastninger“) kan ikke sikkert afgjøres; sandsynligvis findes slige forkastninger, men de spiller antagelig en relativt underordnet rolle.

Da der ikke optræder nogen tver-forkastning, i alle fald ikke nogen tver-forkastning af nævneværdig størrelse, mellem borhul no. I, II og kulgrøften til punkt *u* (se planche I), er der ikke nogen grund til at antage, at jurafeltet mod syd, nogle faa skridt søndenfor kullagenes udgaaende, skulde være begrænset eller afskaaret ved nogen forkastning. I overensstemmelse hermed har jeg skitseret den formodede lagstilling paa længdeprofilet strax syd for Ramsaa (*R* paa tegningen).

Forkastnings-indsynkningen har, i henhold til de foreliggende iagttagelser, *ikke* været ledsaget af nogen bergkjæde-foldning. — Midtpartiet mellem Ramsaa (*R*) og Skarsten (*Sk*) er dybest indsunket; dette beror temmelig sikkert paa en *flexur-indsynkning*, saaledes som antydnet paa længdeprofilet, fig. 4.

Tilsammenlagt maa spranghøiden af de forskellige forkastninger maales med et maal, der ikke kan sættes lavere end 600 *m.*; muligens handles der om et større tal, kanske endog om et meget større tal.

— Af det faktum, at jurafeltet paa Andøen optræder i en gravforkastning, følger som konsekvens, at formationen tidligere maa have havt en større udbredelse; afleiningerne blev afsat paa alle de steder, som under den store jurassiske landsynkning kom under vand. Men disse afleininger udenfor den lille flek paa Andøen, hvor lagene paa grund af gravforkastningen har ligget — for at citere REUSCH's udtryk — „godt og trygt som et barn i en vugge“, er nu fuldstændig bortroderede.

Denne store denudation maa have fundet sted *over* havets niveau; efter afslutningen af afleiningerne, det vil

sige, *efter* tiden omkring grænsen mellem jura og kridt eller efter et lidet stykke ind i kridt, maa der altsaa have indtruffet en *stor hævnning af landet*.

Ved denudationsarbeidet blev i partiet umiddelbart syd for Ramsaa fjernet: en lagtykkelse svarende til den nu paa Andøen levnede rest af mesozoiske afleininger, hvis mægtighed vi ovenfor har bestemt til mindst ca. 510 m.; og hertil for det første de alleryngste afleiringer, som blev afsat ovenpaa de øverste nu paa Andøen opbevarede lag, og for det andet noget af det ældre fjeld-underlag, under juraformationen. Det sidste følger deraf, at ikke alene jurafeltet, men ogsaa graniten (og de krystalline skifere) syd for Ramsaa og over hele Andømyren tilhører strandfladen; graniten maa altsaa være bleven „afhøvet“ ned til strandfladens niveau.

Den postjurassiske denudation har altsaa ført bort en lagtykkelse paa mindst 510 m. og hertil to tillæg, — altsaa i sum i hvert fald 600 m., sandsynligvis adskillig mere, kanske med rundt tal 1 km.¹⁾

Og den postjurassiske hævnning var saa betydelig, at de lag, som laa nederst i jura-afleiningerne, og mindst ca. 650 m. under overfladen af havet i tiden omkring grænsen mellem jura og kridt, blev løftet over havets niveau; hævnningen op til havets niveau maa altsaa have udgjort mindst 650 m. — Hertil kommer, at landet under den tid, da den kontinentale platform blev denuderet, laa mindst 300 m. høiere, end det nu gjør. I postjurassisk tid har altsaa fundet sted en — eller flere — hævnninger, med samlet maal mindst 650 m. plus mindst 300 m., altsaa i sum med rundt tal mindst 1 km.

¹⁾ Naar erosionen i vort land i postjurassisk tid har naaet slige dimensioner, maa den precretaceiske erosion utvivlsomt maales med maal som flere kilometere.

Andøfeltet lærer os altsaa:

først under juratiden en stor sænkning af landet
(se s. 39—46);

senere, i postjurassisk tid, fulgte en — eller flere —
hævninger, med maal sammenlagt mindst 1 km.;

paa Andøen fandt sted en stor gravforkastning,
med sammenlagt spranghøide af de forskjellige forkast-
ninger mindst 600 m.;

og ved det postjurassiske denudationsarbeide er
fjernet en bergart-mægtighed paa mindst 600 m.

— For om muligt at opnaa noget kjendskab til alderen
af den postjurassiske hævning og af Andøens store for-
kastninger skal vi give et kort referat

**Om sænkning og hævning af landet samt om for-
kastninger, under den midtre og senere del af den
mesozoiske tid, i andre skandinaviske og i tilgræn-
sende arktiske egne.**

Syd-Sverige, Danmark og Skageræk. — I Skåne
findes aflagninger af keuper (øverst i trias), som er afsatte
paa nogenlunde grundt vand, og hvis mægtighed anslaaes
til omkring 200 m.; med sikkerhed er mægtigheden mindst
180 m. — Over keuper følger rhät-lias (nedre del af jura),
med mægtighed ca. 300 m., og med kulflötser i den nedre
del. Man har godtgjort, at de ældste lag af rhät-lias af-
sattes paa grundt vand, og at landet senere sank, om end
med enkelte oscillationer. De over hinanden følgende lag
af keuper og rhät-lias angiver saaledes, for den senere
del af jura, en synkning af landet, som ialt maa have be-
løbet sig til adskillig mere end 500 m., idet de yngste i
Skåne nu opbevarede lias-lag var afsatte paa nogenlunde
dybt vand.

For Skånes — og for Bornholms — vedkommende er konstateret en senere stigning af landet, og store forkastninger fandt sted¹⁾. Tidspunktet for denne stigning og disse forkastninger kan ikke nøiagtig angives, — kun, at der handles om en tid i den lange periode mellem lias og den yngre del (senon) af kridt. Man kan ikke drage den slutning, at landets indsynkning skulde være afsluttet med lias, eller ved grænsen mellem lias og dogger (brun jura). Mere sandsynligt er det at forudsætte en fortsat aflagrning af dogger, kanske ogsaa baade af dogger og malm, i sammenhæng med Skånes lias; at de sidste lag ikke nu er opbevarede, kan ganske enkelt forklares ved den efterfølgende store denudation.

Som støtte for rigtigheden af denne antagelse anføres, at man i Danmark har fundet en hel del løstliggende, fra bunden af de nærmest tilgrænsende have stammende blokke²⁾, ikke alene af lias, men ogsaa af brun jura (callovien-etagen) og af hvid jura (kimmeridge-portland) — herfra ikke mindre end 26 blokke, — et par blokke ogsaa fra neocom og gault.

V. MADSEN³⁾ drager af disse blokfund for Skageraks vedkommende følgende slutninger:

1) Under den øvre juratid strakte havet sig ind over det omraade, som nu indtages af Skagerak.

2) Afleiringen af kimmeridge-portland paa dette omraade fulgte paa hinanden uden nogen palæontologisk eller

¹⁾ Som af A. G. NATHORST (Geol. Fören. Förh., B. 9, 1887) paavist, findes foruden de tertiære forkastninger ogsaa forkastninger, som sætter gjennem rhät-lias, men ikke gjennem kridt.

²⁾ ETHEL G. SKEAT and VICTOR MADSEN, On Jurassic, Neocomian and Gault boulders found in Denmark. Danm. geol. unders., 2den række, no. 8, 1898.

³⁾ Jura-, Neocom- og Gault-Blokke fra Danmark. Dansk geol. Forening, 1899.

lithografisk afbrydelse i en rolig og tilsyneladende uafbrudt rækkefølge.

3) Paa dette omraade herskede der snarere mellem-europæiske end boreale livsvilkaar, skjønt der fandt nogen blanding af former sted ligesom ved Boulogne.

Videre er det sandsynligt, at lagdannelsen i Skagerak foregik kontinuerligt fra kimmeridge-portland-tiden over i neocom- og gault-tiden.

— Efter den store i Skåne paaviste hævnning af landet, i tiden mellem lias og senon — og sandsynligvis ved stadiet i nærheden af grænsen mellem jura og kridt — sank igjen en del af Skåne (og af Blekinge, Halland) under havet, og det nuværende Danmark laa da under et meget dybt hav, hvori afsattes mægtige, til den øvre del af kridt hørende afleininger. I nærheden af Kjøbenhavn har man boret til dyb ca. 750 m. uden at gjennemskjære de her optrædende øvre etager af kridtformationen. Paany indtraadte, noget ind i tertiær, en landhævning og store forkastninger (med spranghøide mellem Helsingør og Helsingborg mindst 650 m.).

Paa *Kong Karls land*¹⁾ (øst for Spitsbergen) optræder en næsten horizontal sedimentrække, tilhørende brun jura (dogger), hvid jura (malm) og ældste del af kridt (neocom). Nederst i lagrækken findes mægtige sandstene, som repræsenterer „die Anzeicher der über das Gebiet vom König-Karls-Land hineinbrechenden Transgression des Jura-Meeres“ (POMPECKJ); høiere oppe, nemlig i den allerøverste del af dogger samt i malm, møder vi ler eller lerskifer og mergel-skifer, med kalk eller kalklag, hvoraf fremgaar, at der

¹⁾ A. G. NATHORST, Bidrag til Kong Karls lands geologi. Geol. Fören. Förh., B. 23, 1901. — Se ogsaa I. F. POMPECKJ, Marines Mesozoicum vom König-Karls-Land, Öfvers. af Vet.-Akad. Förh. 1899.

under dogger- og malmtiden fandt sted en sænkning af landet. Senere, nemlig, saavidt det kan afgjøres, i neocom — eller i hvert fald nær grænsen mellem jura og kridt — indtraadte en regression af havet.

Videre fæster vi os ved forkastninger, med efterfølgende abrasion, før udbrud af vældige basaltdækker, med udbrudstid i begyndelsen af kridttiden, temmelig sikkert allerede under neocom. — Det er disse basaltdækker, som har beskyttet øerne mod denudation.

Paa *Franz-Josephs land*¹⁾ møder vi analoge, af basaltdækker beskyttede taffelberge, bestaaende af rhät (ifølge NATHORST) og dogger; høiere oppe følger flere basaltdækker, med mellemliggende lag, hørende til tiden nær grænsen mellem jura og kridt. — NANSEN kom, i modsætning til NEWTON og TEALL, til det resultat, at disse basaltdækker tilhører øvre jura eller nedre kridt; denne opfatning maa, bl. a. ifølge NATHORST's undersøgelser over Kong Karls land, ansees som utvivlsomt. — Ifølge POMPECKJ repræsenterer de haarde, sandagtige mergler i (den lavere) bajocien-etage (midt i brun jura) afleininger i en littoral region eller i et grundt hav nær en kyst; ogsaa lagene fra den midtre callovien-etage maa tolkes som typiske littoralafleininger, medens derimod andre lag fra samme etage viser en mindre typisk littoral karakter. Strandlinjen var under juratiden underkastet oscillationer, og sandstenen allerøverst i jura betegner en hævnning af landet.

Om *Spitsbergen* henvises til den korte, af A. G. NATHORST givne oversigt i ED. SUESS's *Antlitz der Erde*,

¹⁾ Som bekendt medbragte F. NANSEN og R. KOETTLITZ omfattende geologisk material herfra; se bearbejdelse af NANSEN, POMPECKJ og NATHORST i *The Norwegian North Polar Expedition, 1893—96*, bind I, 1900, og af NEWTON & TEALL og KOETTLITZ i *Quart.Journ.* 1897 og 1898. — Ogsaa henvises til nogle tillægsbemærkninger af NATHORST i *Geol. Fören. Förh.* 1901, s. 363—365.

b. II, 1888, s. 84—87. — Vi fæster opmærksomheden derved, at tertiær-lagene hviler diskontant over jura, og at den store forkastning langs Spitsbergens vestside er af tertiær alder.

Paa *Bären-Eiland* mangler jura-aflagringer¹⁾.

I den nordøstre del af *Grønland* ligger flere mindre jurafelter opbevarede i gravforkastninger, men tiden for disse forkastninger kan ikke nøiagtig angives. Vi citerer efter A. G. NATHORST²⁾: "Grönland i sin helhet är väl att anse som en horst, på hvilken de sedimentära systemen fordom haft en mer eller mindre vidsträckt utbredning. De finnas nu endast i behåll i nedsänkta områden och i mindre grafvar vid kysten eller under de eruptiva massor, som genom sänkningarne därstedes bringast till ytan."

Dette kan med visse modifikationer ogsaa overføres paa den skandinaviske halvø, hvor vi har gravforkastninger baade i syd (Skåne, temmelig sikkert ogsaa i Skagerak)³⁾ og i nordvest (Andøen).

— Øst for Fennoskandia, nemlig i *Rusland*, møder vi under juratiden en vældig, om end af oscillationer afbrudt transgression, der synes at have naaet sit maximum i slutten af brun jura og den første halvdel af hvid jura; oversigt herover faar man enklest ved de i A. DE LAPPARENTS *Traité de Géologie* (1900) offentliggjorte karter over havets og landets udbredelse paa forskjellige tidspunkter i jura. —

¹⁾ J. G. ANDERSSON, Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. No. 8, vol. IV, for 1899.

²⁾ Nordöstra Grönlands geologi. Geol. Fören. Förh., b. 23, 1901, s. 303.

³⁾ Da der i Skagerak optræder jurassiske og neocom-gault-afleininger, er det berettiget at opstille den arbejdshypothese, at den „norske rende“ tilhører en *postjurassisk gravforsænkning*. — Om den norske rende henvises til udførlig beskrivelse af NANSEN i hans nedenfor citerede arbeide, s. 61—68.

„Rusland, Sibirien, Indien, Spitzbergen, das nordwestliche Nordamerika waren während des Lias und des unteren Dogger Festland; im obersten braunen Jura (in Kelloway) begann *eine grossartige und weitreichende Transgression des Jurameeres.*“ (Citat efter F. TOULA, Lehrb. d. Geol., 1900).

— Ved grænsen mellem jura og kridt eller i begyndelsen af kridt møder vi derimod en stor hævning af landet, eller regression af havet, i Nordvest-Tyskland, Syd-England, det nordlige Frankrige og store dele af Rusland.

Oversigt over land-sænkningerne og -hævningerne paa Andøen under og efter juratiden.

Den store, sekulære sænkning af landet paa Andøen, som vi kan konstatere gennem den senere del af juratiden (med fortsættelse antagelig lidt ind i kridttiden), og hvis begyndelse for Andøens vedkommende temmelig sikkert indtraf før afsætningen af de ældste lag her, kan ikke opfattes som et rent lokalt, til Andøen med nærmeste omgivelser begrænset fenomen, men maa sættes i forbindelse med de store, om end af oscillationer afbrudte land-sænkninger eller transgressioner under juratiden i tilgrænsende landsdele, fra Franz Josephs land, Kong Karls ø (og Spitzbergen) i nord, til Skåne, Bornholm (og Skagerak) i syd og Rusland i øst. Her fandt overalt sted en sænkning af landet under juratiden; sænkningen synes vistnok paa de forskellige steder at have naaet sit maximum til noget forskellige tider under juraperioden.

Altsaa, *under juratiden indtraf i Norge en stor landsænkning; og denne sænkning maa, for Andøens*

vedkommende, for den senere del af juratiden maales med maal som mindst 650 m.

Paa et senere tidspunkt hævedes landet, og denne hævnning var for Andøen og omgivende distrikt meget betydelig, nemlig ialt med rundt tal mindst 1 km.

— I Nordvest-Tyskland, Syd-England, det nordlige Frankrige og store dele af Rusland indtraf hævnning af landet ved grænsen mellem jura og kridt eller i begyndelsen af kridt. I Skåne og Bornholm er konstateret en stor hævnning, samt betydelige forkastninger, i tiden efter lias og før senon (høit oppe i kridt), og det synes, at dømme efter forholdene i Skagerak, at denne hævnning kan henlægges til den ældre del af kridt. Paa Kong Karls land er paavist forkastninger fra tiden nær grænsen mellem jura og kridt, og der fandt her sted vældige basaltudbrud i begyndelsen af kridt, eller nær grænsen mellem jura og kridt.

Det synes at være det naturlige at sætte disse, tildels af eruptioner og forkastninger ledsagede bevægelser i jordskorpen, i den nordre del af Europa og tilstødende arktiske lande, i forbindelse med hinanden. Dette fører til den opfatning, at hævnningen paa Andøen — der ligger omtrent midtveis mellem Skåne og Franz Josephs land, eller midtveis mellem Skagerak og Kong Karls land — skulde være indtruffet i den første del af kridt. Sikkert kan dette dog ikke afgjøres; og det kunde jo ogsaa tænkes, at de store forkastninger paa Andøen kunde staa i rapport med den store tertiære fjeldkjædedannelse, og de store tertiære forkastninger baade i Skåne, Bornholm og paa Spitsbergen.

— Med sikkerhed ved vi, at den store hævnning af vort land efter juratiden, samt Andøens forkastninger, er ældre end strandflade-abrasionen, som ifølge enkelte forskere skulde være interglacial, medens jeg holder den for

at være preglacial, og sandsynligvis tilhørende den senere del af tertiær¹⁾.

Vedrørende niveau-forholdet under perioden strax før strandflade-abrasionen ved vi endvidere, at landet under abrasionen af den kontinentale platform, der navnlig er studeret af F. NANSEN i hans verk „The bathymetrical features of the north polar seas, with a discussion of the continental shelves and previous oscillations of the shoreline“²⁾, laa meget høiere end nu, nemlig i hvert fald ca. 300 m. høiere end nu³⁾. Den kontinentale platform gaar nær kysten over i strandfladen, hvor abrasionen ikke har været saa intensiv som ude paa sokkelen. Da abrasionen af den ydre del af den kontinentale platform begyndte, laa landet mindst ca. 300 m. høiere end nu, men senere indtraadte en — sandsynligvis af oscillationer ledsaget — sænkning af landet, saa det under den tid, da strandfladen abraderedes, laa — for Lofotens og Vesteraalens vedkommende — 50 à 100 m. lavere end nu.

NANSEN kommer til det resultat, at abrasionen af den kontinentale sokkel sandsynligvis for en stor del maa være post-miocen, altsaa pliocen og pleistocen. Det kan dog antages, at abrasionen begyndte paa et adskillig tidligere stadium.

Iagttagelserne vedrørende Andøens jurafelt godtgjør en betydelig hævnning, som muligens maa henlægges til den første del af kridttiden, — og iagttagelserne vedrørende den kontinentale sokkel godtgjør en meget høiere stilling af landet end nu, i postjurassisk, men preglacial tid, efter al

¹⁾ Jeg finder det overflødig her at gaa ind paa de noget divergerende meninger om strandfladens alder.

²⁾ The Norwegian North Polar Expedition 1893—96, Vol. IV, 1904.

³⁾ Under en periode kanske helt op til 800 m. høiere end nu (NANSEN, s. 46).

sandsynlighed i tertiær (ifølge NANSEN i den senere del af tertiær).

Vi skal tilslut give en grafisk oversigt (fig. 5) over jordskorpens forskellige hævnings og sænkninger efter midten af juratiden og indtil nutiden for Andøens, eller i sin almindelighed, for det nordlige Norges vedkommende. Vi tænker os havets overflade konstant, hvad vistnok tilnærmelsesvis, men ikke nøiagtig, vil træffe det rette. Det grafiske billede er af temmelig schematisk natur, og den

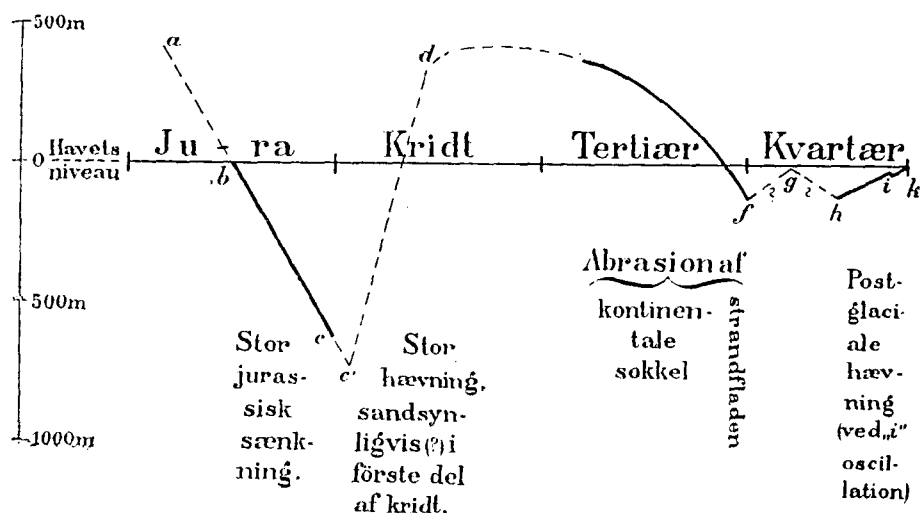


Fig. 5.

maalestok i m. for vertikalforskyvningerne, som er afsat tilvenstre, er usikker; det er meget mulig, at der istedentor 500 m. skulde sættes f. ex. 750 m. eller endnu større tal.

1) I den senere halvdel af juratiden indtraf en stor sænkning, med maal mindst 650 m., og paa den grafiske fremstilling betegnet med linjen $b-c$; sænkningen begyndte sandsynligvis endnu tidligere, hvilket antydes ved den punkterede linje $a-b$, og fortsatte sandsynligvis lidt ind i kridt (til c').

2) Derefter fulgte en stor *hævning*, som, efter hvad vi ovenfor har gennemgaaet, muligens maa henlægges til den første del af kridt; herom kan vi dog ikke udtale os med sikkerhed, og derfor er linjen for hævningsen, *c'—d*, paa den grafiske fremstilling kun antydnet ved punktering.

3) Ved begyndelsen af abrasionen af den kontinentale sokkel laa landet mindst 300 m. høiere end nu; senere sank landet, og laa ved strandflade-abrasionen noget lavere end nu. Denne abrasion, først af den kontinentale sokkel og senere af strandfladen, maa i alle fald for en væsentlig del henlægges til tertiær (se linjen *e—f*); muligens begyndte den endnu tidligere, — og enkelte forskere antager som bekjendt, at strandflade-abrasionen først, eller i alle fald for en væsentlig del, foregik i interglacial tid.

4) Tilslut fulgte de forskjellige hævnings- og sænkninger under og efter istiden, eller rettere, under og efter de forskjellige istider¹). Det ligger udenfor denne afhandlings ramme at gaa nærmere ind paa disse sidste jord-skorpe-bevægelser, der, for det nordlige Norges vedkommende, kun er udredede for den postglaciale hævnings vedkommende²). Det synes at være det naturlige at forudsætte for det nordlige Norge, først en hævning (paa fig. 5 betegnet ved *f—g*, med spørgsmaalstegn) efter strandflade-abrasionen og til et vist punkt under istiden; saa en sækning (betegnet med *g—h*, ligeledes med spørgsmaalet), hvorefter fulgte den postglaciale hævning (*h—k*). Denne var afbrudt af den lille af J. HOLMBOE (l. c., s. 5) netop for Andøen konstaterede oscillation, der paa fig. 5 er antydnet ved det lille knæk ved *i*.

¹) Se herom navnlig W. C. BRØGGER, Om de sen-glaciale og post-glaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. 1900 og 1901.

²) Som almindelig kjendt, fandt denne hævning sted under en skraa-vinkel, paa op til $3-3\frac{1}{2}$, for enkelte steder saa meget som $4-4\frac{1}{2}$ minut.

Man kan temmelig sikkert gaa ud fra, at ogsaa tidligere har mange analoge mindre oscillationer gjort sig gjældende.

Et maal for denudationsarbeidet i tiden efter den store postjurassiske hævning faar man derved, at en bergart-pakke, af mægtighed mindst 600 m., er fuldstændig bort-eroderede — undtagen paa Andøen, hvor jura-afleiningerne ligger beskyttede i en grav-forsenkning.

Tilslut vil vi fæste opmærksomheden derved, at landet, strax før jura-afleiningerne paa Andøen begyndte og nu — trods de mange og store mellemliggende sænkninger og hævnings — ligger i omtrent samme niveau over havet. Vælger vi som eksempeler granitpartiet i dagen nær jurafeltets sydgrænse ved Ramsaa (nogle m. syd for *u* paa planche I), saa laa det, da jura-afleiningerne begyndte, nøiagtig i havets niveau, og nu et par m. over havet. Vælger vi et andet udgangspunkt, kan vi vistnok faa en amplitude paa nogle faa hundrede m.; tilnærmelsesvis har dog undergrunden nu indtaget den samme stilling som i midten af juratiden, og hver sænkning har været efterfulgt af en hævning. Jeg henviser i saa henseende til den af NANSEN (l. c.) udledeede slutning:

„Whatever the causes of the oscillations of the shoreline may have been, the above facts seem to prove that, after each disturbance in the relation between land and sea, the earth's crust has a remarkably strong tendency to return to a certain position of perfect equilibrium, which is probably determined by the boyancy of the crust floating on the underlying magma.“

Resumé.

Die einzige in Norwegen auftretende Ablagerung zwischen Silur—Devon einerseits und Quartär andererseits findet sich auf Andö (in Lofoten—Vesteraalen, $69\frac{1}{6}^{\circ}$ n. Br.), wo T. DAHLL 1867 ein kleines Jurafeld nachwies. Einige paläontologische Studien von diesem Felde sind von TH. KJERULF (1870), OSWALD HEER nebst K. MAYER und G. HARTUNG (1877) und B. LUNDGREN (1894) geliefert; die dortigen Kohlenlager sind von T. DAHLL (ca. 1870 und 1891) und J. P. FRIIS (d. Z. 1902) erforscht; ferner wird auf einige Beschreibungen von H. REUSCH (1896 und 1902) hingewiesen.

Das Andö Jurafeld, das auf der Strandebene (s. Fig. 1, 4 und Tafel I, Profil Fig. 1 und 2) liegt, hat eine Länge von ca. 8.4 Kilom. und ein Areal auf festem Lande von etwa 10 Kilom.²; das Areal muss aber noch etwas grösser sein, indem das Jurafeld sich gegen Osten auch unterhalb des Meeres oder des Andö-Fjords erstreckt (Fig. 1).

Das Jurafeld ist beinahe gänzlich von Quartär-Ablagerungen bedeckt; die Erforschung desselben basiert sich somit hauptsächlich auf die, der Kohlenflöze wegen ausgeführten Tiefbohrungen (1869—71, 1895—98).

Die Ablagerungen lassen sich stratigraphisch in drei Abteilungen gliedern:

1. Am untersten eine ca. 60 M. mächtige Abteilung von Sandsteinen, die oft ziemlich grobkörnig sind, mit

Kohlenlagern (hauptsächlich in drei Niveaus, α , β und γ , s. Tafel II) nebst bituminösen Schiefeln und feuerfestem Ton. Auf Grundlage der hier auftretenden Pflanzenversteinerungen (s. Fig. 2, S. 27, rechts unten) bestimmte HEER das Alter dieser Abteilung als braunen Jura.

2. Darüber eine mindestens 325 M. mächtige Abteilung, die beinahe ausschliesslich aus Sandsteinen besteht. Der untere Teil dieser mächtigen Sandsteine (mit *Gryphaea dilatata* u. s. w., s. S. 28 und Fig. 2, S. 27, rechts) wurde von LINDGREN zu Oxford und die etwas höher in denselben Sandsteinen auftretenden Lager, mit *Aucella Keyserlingi*, zu Kimmeridge—Portland oder der oberen Wolga-Etage gerechnet.

3. Am obersten finden wir eine mindestens ca. 125 M. mächtige Ablagerung von Tonschiefern, mit einigen spärlichen Sandsteinen und Nieren von Toneisenstein; hier ist bisher nur ein *Pecten* gefunden. Diese Abteilung muss entweder der obersten Jura- oder der untersten Kreidestufe angehören.

Die gesamte, jetzt vorhandene Mächtigkeit beträgt ca. 60 M. + mindestens 325 M. + mindestens 125 M. = mindestens 510 M. Die allerjüngsten, ziemlich sicher der unteren Kreide angehörigen Ablagerungen sind weggedürrt; die ursprüngliche Mächtigkeit erreichte somit nicht unwesentlich mehr als 510 M.

— Die im Niveau β , zum Teil auch die im Niveau γ der untersten Abteilung auftretenden Kohlenflöze führen braune Cannelkohle, mit ca. 8 % Wasserstoff (s. S. 35). Die in der Nähe dieser Cannelkohle vorkommenden bituminösen Schiefer („Brandschiefer“) zeichnen sich ebenfalls durch einen hohen Wasserstoffgehalt aus (s. S. 35), und unterscheiden sich eigentlich nur durch den Aschengehalt (meist 55—75 %, s. S. 38) von den Cannelkohlen,

die selber auch in der Regel ziemlich aschenreich sind (meist mit ca. 25 % Asche, s. S. 36). Von der organischen Substanz der Andö-Cannelkohle entweichen bei trockener Destillation durchschnittlich nicht weniger als ca. 66 %; das Gas hat eine bedeutende Lichtstärke, von 27—30 „Normallichtern“ (s. S. 36). Diese Cannelkohlen eignen sich als Zusatzkohle bei der Gasfabrikation, um die Lichtstärke des Gases zu erhöhen; ein Grubenbetrieb hat aber bisher nicht stattgefunden. Die Mächtigkeit des Cannelkohlen-Flözes β erreicht in den besseren Partien 0,9—1 M., wechselt aber in den verschiedenen Teilen des Flözes ziemlich stark; auch ist das Flöz an einigen Stellen gänzlich ausgekeilt (Tafel II). — Die Kohlen im Niveau α sind ziemlich schwarze, aschenreiche Gaskohlen (s. S. 32).

— Die unterste Abteilung wurde auf ganz seichtem Wasser nahe einer Küste abgesetzt, und zwar in einem Bassin mit hinaufreichenden kleinen Inseln oder Scheren. Zu diesem Schluss gelangt man dadurch, dass die allerältesten Lager, am Boden der ganzen Formation, nur in kleinen Vertiefungen zwischen Hügeln von dem Gestein des Untergrundes (Granit) vorhanden sind (s. Tafel II und Fig. 3) — der Abstand von dem Flöz β bis zu der Oberfläche des Granits wechselt im südlichen Teile des Jurafeldes in den verschiedenen Bohrlöchern zwischen 6 und 40 M. (s. S. 41—42). — Im unteren Teile der Formation begegnet man auch mehreren Lagern von ziemlich grobkörnigen Sandsteinen. — Die Hauptbestandteile der Cannelkohle sind bekanntlich nach B. RENAULT Fortpflanzungsorgane von Lycopodineen (Makro- und Mikrosporen), Sporen und Sporangien sowie Wedelreste von Farnen, endlich Pollenkörner von Gymnospermen. Diese leicht beweglichen Teile sind durch fließendes Wasser von ihrem Ursprungs-

orte entführt und an ruhigeren Stellen abgesetzt worden. Diese Deutung RENAULTS der Genesis der Cannelkohlen steht in der besten Uebereinstimmung mit den geologischen Beobachtungen bezüglich der Boden-Konfiguration des Untergrundes unterhalb des Jurafeldes auf Andö.

Während der Ablagerung der mittleren, mindestens 325 M. mächtigen Sandsteinabteilung sank der Untergrund fortwährend, oder die Transgression schritt vorwärts; die Ablagerung fand aber noch auf ziemlich seichtem Wasser statt. Während der Ablagerung der oberen, beinahe ausschliesslich aus Tonschiefern bestehenden Abteilung war der Untergrund noch tiefer gesunken. Nehmen wir an, dass die obersten Tonschiefern in einem Meer von mindestens 100 M. Tiefe abgesetzt wurden, so erhalten wir als Resultat, dass die Landessenkung auf Andö in der letzteren Hälfte oder Drittel des Juras (vielleicht auch ein wenig der allerersten Kreidezeit einbegriffen) mindestens etwa 650 M. betrug; wahrscheinlich handelt es sich um eine Landessenkung von etwa 1 Kilom. oder darüber.

Im nördlichen Teile des Jurafeldes, bei Skarsten, ruht die Tonschieferabteilung unmittelbar auf dem Granit (s. Fig. 1 und 4). Während der Ablagerung der ältesten Abteilungen ragte hier ein ca. 400 M. hoher Berg (der jurassische „Skarsten-Berg“) hinauf. Das nördliche Norwegen war folglich in der Jurazeit nicht zu einem Peneplain abradiert(!).

— Das jetzt aufbewahrte Jurafeld auf Andö liegt in einer Grabenversenkung und ist von vielen Verwerfungen durchsetzt (s. Fig. 1, 4 und Tafel I). Die meisten Verwerfungen scheinen ungefähr N—S, also parallel der Länge des Feldes, zu streichen. Die zusammengelegte vertikale Sprunghöhe der Verwerfungen beträgt mindestens 600 M., vielleicht nicht unwesentlich darüber. — In N—S-licher

Richtung bildet das Feld eine flache Mulde (Fig. 1 und Tafel I), was auf eine Flexur-Einsenkung deuten dürfte (Fig. 4). — Das Feld hat nicht an einer Bergkettenfaltung Teil genommen.

— Später als die Verwerfungen hat eine bedeutende Abrasion stattgefunden, und zwar herab bis zur Oberfläche der Strandebene. Es sind in der Nähe von Ramsaa, im südlichen Teile des Jurafeldes, abradiert worden: a) eine Jura-Mächtigkeit von mindestens 510 M.; b) die allerjüngsten jetzt auf keiner Stelle aufbewahrten Ablagerungen; c) daneben auch etwas von dem ursprünglichen Untergrund-Gesteins der Juraformation, das ebenfalls zum Niveau der Strandebene „abgehobelt“ worden ist. Die postjurassische Abrasion in dem Andö-Gebiet beträgt somit sicher mehr als 600 M., vielleicht gar viel mehr als 600 M.

Die Abrasion hat oberhalb der Meeresoberfläche stattgefunden; seit der Ablagerung des Juras trat folglich eine Landeshebung ein, die mindestens 650 M. betrug. Ferner ergibt das Studium der namentlich von F. NANSEN kürzlich erforschten kontinentalen Plattform längs der norwegischen Küste, dass das Land im nördlichen Norwegen während der Abrasion der Plattform mindestens 300 M. höher als jetzt lag; die Landeshebung reichte somit von \div mindestens 650 M. bis zu $+$ mindestens 300 M., \therefore sie betrug mindestens 1 Kilom.

— Die jurassische Transgression oder Landessenkung auf Andö mag mit den ungefähr gleichaltrigen, obwohl von Oscillationen begleiteten Transgressionen in Schonen mit Bornholm und Skagerrak (wo unterhalb des Meeres brauner Jura und ältere Kreide auftreten), ferner in Russland und auf Franz-Josephs Land, König-Karls Land und Spitzbergen in Verbindung gesetzt werden. Ziemlich sicher umspannte diese Transgression ganz Norwegen.

Die grosse Landeshebung auf Andö und die grossen Verwerfungen ebenda dürften vielleicht mit den Ausbrüchen von grossen Basaltdecken und den Verwerfungen, in der Zeit nahe der Grenze zwischen Jura und Kreide, auf Franz-Josephs Land und König-Karls Land, ungefähr gleichaltrig sein. In Schonen und Bornholm fand eine Landeshebung nebst grossen Verwerfungen in der Periode zwischen Lias und Senon statt, und zwar lässt sich auf Grundlage der in Skagerrak nachgewiesenen Ablagerungen von der späteren Jura- und der jüngeren Kreidezeit (s. S. 51) vermuten, dass die grossen Störungen in Schonen und Bornholm in der Zeit nahe der Grenze zwischen Jura und Kreide eintraten. Weil wir auch in Nordwest-Deutschland, Süd-England, dem nördlichen Frankreich und in grossen Teilen von Russland einer grossen Landeshebung an der Grenze zwischen Jura und Kreide oder im Anfange der Kreide begegnen, lässt sich annehmen, dass die grosse nordnorwegische Landeshebung nahe der Grenze zwischen Jura und Kreide, und zwar am wahrscheinlichsten in der älteren Kreidezeit, vor sich ging. Sicher lässt sich dies aber nicht beweisen, und man könnte auch an die von so vielen, auch in Schonen—Bornholm und auf Spitzbergen, nachgewiesenen Erdkrustebewegungen an der Grenze zwischen Kreide und Tertiär, oder etwas in Tertiär hinein, denken.

Fig. 5 gibt ein schematisches Bild der Landes-Senkungen und -Hebungen im nördlichen Norwegen: 1. In der späteren Hälfte des Juras eine mindestens 650 M. betragende Landessenkung ($b-c$), die vielleicht noch etwas früher (bei a) begann, und die sich vielleicht bis etwas in die Kreide hinein (bis c') fortsetzte. — 2. Später eine bedeutende, in Summa mindestens etwa 1 Kilom. betragende Landeshebung ($c'-d$), wahrscheinlich (?) im Anfange der Kreidezeit. — 3. Am Anfange der Abrasion der konti-

kontinentalen Plattform lag das Land mindestens 300 M. höher als jetzt; später sank das Land ($e-f$), und lag, im nördlichen Norwegen, während der Abrasion der Strandebene, ein wenig, etwa 50—100 M., tiefer als jetzt. Die Abrasion der kontinentalen Plattform sollte nach NANSEN pliocen und pleistocen sein; vielleicht dürfte sie noch etwas früher angefangen haben. Die Abrasion der Strandebene ist nach meiner Meinung tertiär; nach anderen Forschern sollte sie interglacial oder jedenfalls zum Teil interglacial sein.

— 4. Zum Schluss folgten in glacialer und postglacialer Zeit mehrere Hebungen und Senkungen, vielleicht zuerst eine Hebung ($f-g$ mit Fragezeichen), dann eine Senkung ($g-h$ mit Fragezeichen), und endlich die schon längst sicher nachgewiesene postglaciale Hebung ($h-k$), die von einer, von J. HOLMBOE auf Andö erforschten kleinen Senkung oder Oscillation (i) begleitet war. Die postglaciale Hebung fand bekanntlich unter einem Winkel, bis zu $3-4\frac{1}{2}$ Minuten betragend, statt; entsprechende Winkelbewegungen sind auch früher anzunehmen.

Trotz der vielen und zum Teil sehr bedeutenden, nach einander folgenden Senkungen und Hebungen liegt die Oberfläche des Festlandes auf Andö jetzt ziemlich genau in derselben Höhe oberhalb des Meeres wie in der Mitte der Jurazeit. Dies bestätigt den Schluss NANSENS (s. S. 61), „that, after each disturbance in the relation between land sea, the earth's crust has a remarkably strong tendency to return to a certain position of perfect equilibrium“.

