

Foreløbig Beretning om de vigtigste glaciologiske Iagttagelser paa den danske Forskningsrejse tværs over Nordgrønland 1912-13.

Af

J. P. KOCH.

Med 1 Tavle og 1 Kort.

Foredrag holdt i Dansk geologisk Forening
d. 30. Marts 1914.

Indledning.

DET er ikke uden Betænkelighed, at jeg er gaaet med til at offentliggøre et halvgjort Arbejde om en Del af Ekspeditionens videnskabelige Virksomhed. Særlige Forhold har imidlertid gjort det ønskeligt, at et Résumé over de vigtigste af vore glaciologiske Iagttagelser snarest bliver tilgængeligt i Litteraturen. En fuldstændig Behandling af Ekspeditionens videnskabelige Resultater vil senere fremkomme i »Meddelelser om Grønland«. Det er en Selvfølge, at jeg i en saadan foreløbig Beretning ganske maa undlade at omtale en stor Del af vore Iagttagelser og i det væsentlige kun kan beskæftige mig med dem, der har fremkaldt Ønsket om Offentliggørelsen: dem, der direkte staar i Forbindelse med Gletschermekaniken. Vore Iagttagelser over en højarktisk Gletschers Bevægelsesmaade harmonerer *tilsyneladende* ikke godt med tilsvarende Forhold fra Egne med mildere Klima (Alperne). En Gennemgang navnlig af den amerikanske Gletscherlitteratur fra det nordvestlige Grønland vilde derfor have været meget ønskelig, forinden denne Artikel kom frem. Jeg har imidlertid været nødt til at renoncere herpaa.

Ekspeditionen overvintrede i Nordøstgrønland paa Indlandsisens Randzone omtrent paa $76^{\circ} 42'$ n. Br. og $22^{\circ} 30'$ ~~W. L.~~ (Se Kortet). Overvintringsstationen Borg laa i den sydlige Del af den store Gletscher Storstrømmen, der er omtrent 130 km lang, og hvis gennemsnitlige Bredde omtrent er 30 km. Stationens Højde over Havet var kun 63 m. Aarsmiddeltemperaturen var c. $\div 17^{\circ}$ C.

Inden jeg gaar over til at omtale vore Iagttagelser, maa jeg forudskikke et Par orienterende Bemærkninger.

Som bekendt er Is, der befinder sig paa Smeltepunktet, blød og plastisk, medens den ved lavere Temperaturer bliver haard og sprød. For Forstaaelsen af Gletschernes Bevægelsesmaade spiller derfor Kendskabet til Temperaturen i Isens Indre en væsentlig Rolle.

Spørgsmaalet om Isens Temperatur har været diskuteret i Gletscherlitteraturen, uden at man er naaet til en almindelig anerkendt Opfattelse. Det, der gør denne tilsyneladende simple Sag indviklet, er Spørgsmaalet om, hvorvidt den i Gletscheren tilstedeværende Bevægelsesenergi skulde være i Stand til at opvarme Isen til Smeltepunktet.

Hess og BLÜMCKE har i de senere Aar foretaget Boringer og Temperaturmaalinger til meget betydelige Dybder i Alpegletscheren Hintereisferner. Deres Maalinger godtgjorde, at Isen i Hintereisferner overalt praktisk talt befandt sig paa Smeltepunktet. Hess mener herefter at kunne fastslaa:

»Temperaturen i Gletscherens Indre er den samme som Isens Smeltetemperatur ved det paagældende Tryk«¹⁾.

At denne Sætning ikke skal forstaas som gældende for Alpegletschere alene, men skal kunne finde Anvendelse i Almindelighed, fremgaar af en Artikel i »Wissensch. Ergänzungshefte zur Zeitschrift des D. U. Ö.

¹⁾ HESS: Die Gletscher, Braunschweig 1904, p. 152.

Alpenvereins«, I. Bd., 2. Heft, München 1899. HESS bemærker her under Henviisning til DRYGALSKI's Temperaturmaalinger i Karajakbræen, at al Is, der udfører Gletscherbevægelse, og hvis Mægtighed er over 15 m, stedse maa befinde sig paa Smeltepunktet.

De af HESS og BLÜMCKE anlagte Borehuller i Hinter-eiserner laa alle i en Højde over Havet, der ikke overskrider 2800 m¹⁾. Da Aarsmiddeltemperaturen i Jordoverfladen i Alperne først i en Højde af mellem 2800 m og 2900 m bliver Nul, kan de af HESS og BLÜMCKE udførte Temperaturmaalinger ikke bringe nogen almindelig Afgørelse af Spørgsmaalet om Gletscherens indre Temperatur. Det henstod endnu uafgjort, hvorledes Sagen vilde stille sig i Egne med negativ Aarsmiddeltemperatur. Men negativ Aarsmiddeltemperatur er netop det normale for de Egne, hvor Gletschere forekommer, navnlig da i Polaregne.

I Vinteren 1892—93 maalte DRYGALSKI Istemperaturer paa Karajakbræen i Grønland²⁾. Ved Boringerne naaede DRYGALSKI kun til 2.2 m's Dybde; men udenfor Borehullerne blev i 2 Spalter Thermometre anbragt i 5.4 m's og 8.9 m's Dybde. Fra 30. Okt. 1892 til 27. Maj 1893 svingede Temperaturen i største Dybde, 8.9 m, mellem $\div 3^{\circ}.2$ og $\div 7^{\circ}.4$. Aarsmiddeltemperaturen for Luften var $\div 4^{\circ}.6$. Desværre var Muligheden for Luftcirkulation i Spalten ikke udelukket, saa Resultatet fra den største Dybde, hvortil den største Interesse knyttede sig, maatte modtages med et vist Forbehold. Men selv om man kunde se bort herfra, var Dybden 8.9 m dog endnu for ringe, til at man kunde paastaa, at den negative Temperatur i Isen ikke hidrørte alene fra den atmosfæriske Vintertemperatur. Ja vi ser endog, at HESS netop i disse Maalinger har fundet en Støtte for sin

¹⁾ Formaålet med Boringen var først og fremmest at bestemme Istykkelsen.

²⁾ E. v. DRYGALSKI: Grønlandsexped. d. Gesellschaft f. Erdkunde 1891—93. Bd. I., 16. Kap.

Antagelse om, at man i en Dybde af over 15 m maatte finde Isen paa Smeltepunktet.

OTTO NORDENSKJØLD har ved Snow Hill ($64^{\circ} 22'$ s. Br., $57^{\circ} 0'$ v. f. Grw.) udført Temperaturmaalinger i Is i 0.5 m og 1.0 m Dybde¹⁾. NORDENSKJØLD's Observationsrække er ret fragmentarisk og er udført paa 2 forskellige Steder med forskellig Højde over Havet; men den har den meget væsentlige Fordel at strække sig ud over 1 Aar, saa man bliver i Stand til at sammenligne Is- og Lufttemperaturer igennem alle Aarstider. Aarsmiddeltemperaturen ved Snow Hill var $\div 11^{\circ}.4$; selv den varmeste Maaned, December, havde negativ Middeltemperatur. NORDENSKJØLD's Observationsrække er derfor ikke alene taget ved passende lav Aarsmiddeltemperatur, men er tillige saa godt som befriet for den forstyrrende Indflydelse i Overfladens Temperatursvingninger, som Smeltningen fremkalder. Af Snow Hill-Observationerne fremgaar med stor Klarhed:

- 1) Istemperaturen i 0.5 m og 1.0 m Dybde svinger som en Bølgelinie (Sinuskurve), hvis Periode er 1 Aar;
- 2) Amplituden formindskes med Dybden;
- 3) Bølgen (Facen) forskyder sig med Dybden i Tidens Retning;
- 4) Aarsmiddeltemperaturen i 0.5 m og 1.0 m Dybde er paa det nærmeste lig Luftens Aarsmiddeltemperatur.

NORDENSKJØLD's Observationer viser kort sagt med al ønskelig Klarhed, at det øverste Lag af Isen ved Snow Hill thermisk forholder sig som enhver anden Fjeldart. Men Borehullernes Dybde var naturligvis for ringe, til at man kunde hævde, at Isen ogsaa i større Dybder havde Temperaturer under Smeltepunktet, og muligvis kunde man — jeg mener dog med Urette — mod en almindelig Anvendelse af NORDENSKJØLD's Re-

¹⁾ Wissensch. Ergebnisse der schwedischen Südpolarexp. 1901-03, Bd. I. Lieferung I, p. 128—136.

sultater i Gletschermekaniken indvende, at de ikke var indvundne i Is, »der udfører Gletscherbevægelse«.

Jeg skal endnu blot bemærke, at Amerikanerne ser noget anderledes paa Sagen end Alpeforskerne. De indrømmer vel Muligheden af, at dynamiske Varmekilder kan influere paa Gletscherens indre Temperatur, men mener dog ud fra en rent theoretisk Betragtning at kunne gøre gældende for en stor Gletscher, der er beliggende i en Egn, hvis Aarsmiddeltemperatur er under Nul, følgende¹⁾:

Ser man bort fra det allerøverste Lag, hvor Temperaturen om Sommeren kan blive Nul, og fra det allerunderste Lag i Gletscheren, hvor Temperaturen konstant maa være paa Smeltepunktet, maa hele den øvrige Del af Ismassen have Temperaturer, der til enhver Tid er lavere end Smeltepunktet. Følgelig kan det ikke nytte at søge at vinde en *almindelig* Forstaaelse af Isens Evne til at bevæge sig paa Grundlag af Isens Plasticitet ved Smeltepunktet.

Man vil af, hvad jeg her har anført, kunne forstaa:

1) At Afgørelsen af Spørgsmaalet om Isens indre Temperatur er af fundamental Betydning for Forstaaelsen af Gletschermekaniken, og

2) At det først og fremmest er ved Undersøgelser af store Gletschere i højarktiske Egne, at man kan faa nogen Udsigt til at trænge til Bunds i Sagen.

Boringer og Temperaturmaalinger i Storstrømmen.

Et Fald i en Gletscherspalte, hvorved jeg brækkede et Ben, bevirkede, at vi først i Begyndelsen af December 1912 kunde tage fat paa Boringerne. Den 8. Dec. var vi naaet til 5 m, den 30. Dec. til 16 m, den 3. Febr. 1913 til 24 m. Herved blev vi staaende. Boreanlægget og Borehullernes Antal vil fremgaa af hosstaaende Skitse (Fig. 1).

¹⁾ CHAMBERLIN and SALISBURY, 1904: Geology, vol. I, p. 277—279.

Boringen voldte en Del Vanskeligheder, blandt andet fordi der saa godt som manglede Erfaringer for selve Boremateriellets Beskaffenhed. De af HESS og BLÜMCKE gjorte Erfaringer kunde vi ikke udnytte, fordi den i Alperne brugte Metode — Anvendelse af Boretaarn

BOREANLÆGET VED „BORG“

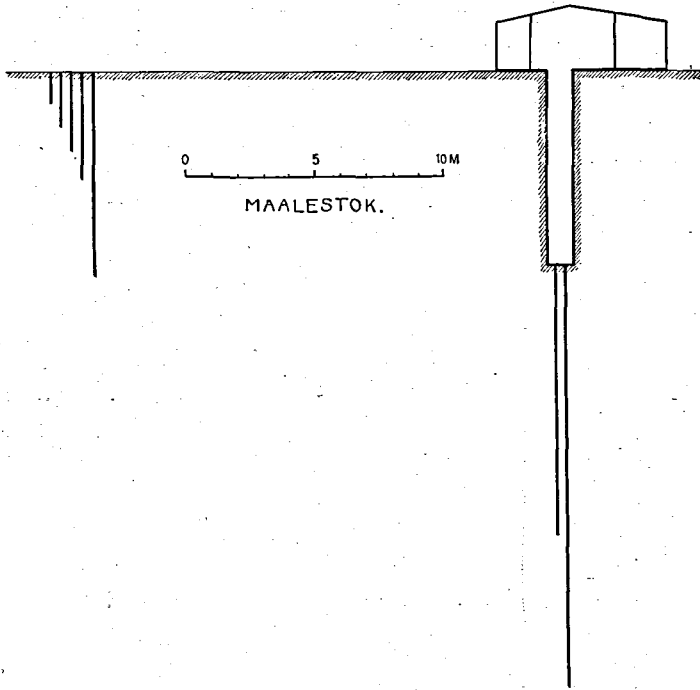


Fig. 1.

og Bortskylning af Boremelet med Vand — var udelukket. Materiel til et Boretaarn kunde vi ikke transportere med os, og en »Udskylning« med Vand vilde øjeblikkelig have lukket Borehullet for os med en solid Isprop.

Selve Sønderkrabningen af Isen til Boremel blev udført med et Sneglebor; dette blev derefter trukket

op, hvorpaa Boremelet blev hentet op med et Kopbor. Baade vore Sneglebor og Kopbor viste sig uhensigtsmæssige og maatte smedes om. Navnlig af Kopbor forarbejdede vi i Vinterens Løb en hel Del Modeller, inden vi fandt en Form, der viste sig praktisk.

Manglen af Boretaarn eller Stillads blev snart følelig. Allerede ved 6 m's Dybde krummede vore Borestænger sig paa Grund af deres egen Vægt saa stærkt, naar de blev trukket op, at den øverste Ende af Stangen laa paa Isen, inden Boret var helt oppe. Borestængerne var ikke tilstrækkelig elastiske, men bevarede noget af Krumningen og kneb sig derfor fast i Borehullet, naar de atter blev ført ned.

Mørket, den lave Temperatur og Snefygning generede ogsaa meget. Vi opgav derfor, da vi var naaet til 8 m, Boringen udendørs og forlagde den til selve Stuen paa Borg. Her tog vi en Lem op af Gulvet, huggede en Skakt til 7½ m's Dybde og borede videre fra Skaktens Bund i 2 Borehuller, der blev ført ned til 18 m og 24 m. Det var naturligvis i og for sig ikke heldigt at udføre Temperaturmaalingerne under selve Huset, fordi Virkningerne af dette synes at kunne spores paa Temperaturen i 10—14 m's Dybde. Den uheldige Virkning af Huset er imidlertid, som det vil ses i det følgende, uden Betydning for denne Afhandling.

Temperaturerne blev maalte med Kviksølv- og Alkoholthermometre, hvis Kolber var isolerede. Thermometrene var inddelte i hele Grader og tillod altsaa en Jøgering i Tiendedele. Thermometrene blev jævnligt verificerede ved Sammenligning med Normalthermometre. Den absolute Usikkerhed, der ved den endelige Bearbejdelse vil fremkomme paa de enkelte Observationer, vil næppe overskride 0°.2.

Isen omkring Boreanlægget ude dækkedes i Vinterens Løb med et indtil 1 m tykt Snelag. Samtidig med den daglige Aflæsning af Isthermometrene blev der aflæst Snetemperaturer i 3 forskellige Dybder.

Fra 9. Februar til 31. Marts og fra 13. til 19. April blev Temperaturerne i 18, 20, 22 og 24 m's Dybde maalt med et og samme Kviksølvthermometer; den relative Usikkerhed paa Temperaturerne i disse Dybder stammer derfor alene fra Aflæsningsfejlen. Temperaturen blev i disse Dybder aflæst hveranden Dag. Resultatet af de *ukorrigerede* Aflæsninger, sammendragne i Maanedes-Middeltal, er følgende:

	9.—28. Febr.	1.—31. Marts	13.—19. April	Samtlige Aflæsninger laa mellem
18 m	$\div 14.28$	$\div 14.25$	$\div 14.23$	$\div 14.2$ og $\div 14.4$
20 m	$\div 14.11$	$\div 14.09$	$\div 14.12$	$\div 14.0$ og $\div 14.2$
22 m	$\div 13.97$	$\div 13.97$	$\div 13.95$	$\div 13.9$ og $\div 14.0$
24 m	$\div 13.82$	$\div 13.83$	$\div 13.82$	$\div 13.8$ og $\div 13.9$

Den absolute Værdi er omtrent 1 Tiendedel Grad lavere end anført i Skemaet. For Sammenligningen er dette dog ligegyldigt. Derimod kommer i Betragtning, at 2. Decimal er ret usikker, navnlig da for April Maanedes Vedkommende. Dog viser Tallene meget klart, at de periodiske Svingninger maa være ganske smaa i disse Dybder.

Fig. 2 viser Temperaturforholdene i Isen den 8. Jan. 1913. Kurven falder i 2 Stykker svarende til Borehulernes Beliggenhed. Differensen mellem de 2 Kurver i 6, 7 og 8 m's Dybde viser Husets Indflydelse. Jeg har valgt Tidspunktet den 8. Jan., fordi vi den Gang endnu kunde maale Temperaturen i 8 m udenfor Borg. Senere blev den nederste Del af 8-Meter Hullet opfyldt af nedstyrtet Sne, og vi kunde efter den Tid kun maale i indtil 7 m udenfor Borg. Da vi først den 18. Jan. naaede til 20 m i Skakten, og den 3. Febr. til 24 m, har jeg maattet extrapolere Værdierne for 18, 20, 22 og 24 m. Et Blik paa den foranførte Tabel over Temperaturerne i disse Dybder i Februar, Marts og

April viser, at der ikke ved en saadan Extrapolation kan indføres en Fejl paa $\frac{1}{10}$ Grad. (Temp. d. $\frac{17}{1}$ paa

TEMPERATURKURVE I ISEN VED „BORG“

D. 8 JAN. 1913.

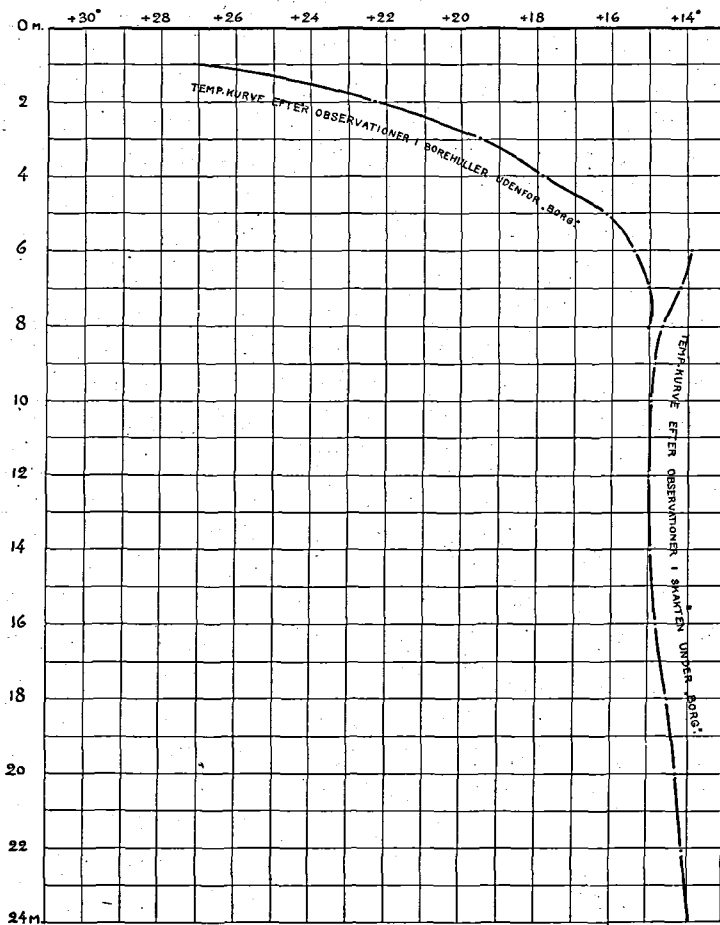


Fig. 2.

18 m ÷ 14.5; d. $\frac{18}{1}$ paa 20 m. ÷ 14.3; d. $\frac{1}{2}$ paa 22 m ÷ 14.0; d. $\frac{3}{2}$ paa 24 m ÷ 13.9).

Kurven er ikke ført helt op til Isens Overflade, men er udeladt paa den øverste Meter, fordi de uregelmæssige Svingninger i Lufttemperaturen her gør sig stærkt gældende. Paa 4 m viser Kurven en tydelig Anomali, der vistnok staar i Forbindelse med en stærk Kuldeperiode i November Maaned.

Kurven og vore Observationsrækker viser umiddelbart, at de periodiske Svingninger i Overfladens Temperatur formindskes stærkt med Dybden ligesom i andre Fjeldarter. Medens Svingningerne ved Overfladen skønsmæssigt kan anslaaes til at spænde over 40 Grader, vil de i 6 m's Dybde f. Eks. kunne spænde over 5 Grader og i 24 m over et Par Tiendedele.

En Analysering af vore Istemperaturer efter den theoretiske Varmelæres Love er endnu ikke foretaget.

De Temperaturer, hvorefter Fig. 2 er tegnet, er følgende:

Borehuller.

Dybde	i fri Luft	i Skakten
1 m	÷ 27 ^{0.1}	
2 m	÷ 22 ^{0.3}	
3 m	÷ 19 ^{0.5}	
4 m	÷ 17 ^{0.8}	
5 m	÷ 16 ^{0.1}	
6 m	÷ 15 ^{0.4}	÷ 13.9
7 m	÷ 15 ^{0.0}	÷ 14.1
8 m	÷ 15 ^{0.0}	÷ 14.6
9 m		÷ 14.8
10 m		÷ 14.95
12 m		÷ 15.0
14 m		÷ 14.95
16 m		÷ 14.8
18 m		÷ 14.6
20 m		÷ 14.3
22 m		÷ 14.1
24 m		÷ 13.9

Til Sammenligning viser Fig. 3 en Temperaturkurve fra Firnen i Centralgrønland. Kurven er konstrueret af

TEMPERATURKURVE I INDLANDSISEN

DEN 12 - 6 - 1913 . 3000 M. OVER HAVET.

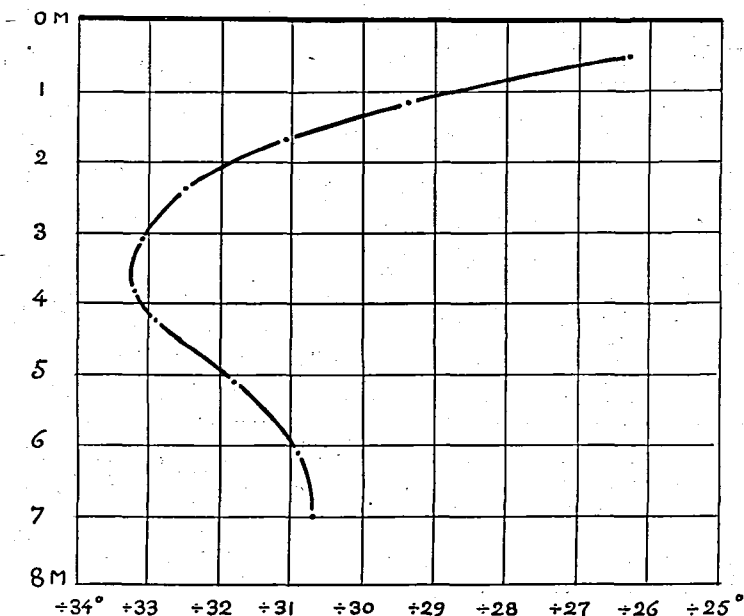


Fig. 3.

følgende Temperaturrekke, der er maalt den 12. Juni 1913 i 3000 m over Havet.

Dybde	Temperatur
0.5 m	÷ 26.3
1.15 m	÷ 29.4
1.65 m	÷ 31.1
2.35 m	÷ 32.5
3.07 m	÷ 33.1
3.81 m	÷ 33.2
4.21 m	÷ 32.9
5.10 m	÷ 31.8
6.10 m	÷ 30.9
7.00 m	÷ 30.7

Denne Temperaturrække har en særlig Interesse, fordi den giver Midler til Bestemmelse af Aarsmiddeltemperaturen og muligvis ogsaa til Bestemmelse af Aarsamplituden. Den Aarsmiddeltemperatur, der svarer til Kurven, kan skønsmæssigt anslaaes til $\div 32^{\circ}$.

Hvad der kan bringes ud af vore Temperaturmaalinger i Isen, vil først den fuldstændige Behandling vise. Dog forekommer det mig meget tvivlsomt, om man gennem dem vil kunne løse Problemet om Gletscherens indre Temperatur paa tilfredsstillende Maade. Temperaturrækkerne er, navnlig paa de store Dybder, for korte; Maximumsdybden, 24 m, er for ringe; Usikkerheden paa Aflæsningerne er maaske ogsaa for stor. Derimod viser vore Observationer klart nok, at *Gletscherbevægelse kan finde Sted, selv om Gletscherens indre Temperatur er betydelig under Smeltepunktet*. Dette vil ses af følgende:

En foreløbig Undersøgelse af Observationerne kunde tyde paa, at Temperaturstigningen fra 24 m og ned efter er ca. 1° paa 20 m. Men selv om vi sætter den til 1° paa 15 m, vil man dog først i 200 til 250 m's Dybde naa Smeltepunktet, der i denne Dybde ligger mellem $\div 0^{\circ}.1$ og $\div 0^{\circ}.2$.

Bræranden mod Borgfjorden ud for Borg er c. 30 m høj over Vandet. De taffelformede Isfjelde, der løsner sig fra denne Del af Bræen og derefter frit kan flyde bort, har samme Højde over Vandet som selve Bræen. Heraf følger, at Bræens yderste Del midt i Fjorden flyder, og Bræens Mægtighed kan derfor her ret sikkert anslaaes til $8.4 \times 30 \text{ m} = \text{c. } 250 \text{ m}^1$.

Herefter skulde altsaa Isen i Storstrømmens sydlige Del praktisk talt overalt have Temperaturer under Smeltepunktet.

¹⁾ K. J. V. STEENSTRUP, 1883: Bidrag til Kendskab til Bræerne og Bræisen i Nordgrønland. Medd. om GrønL., Bd. IV, p. 112.

Andre af Isens fysiske Egenskaber.

Overensstemmende med den lave Temperatur viste Isen i Storstrømmen sig i Besiddelse af fysiske Egenskaber, der kun lidet harmonerede med de velkendte Egenskaber fra Alpernes Gletscheris.

Isen var haard. Haardhedsgraden var 4 ved $\div 40^{\circ}$ (som Flusspat); ved $\div 15^{\circ}$ var den mellem 2 og 3 (Isen skar let i Gips, men blev ridset af Kalkspat)¹⁾.

Alpegletschernes Is er i Besiddelse af stor Bøjelighed. Gletscherkornene bliver derfor under Isens Tryk ganske deformerede, saa at de kommer til at gribe uregelmæssigt ind i hverandre. — STEENSTRUP har i Grønland anstillet Forsøg over Isens Bøjelighed ved $\div 10$ til 15 Grader og fundet, at Bøjeligheden under disse Forhold var betydelig mindre end ved Temperaturer, der ligger nær ved Smeltepunktet²⁾. Vore Iagttagelser af Gletscherkornene harmonerer godt med STEENSTRUP's Forsøg over Bøjeligheden ved lave Temperaturer. Krystallerne var ingenlunde stærkt deformerede, selv om de næsten altid viste sig noget bøjede og skævt udviklede.

DRYGALSKI har givet en Del Haandtegninger af Gletscherkorn fra Karajak- og Komebræerne. Disse viser Kornene tæt sammenpressede imod hverandre, ret deformerede og tilsyneladende lovløst ordnede. En Undtagelse danner dog »Abbildung 47«, der viser Kornstruktur i et Blaabaand; her er Kornene ret regelmæssige og koncentrisk ordnede omkring en enkelt større Krystal³⁾.

¹⁾ HEIM anfører i Gletscherkunde, Stuttgart 1885 p. 286, at Is ved $\div 50^{\circ}$ er saa haard, at den næppe kan angribes af de bedste File. Herefter skulde Haardhedsgraden ved $\div 50^{\circ}$ omtrent være 6. Endnu ved $\div 42^{\circ}$ var Haardhedsgraden 4; ved lavere Temperatur har vi ikke anstillet Forsøg.

²⁾ K. J. V. STEENSTRUP, 1883: Bidrag til Kendskab til Bræerne og Bræisen i Nordgrønland. Medd. om Grønland, Bd. IV, p. 92.

³⁾ E. v. DRYGALSKI: Grønland. — Exp. d. Gesellsch. f. Erdkunde z. Berlin 1891—93, Bd. I, p. 484—485.

— Vi har vel set Kornstruktur, der passer ganske godt med DRYGALSKI's Tegninger; men i Almindelighed fandt vi dog Kornene indlejrede i en Cement af ganske smaa Krystaller eller af Brudstykker af saadanne og ordnede koncentrisk omkring et Centrum eller en fælles Akse. En saadan Gruppe af »ordnede« Krystaller kunde have et Volumen paa c. 1 dm³.

Storstrømmens Is var altsaa en haard og sprød Masse med veludviklede, kantede Krystaller, der syntes ordnede efter bestemte Love, kort sagt en Masse, der var Alpernes »sejgtflydende« Gletscheris med dens formløse, uordnede Gletscherkorn ret ulig.

Bræisen er som bekendt opfyldt af en uhyre Mængde smaa Luftblærer. Under vore Forsøg paa at bestemme Luftindholdet af Blæreisen opdagede vi, at Luften i Blærerne var underkastet et Tryk paa c. 10 Atmosfærer. Isen, hvormed Forsøgene blev udført, var taget fra Skaktens Bund i 7½ m's Dybde. At der her ikke kunde være Tale om en Virkning af Isens Sammentrækning ved lav Temperatur, saaledes som STEENSTRUP har formodet det¹⁾, var givet. Heller ikke kunde det skyldes en Virkning af Infiltrationen, idet vi under Boringerne og andre Arbejder i Isen stedse konstaterede, at Smeltevandet — naar bortses fra gabende Spalter — aldrig naaede at trænge mere end 2 m ned. Fænomenet synes at være en Virkning af en Omkrystallisation, hvorom senere. Det stærke Tryk, hvorunder Luften i Blærerne befandt sig, maa altsaa antages at være noget almindeligt, der gælder for hele Bræen, selv om Trykket maaske nok kan variere en Del paa de forskellige Steder af Bræen. Bræen er med andre Ord ladet med Sprængstof, et Forhold, der næppe er ganske uden Betydning for Isens Bevægelsesmaade, og som forklarer det velkendte Fænomen, at et Isfjeld pludselig kan sprænges og pulveriseres til Gletscherkorn.

¹⁾ STEENSTRUP's førnævnte Afhandling, p. 92.

- Ved Regulation forstaar man som bekendt den Egen-
skab ved Isen, at 2 Stykker, der bringes i Berøring
med hinanden, under visse Forhold kan fryse sammen
til ét Stykke. Man anser i Almindelighed Regulationen
som betinget af, at Isen er paa eller ganske nær ved
Smeltepunktet.

Regulation i denne Betydning kan naturligvis i Al-
mindelighed ikke forekomme paa Storstrømmen; men
vi har næsten daglig haft Lejlighed til at iagttage et
Fænomen, der minder en Del derom. Den Is, vi be-
høvede til deraf at smelte vort daglige Forbrug af Vand,
huggede vi løs fra Bræens Overflade med en Hakke.
Der dannedes paa denne Maade ganske uregelmæssige
Isskærver. I fri Luft og ved alle Vintertemperaturer
(÷ 15° til ÷ 50°) »frøs« saadanne Skærver sammen
paa de indbyrdes Berøringspunkter i Løbet af en Dag.
I langt stærkere Grad kom Fænomenet frem, naar
man blandede Skærverne med en Smule Sne. Paa flere
af de Isbroer, vi maatte bygge over Spalter og Elvlejer,
lavede vi en Vejbane af et metertykt Lag Isskærver blan-
det med en ubetydelig Mængde Sne. Straks gled disse
Skærver let til Side, saa man sank dybt ned i Vejbanen;
men efter et Døgns Forløb var Massen saa solidt »sam-
menfrossen«, at man uden Gene kunde køre over den
med Heste og Slæder. Da Tilstedeværelsen af Vand
her er udelukket, maa Fænomenet skyldes en Virkning
af Sublimationen.

Spalter og Bevægelse.

Brævæggens Udseende mod Fjorden.

I Slutningen af August og Begyndelsen af September
var Storstrømmens sydlige Del fuldstændig befriet for
Sne. Overfladen bestod af blank, men puklet og paa
sine Steder foldet Is. Jøklen var i den Grad opfyldt af
Middagshuller, at den mindede om en uhyre Vadske-

svamp. Ganske smaa Spalter traf vi paa den Tid overhovedet ikke, derimod stødte vi paa enkelte større Transversalspalter tæt ved Brævæggen mod Borgfjorden samt paa 2 Systemer af større Længdespalter i Linierne A-B og C-D (se Kortskitsen). Overfladen var furet af et vidtforgrenet System af Elvlejer. De større Elvlejer kunde følges mange Kilometer. Elvlejer, der var et Par Meter dybe og 5 Meter brede, forekom i Hundredevis; Elvlejer fra 5—10 Meters Dybde og 20—30 Meters Bredde var ikke ualmindelige. Det største Elvleje var 15—20 Meter dybt og 50—80 Meter bredt. Dette udstrakte Net af smaa og store Elvlejer i Forbindelse med den næsten fuldstændige Mangel paa Spalter i Overfladen om Efteraaret viser, hvor ringe en Rolle Spalterne her spiller som Udtømningskanaler for Smeltetvandet. Det synes i Virkeligheden, som om Elvene paa Storstrømmen kun undtagelsesvis kan udtømmes gennem Spalterne.

Den sydlige Del af Storstrømmen faldt efter Overfladens Beskaffenhed i forskellige Bælter. Bæltet langs den sydvestlige Rand — sydvest for Linien A-B — var stærkt foldet. Niveauforskellen mellem Dalenes Bund og Foldernes Kam var 10—20 m. At det i det mindste for en Del var Foldninger i Isen, der her frembragte den kuperede Overflade, kunde ses i Brævæggen mod Randsøen ved Gundahls Knold (Fig. 6). Brævæggen i dette Bælte mod Bagfjorden og Borgfjorden havde en varierende Højde over Vandet fra 1 til 20 m. Tidevandsmærker paa Brævæggen viste, at Bræen stod paa Grund. Bræens Mægtighed i det sydvestlige Bælte maatte selvfølgelig være ringe, næppe over 50—100 m.

Det næste Bælte, A-B-C-D, var kun i ringe Grad eller maaske slet ikke foldet. Bræranden A-D, der svarede hertil, var 10—20 m høj. Brætykkelsen har næppe overskredet 150 m.

Bæltet D-C-F-E havde svagt bølgende Overflade. Den tilsvarende Brærand, D-E, var ensartet høj, c. 30

m. Mærker af Tidevandet blev ikke iagttaget her. Brætykkelse c. 250 m.

Nordost for Linien E-F blev Bræen ikke undersøgt. Overfladen i Nærheden af Bræerne var meget kuperet. Bræranden ud mod Borgfjorden var meget varierende i Højde, men næppe paa noget Punkt over 20 m.

Overgangen mellem de forskellige Bælter var skarp og dannedes af Systemer af Længdespalter samt af Niveauforskelligheder. Det sydvestlige Randbælte laa lavere end Bæltet A-B-C-D og dette atter lavere end Bæltet C-D-E-F. Niveauforskellen i Linien A-B var pludselig og fremtraadte næsten som en Skrænt paa 5—10 m's Højde; ved C-D var Overgangen mere jævn og Højdeforskellen næppe større end 2—5 m.

Allerede i Slutningen af September dækkedes Bræens Overflade af Sne, der umuliggjorde Opdagelsen af nydannede fine Sprækker. Men vi hørte under hele Overvintringen Knagen i Bræen og mente ofte at kunne føle, at der fulgte et Stød med Knagningen. Ikke helt sjældent mente vi endog at kunne spore Bevægelsesretningen i Stødet. Vi savnede desværre en lille Seismograf til at kontrollere vor umiddelbare Følelse med.

Ud paa Vinteren opdagede vi, at der flere Steder under Sneen havde dannet sig smaa Sprækker, fra faa Centimeter indtil et Par Decimeter brede. Efterhaanden blev Sprækkerne bredere, og Snelaget bristede, saa Sprækkerne blev synlige. En Undersøgelse af Sprækkerne gav et interessant Resultat:

I Linien A-B var Sprækkerne bedst udviklede. Der fandtes desuden her enkelte snefri Strækninger, hvor man forholdsvis let kunde følge dem.

Ved de nydannede Sprækker var Bruddet friskt og Randene uforvitrede, saa man meget ofte med absolut Sikkerhed kunde identificere sammenhørende Punkter i Randene. Der saas i en Mængde Tilfælde overordentligt tydeligt og maaleligt, at de to Rande af en Spalte var forskudt imod hinanden i horizontal Retning. Eksempelvis skal anføres:

Den 23. Marts fandt Dr. WEGENER og jeg en nydannet Sprække sydvest for Borg i Linien A-B og med samme Hovedretning som denne. Sprækken bestod egentlig af et helt lille System af ganske smaa Sprækker, der hist og her samledes til en enkelt lille Spalte paa et Par Decimeters Bredde. Paa et saadant Sted, hvor der kun var en enkelt Spalte, havde den nordøstre Væg forskudt sig 3 Decimeter mod Sydøst i Forhold til den sydvestre Spaltevæg. Samtidig havde den nordøstre Væg sænket sig relativt $\frac{1}{2}$ Decimeter. Da Spalten i Enkelthederne ingenlunde var retlinet, blev Spaltebredden som Følge af Forskydningen ret varierende. Paa et bestemt Sted saa Spalten, set ovenfra,

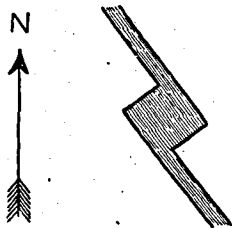


Fig. 4.

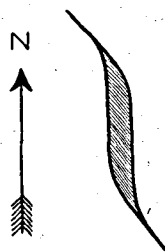


Fig. 5.

ud, som Fig. 4 viser, hvad der ogsaa meget tydeligt klarlagde Forskydningen.

Et lignende Forhold som ved de smaa Knæk (Fig. 4) genfandt vi ved de større Bøjninger. Hvor en Længdespalte i Linierne A-B og C-D bøjede af til højre, fremkom der en Udvidelse af Spalten som Følge af Differencen mellem de 2 Spaltevægges Hastighed. Ved gamle Spalter, og hvor Bøjningen var stor, var der paa denne Maade i Linierne A-B, C-D og E-F opstaaet store linseformede Gryder, som oftest med lodrette Vægge. Konturerne for disse Gryder havde næsten overalt Form, som Fig. 5 viser, men kunde være mere eller mindre langstrakt. Størrelsen var meget forskellig, fra ganske smaa og indtil c. 200 m lange, c. 50 m brede og c. 30 m dybe. En enkelt, der var særlig stor, var c. 500 m

lang, c. 200 m bred og c. 40 m dyb. Omtrent 300 m vest for Overvintringsstationen laa der i Linien C-D en saadan stor Gryde. I dennes østlige Side fandtes der et fremspringende Kap; i dens vestlige Side fandtes en Bugt, som efter Størrelse, Form og Beliggenhed svarede til Kapet.

Gryderne dækkedes naturligvis i Almindelighed ikke under Vintersneen; men der ophobedes dog betydelige Mængder af Fygesne i dem. Den første Virkning af Sommerens Snesmeltning maa blive, at Smeltevandet fra Snedrivernes øvre Lag fryser til Is dybere nede, hvorved der altsaa dannes en omtrentlig horizontal Bund i Gryderne, saa Smeltevandet kan ophobe sig i dem. Naar den fortsatte Isbevægelse bringer Bunden til at slaa Revner, kan Vandet udtømmes.

Den saaledes af Sne og Smeltevand dannede Bund i Gryden vedbliver altsaa at bestaa. De Revner, der dannes om Efteraaret i dens Bund, udvider sig om Vinteren og Foraaret under Sneen og lukkes atter af Sne og Smeltevand den følgende Sommer.

Da vi i Slutningen af September 1912 første Gang saa Gryderne, var de udtømte, men viste tydelige Spor af at have indeholdt Vand. Spaltesystemet saas fortsat gennem Grydernes Bund. I den førnævnte Gryde, 300 m vest for Borg, var der ved Opdriften sket en mindre Sprængning af Søens Bund. De ved Sprængningen dannede ganske smaa Kalvisbrokker saas endnu paa Grydens Bund. — En enkelt af de mindre Gryder var ikke udtømt; Søen her var dækket af solid Is.

Gryderne fortsætter deres Tilværelse og Vækst gennem en længere Aarrække. Efterhaanden bliver Væggene gennem Afsmeltningen mindre stejle. De gamle Gryder faar derved nærmest Udseende af langstrakte, dybe Indsænkninger.

Man vil gennem forangaaende Beskrivelse af Forkastningsfænomenerne i Linierne A-B, C-D og E-F have faaet Indtryk af, at disse Linier repræsenterer

Glideflader i Storstrømmen. Dog var Bevægelsesfænomenerne ikke indskrænket til disse Linier alene.

Det sydvestlige Randbælte var paa Grund af Foldningerne saa vanskelig fremkommeligt, at vi under vore Udflugter her praktisk talt var nødt til at følge en ganske bestemt Rute. Vi kender derfor ikke dette Bælte godt. Under en Rejse i Oktober 1912 til Dronning Louises Land traf vi ikke Spalter eller Sprækker i dette Bælte, medens vi under vore Rejser i Marts og April 1913 af og til stødte paa Spalter, der kunde være $\frac{1}{2}$ m brede. Noget System i disse Smaaspalter blev der ikke Lejlighed til at konstatere.

Bæltet A-B-C-D havde som før nævnt en relativ jævn Overflade, der om Efteraaret var fuldstændig fri for Spalter. Ved i Marts Maaned at fjerne Sneen paa enkelte Steder, viste det sig, at Længdespalterne forekom overordentlig hyppigt i dette Bælte. De mindste var fine Ridser, de største var et Par Decimeter brede. Horizontalforskydning paa indtil 2 Centimeter af de to Spalterande imod hinanden blev konstateret; den nordøstlige Væg havde ogsaa her den største Hastighed.

Om der i Løbet af Vinteren dannedes Længdespalter i Bæltet C-D-E-F, vides ikke. Paa Sneens Overflade viste saadanne Spalter sig ikke, og det kan derfor antages, at de i hvert Fald har været højst ubetydelige. Indenfor faa Hundreder Meter fra Bræranden D-E fandtes der allerede i Efteraaret 1912 enkelte større Transversalspalter parallele med Bræranden. I Løbet af Vinteren kom der mange flere til indenfor 1 Kilometer fra Randen. Isen var her dækket af et tykt Snelag, der i høj Grad besværliggjorde en Undersøgelse af Spalterne. Ved flere af dem blev der iagttaget en Niveauforskel paa Spalterandene paa flere Decimeter og altid saaledes, at den Rand, der var nærmest Brævæggen, var den laveste. Disse Transversalspalter synes altsaa at svare til vertikale Forkastninger i Bræen.

I Linien E-F blev Spaltesystemet ikke undersøgt.

Endnu skal nævnes, at vi ved Udhugning af Skakten under Stuen paa Borg i c. 3 Meters Dybde stødte paa fine Sprækker i Isen. Efterhaanden som vi kom dybere ned, blev Sprækkesystemet i Skaktvæggen mere forgrenet. I $7\frac{1}{2}$ Meters Dybde var Sprækkesystemet i Skaktvæggene saa omfattende, at Isen gjorde Indtryk af til dels at være knust. Et enkelt kraftigt Hug i Isvæggen med Hakken kunde bevirke, at en halv Snes Kilo Is ramlede ned. Vi fandt det under disse Forhold utilraadeligt at prøve paa at føre Skakten dybere ned. Spalteretningen i Skakten var omtrent N.V.—S.Ø., altså parallel med Linien C-D, som den jo kun var 300 m fjærnet fra. Under Boringen i Isen udenfor Borg var vi i 5 à 6 m's Dybde stødt paa et Hulrum (Spalte), hvor Boret pludselig sank omtrent 1 Decimeter. Under Boringen fra Skaktens Bund stødte vi i 9.6 m's Dybde paa et Hulrum, hvor Boret pludselig sank 0.6 m. Under den fortsatte Boring indtil 12 m passeredes atter et Par Hulrum, hvor Boret sank omtrent 1 Decimeter. Dybere nede blev Sprækkedannelser ikke med Sikkerhed konstateret under Boringen; men den betydelige Lethed, hvormed Boret paa et Par Steder arbejdede sig ned, tydede paa, at man var stødt paa et Parti af knust Is.

I Vinteren 1912—13 dækkedes Storstrømmens sydlige Del af et Snelag, hvis Gennemsnitstykkelse var 0.6 m. Naar dette Snelag om Sommeren smelter, vil Smeltevandet sive ned i Smaaspalterne i den kolde Is og der fryse. Smeltevandet vil paa denne Maade snart lukke Smaaspalterne foroven; medens de vel som oftest bliver staaende i lang Tid som Hulrum i Isen længere nede.

Det er tidligere omtalt, hvorledes Højdeforholdene vekslede i de forskellige Dele af Brævvæggen svarende til de forskellige Bælter i Bræen. Forskellighederne indskrænkede sig dog ikke til Højdeforholdene alene.

Ved Randsøen ved Gundahls Knold (Dronning

Louises Land) lykkedes det at faa et Profil vinkelret paa Bræranden at se (Fig. 6). Lagene var her foldede, og en Baand- eller Gangstruktur, der intet havde med Lagdelingen at gøre, gik tværs igennem denne. Forkastningen langs Baandene viste, at de havde gjort Tjeneste som Glideflader.

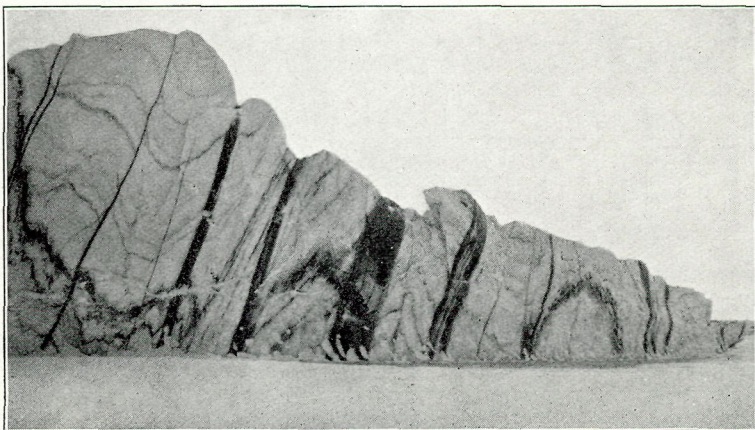


Fig. 6. Blaabaandstruktur og Forkastninger i foldet Is i Storstrømmen.

I Bagfjorden kunde Brævæggen kun følges nogle faa Kilometer i den inderste, nordvestlige Del. Længere mod Øst var Brævæggen umulig at komme til paa Grund af tæt sammenpakkede Isfjelde.

Brævæggen i Bagfjorden, der havde en sydlig Exponering, var dækket af en »Glasur«, der stammede fra Smeltningen. Hele Væggen var glinsende gullig-hvid og glat, uden friske Brud og uden skarpe Kanter. Væggen kunde derfor ikke her give Oplysning om Bræens Struktur.

Mod Borgfjorden var Forholdene gunstigere. Den Del af Brævæggen, der var nærmest Lindhard's Ø, var som før omtalt meget lav og uregelmæssig. Baand eller Gange blev ikke set i denne Del af Brævæggen, som over Vandet udelukkende syntes at bestaa af alminde-

lig hvid Blæreis. Men et Par Kilometer nord for Kap Jarner viste Brævæggen en ejendommelig Struktur, der formentlig grupperede sig om Endepunktet for Linien A-B (Se Tavle 6). Brævæggen, der her var 5 à 10 m høj, var gennemsat af flere vertikale Baand, hvis Bredde varierede

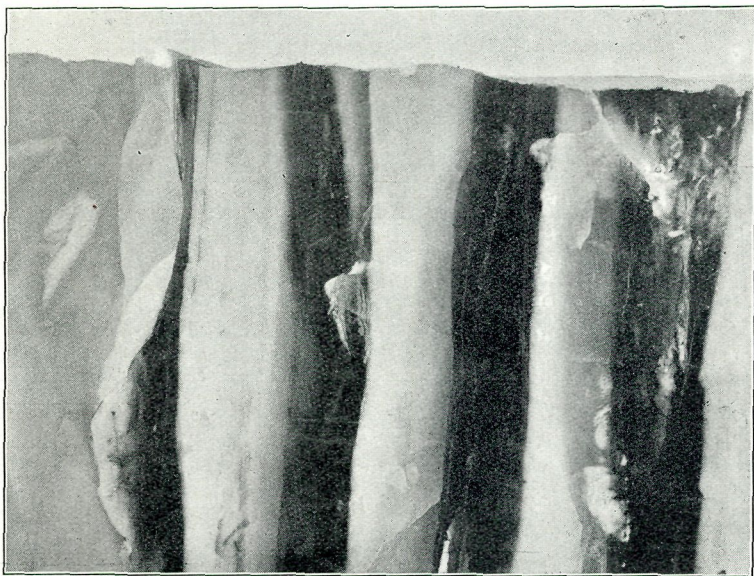


Fig. 7. Gruppe af Blaabaand i Brævæggen mod Borgfjorden ved A.

mellem 0.1 m og 1.5 m (Fig. 7). Baandene bestod af luftfri Is, der var farvet brun af Moræneslam. I Brævæggen viste Baandene sig gennemsatte af et mindre Antal fine, vertikale Ridser. Gennem den klare, brune Is kunde man se, at disse Ridser svarede til vertikale Spalteflader i Baandene. Saavel disse Spalteflader, som Grænsefladerne mellem Baandene og Blæreisen, var beklædte med et støvfint Lag af Moræneslam. Enkelte Smaasten saas i de vertikale Ridser. Paa Jøklens Overflade forløb Baandene tværs over Sænkninger og Høje i Linien A-B eller i en Retning parallel med denne. De kunde desværre kun følges i en Strækning af et Par

Hundrede Meter, fordi Overfladen her var ufremkommelig, uoverskuelig og for en stor Del skjult under et dybt Snelag. Baandene laa i Overfladen noget forsænkede paa Grund af den stærkere Afsmeltning fra dem. Isen var her smudsig af det udsmedtede Moræneslam. Spaltefladerne i Baandene kunde ogsaa følges paa Jøklens Overflade. Der var med andre Ord intet paa Jøklens Overflade, der adskilte disse Baand fra almindelige Blaabaand, og som saadanne maa de ogsaa opfattes af andre Grunde, som jeg ikke her kan komme ind paa. Jeg skal blot her henvise til, at den Omstændighed, at der sidder Smaasten paa Spaltefladerne i Baandene, ganske udelukker, at Baandene skulde være dannede af Jøkelvand, der havde opfyldt en Spalte og derefter var frosset. (Se næste Afsnit om Blaabaand).

Det beskrevne regelmæssige Udseende havde Baandene kun paa en enkelt kort Strækning omkring A. Nord herfor i Strækningen A-D blev den klare, brune Is uregelmæssigere fordelt. Man saa, at Blæreisen her havde været fuldstændig sprængt, og at Smeltevandet var trængt ind, havde fyldt de opstaaede Hulrum og derefter var frosset. Et lille Parti af Brævæggen bestod endog overvejende af brun Is, hvori enkelte kantede Blokke af hvid Blæreis »flød«.

Den største Del af Brævæggen A-D bestod af knust Blæreis (Fig. 8). Knusningen var oftest ganske uregelmæssig; men der fandtes ogsaa regelmæssigere Partier, hvor man kunde se, at Spaltningen var sket efter Flader, der omtrent var parallelle. Det indviklede Net af krydsende Spalter, som Brævæggen som Følge af Isens Knusning udviste, var udfyldt af klar Is, som oftest af svag brunlig Farve.

Ved D skulde man have ventet at træffe lignende vertikale, brune Baand som ved A; men sikkert lod de sig ikke paavise. Der fandtes ved D 3 dybe Sænkninger i den c. 30 m høje Brævæg. Den midterste Sænkning, til hvis Bund der svarede en Brævæg paa

kun $1\frac{1}{2}$ m's Højde, indeholdt 2 store Længdespalter, som Havvandet trængte ind i. I Bunden af de to andre Sænkninger fandtes ligeledes Længdespalter. Brævvæggen,

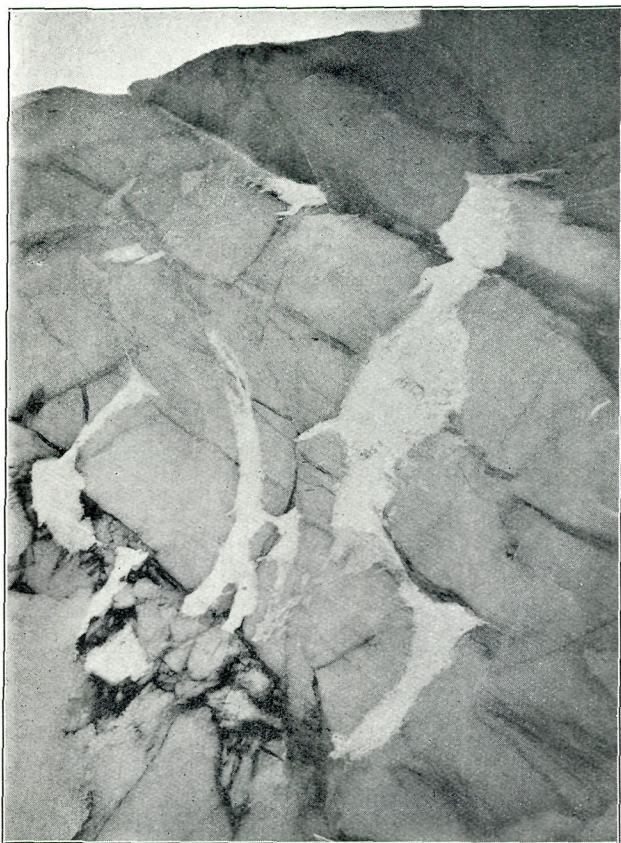


Fig. 8. Bræis, knust ved Bevægelsen.
Parallele Brudflader (Strækningen A—D).

svarende til disse Sænkningers Bund, var c. 5 m høj og bestod for en Del af brun Is. Væggen var ved begge disse Sænkninger knust og tildels sammenstyrtet, saa Strukturen kunde ikke følges.

Foruden den omtalte brune Is fandtes der paa Strækningen A-D en hel Del klare, vandblaa Baand, der

kunde have forskellige Retninger. Deres Bredde varierede mellem nogle Centimeter og et Par Decimeter. Ogsaa disse Baand viste i Brævæggen fine Ridser, der svarede til Spalteflader parallele med de Baandet begrænsende Vægge af den hvide Blæreis. Langs Spaltefladerne i de vandblaa Baand sad smaa Luftblærer. Det var først og fremmest disse vandblaa Baand, der gjorde de overordentlig hyppige Forkastninger, som fulgte med Knusningen, synlige i Brævæggen. De ved Knusningen fremkaldte Sprækker kunde undertiden være saa fine, og Sprækkevæggene kunde trods Forkastningen slutte saa nøje sammen, at Sprækkerne kun kunde opdages, naar en Diskontinuitet i et vandblaat Baand viste, at den skulde være der. Disse vandblaa Baand var, som Forkastningerne viste, overalt af ældre Oprindelse end den brune Is.

Brævæggen D-E var som før omtalt nogenlunde ensartet høj, c. 30 m; paa det nordligste Stykke henimod E sænkede den sig dog ganske jævnt en halv Snes Meter. I denne Del af Brævæggen fandtes ingen brun Is og kun ganske enkelte vandblaa Baand. Disse forløb i Almindelighed skraat gennem hele Brævæggen. Ingen af Baandene viste Forkastninger; men da Brævæggen iøvrigt bestod af hvidlig Blæreis, kunde der meget vel være Forkastninger, uden at disse blev synlige.

Ved E var Brævæggen paa et enkelt Sted meget lav, næppe over 3 m. Et System af Længdespalter traadte her ud til Randen. Forholdene blev ikke nærmere undersøgt, hverken her eller længere øst paa.

Langs med det tidligere omtalte Sprækkesystem i Skakten under Borg forløb et ca. 4 cm bredt Baand af vandklar, men ikke absolut blærefri Is. Baandet var paa sædvanlig Vis spaltet i mindre Baand paa omtrent 1 cm Tykkelse. Langs Spaltefladerne sad en ret betydelig Mængde Luftblærer. Fig. 9 viser et Stykke Is fra Skaktens Bund, indeholdende saavel de vandklare Baand som den tilgrænsende Blæreis. Fotogra-

fiet, der er taget saaledes, at man ser skraat ind mod Spaltefladerne gennem den klare Is, er i naturlig Størrelse.

Den Opfattelse af Storstrømmens Bevægelsesmaade, som vore Iagttagelser har ført til, er følgende:

Bevægelsen er en Gliden, hvis Hastighed er

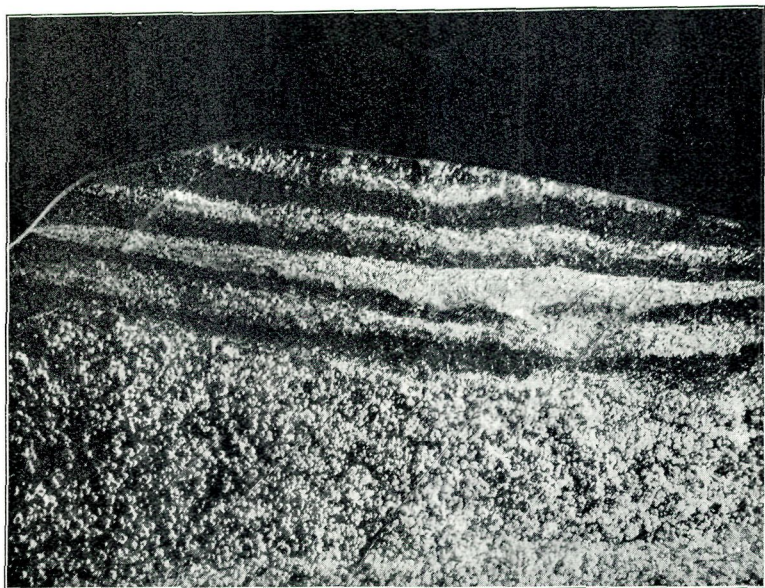


Fig. 9. Blaabaand og Blæreis fra Skaktens Bund ($7\frac{1}{2}$ m's Dybde).
Naturlig Størrelse.

størst i Bæltet C-D-E-F. Ved Glidningen sønderrives Bræen i Spalte- og Sprækkesystemer, der i Hovedsagen forløber i Bevægelsesretningen; disse Sprækkesystemer danner altsaa, saalænge de er i Funktion, Glideflader. Under visse almindeligt forekommende Forhold omdannes Isen omkring Glidefladerne til blærefri Is.

I det sydvestlige Randbælte (sydvest for Linien A-B) er Hastigheden meget ringe. Der hersker her et stærkt Sidetryk, fordi Bræen paa én Gang baade indsnævres og tvinges ind i en ny Retning. Det stærke Side-

tryk folder Isen. (Fig. 6. De gamle Glideflader — Lagdelingen — er foldede og sat ud af Funktion. Nye Glideflader har dannet sig tværs igennem de gamle. Se nærmere herom i sidste Afsnit).

Ved Linien A-B indtræder der en pludselig Forøgelse af Hastigheden. De mange horizontale Forkastninger og den lange Række af store Gryder viser dette. At der her ogsaa forekommer vertikale Forkastninger kunde tyde paa, at der til Linien A-B svarer en Skrænt i Gletscherlejet parallel med Bræens sydvestlige Rand (se Profilet, Tavle 6). En saadan Skrænt vilde paa naturlig Maade forklare den pludselige Overgang i Hastigheden.

I Bæltet A-B-C-D vokser Hastigheden. I Linien C-D indtræder atter en pludselig Forøgelse af Hastigheden.

Bæltet C-D-E-F synes at bevæge sig med nogenlunde ensartet Hastighed, og dette Bælte bevæger sig indtil en vis Dybde omtrent som en samlet Blok.

Blaabaand og Lagdeling.

Blaabaandstrukturen er et gammelt Stridsspørgsmaal. Nogle Forskere mener, at Blaabaandene ikke er andet end den oprindelige horizontale Lagdeling i Firnen, bøjet i Trugform og undertiden ogsaa foldet som Følge af Isens Sammenpressen i den forholdsvis snævre Gletscherdal. Andre hævder, at Blaabaandene er en Virkning af Isens Tryk og Bevægelse. Men næsten alle er enige om, at Blaabaandene danner skaalformede Flader med Konkaviteten opad, hvad enten nu denne Egenskab skyldes Trykket eller ej.

Under vore Forsøg paa at finde et Opstigningspunkt paa Isranden vest for Daniel Bruuns Land i Slutningen af August 1912, traf vi paa omtrent $76^{\circ} 55'$ Br. et meget omfattende og særdeles veludviklet Blaabaands-system parallelt med Isranden og umiddelbart indenfor denne (Fig. 10). Vore Billeder herfra minder stærkt om

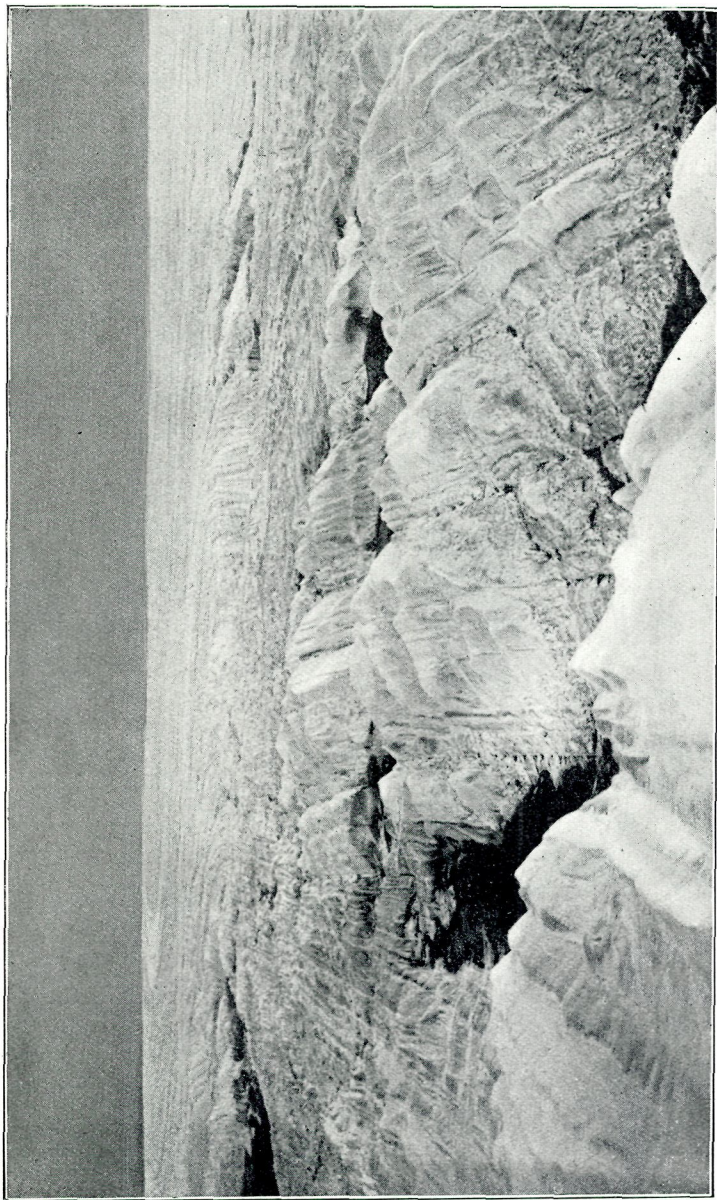


Fig. 10. Blaaband paa Storstrømmens Overflade ved Daniel Bruuns Land.

A. HAMBERGS Billeder fra Mikkagletscheren i svensk Lapland ¹⁾.

Paa Jøkeloverfladen laa Blaabaandene noget ind-sænkede som Følge af, at de bedre absorberer Sol-straalene end den hvide Blæreis. Baandene forløb i Almindelighed, men ikke altid, retlinet tværs over Sænkninger og Høje. Paa lange Strækninger havde Baandene ganske parallelle Rande; de var spaltede parallel med Randene; de var smudsige af udsmejlet Moræneslam; de varierede i Bredde fra faa Centimeter til 1 à 2 Meter. Baandene kilede ud; de dannede altsaa i Storstrømmen ikke sammenhængende, skaalformede Flader, der spændte over hele Jøklen, men snarere tynde Blaais-Blade, hvoraf hvert enkelt kunde betragtes som et Element i en udkilende, skaalformet Lagdeling i Jøklen ²⁾.

Dette Blaabaandsystem i Jøkeloverfladen gik ganske jævnt over i Lagdelingen i Bræens Sidevæg. Dette kom særlig tydeligt frem paa et Sted, hvor en Overfladeelv, der havde Retning vinkelret paa Bræranden, som et Vandfald styrtede ud over denne (Fig. 11). Elven havde saavel i Jøkeloverfladen som i Bræens Sidevæg skaaret sig flere Meter ned; Elvlejets Sidevægge viste derfor et Profil vinkelret paa Bræens Sidevæg. Tæt over Brævæggens Fod viste Profilet, at Lagene var forholdsvis tynde, stærkt udkilende og faldt med en ringe Hældning ind i Bræen. I den øverste Del af Brævæggen blev Lagene tykkere og faldt allerede her temmelig stejlt ind i Bræen; paa Bræens Overflade, umiddelbart indenfor den stejle Sidevæg, stod Lagene næsten vertikalt og var identiske med Blaabaandstrukturen paa Overfladen.

¹⁾ AXEL HAMBERG: Ueber die Parallelstruktur des Gletschereises. IX.e congrès internat. de géographie. Extrait du compte rendu, tome II. Genève 1910.

²⁾ Jvf. DRYGALSKI's Beskrivelse af Blaabaand i: Grønland. — Exp. d. Gesellsch. f. Erdkunde 1891—93. Bd. I., p. 75—76.

Blaabaandstrukturen i Storstrømmen er altsaa en bladet Struktur i stor Stil; Bladene kan være fra Kvadratmeter til Kvadratkilometer store. En saadan Struk-

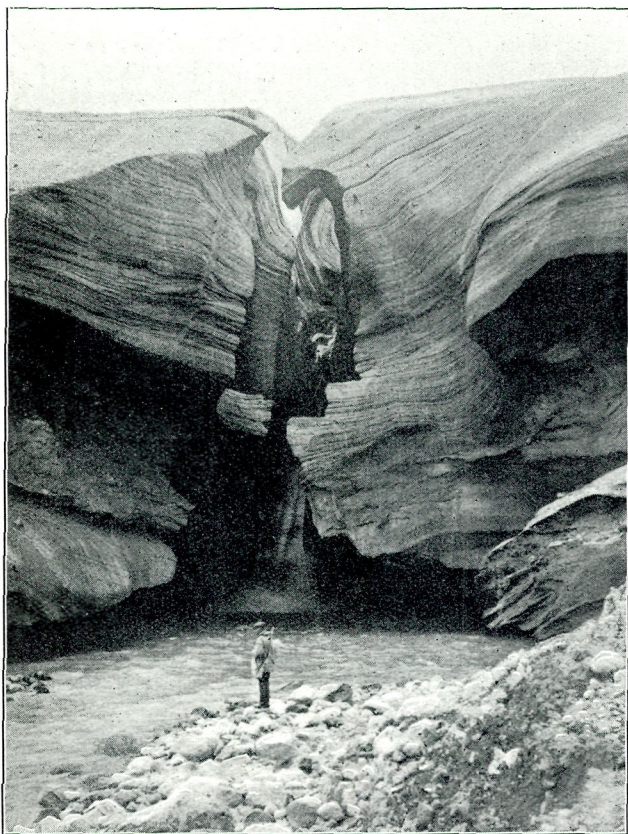


Fig. 11. Elvleje i Storstrømmens Sidevæg mod Daniel Bruuns Land.

tur forekommer mig uforenelig med Forestillingen om en »strømmende« Bevægelse af Isen. Helt kan man dog ikke afvise Tanken om en Art Strømning, idet vi vel kan have Lov til at opfatte Foldningerne som saadan. Vi har set (Fig. 6), at Foldninger forekommer i

den sydvestlige Rand af Storstrømmen; men ogsaa andre Steder kan man i den dybest liggende Del i Storstrømmens Sidevægge træffe foldede Lag. I 1908 traf vi saaledes foldede Lag ved Kap Bellevue¹⁾ (Dronning Louises Land, 77° 7' Br.), og i 1912 stødte vi paa et lignende Eksempel paa »Fluidalstruktur« i Brævæggen mod Daniel Bruuns Land omtrent paa 76° 50'. (Fig. 12).

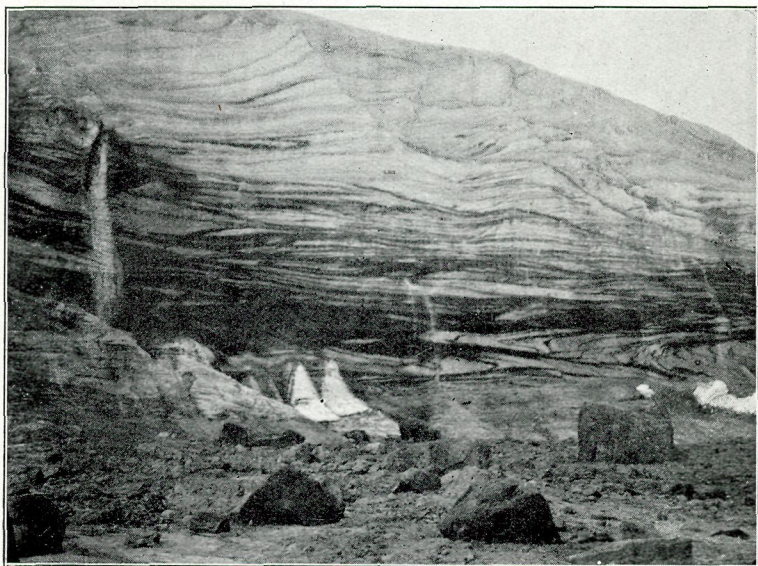


Fig. 12. Lagdeling i Storstrømmens Sidevæg.
Foldninger i Væggens nederste Del.

Den Omstændighed, at Foldningerne forekommer i den dybest liggende Del af Isen, umiddelbart over selve Gletscherlejet, peger hen paa Forklaringen af Fænomenet. Det er en velkendt Sag, at et Materiale, der brister for en pludselig Paavirkning, kan taale endog meget stærke Bøjninger, naar Paavirkningen sker langsomt. Nu er Bevægelseshastigheden ved Brævæggens

¹⁾ KOCH und WEGENER, 1912: Die glaciol. Beobacht. d. Danmark-Exp.: Medd. om Grönl. Bd. XLVI., Nr. 1, Fig. 24.

Fod sikkert overordentlig ringe — næppe 1 m om Aaret. Denne Omstændighed i Forbindelse med den højere Grad af Plasticitet, der hersker i den indre Del af Bræen ved dennes Bund, skaber gunstige Betingelser for, at Ujævnheder i Undergrunden kan bevirke Foldninger.

En videregaaende Udredning af dette Forhold, der ved første Øjekast synes meget simpelt, men som ved nærmere Betragtning viser sig mere kompliceret, skal jeg ikke forsøge paa her.

Blaabaand og Spalter.

Strukturen i Overfladen af Storstrømmen kan efter det foregaaende karakteriseres ved to Ting; Blaabaand og Længdespalter, der begge er udkilende og begge meget nær forløber i Bevægelsesretningen. Det ligger følgelig lige for Haanden at betragte Blaabaand og Spalter som to Udtryk for samme Ting, og da nu Længdespalterne har vist sig at være Forkastningsflader, maatte Blaabaandene være en videre Udvikling af disse.

En naturlig Konsekvens af denne Betragtning vilde være, at vi i Linierne A-B og C-D havde truffet Blaabaandsystemer. Det har vi ogsaa. Blaabaand i Linien A-B har jeg tidligere omtalt. I Linien C-D har vi kørt en Kilometer i et 1,5 m bredt Blaabaand, der dannede en forholdsvis jævn Slædevej. Dette Blaabaand førte imod Vest lige hen til en Gryde; imod Øst mundede det ud i et andet Blaabaand, der forløb vinkelret paa det 800 m fra Bræranden. Ogsaa andre Steder i Nærheden af Borg har vi set Blaabaand, uden at jeg dog nu tør udtale mig hverken om deres Retning eller Beliggenhed. Det maa erindres, at vi først kom op paa Jøken her, efter at Snefaldet var begyndt, og at vi først i Løbet af Vinteren erhvervede os en saadan Forstaaelse af de særlige glaciologiske Forhold omkring

Borg, at vi kunde rette vor Opmærksomhed mod ganske bestemte Punkter. Men om Foraaret var Blaabaandene praktisk talt overalt skjult under Sneen. Paa ét Sted har vi dog med Sikkerhed konstateret Sprækkedannelse i Forbindelse med Blaabaand, nemlig i Skakten under Borg. Sprækken eller rettere Sprækkesystemet forløb her ved Siden af Blaabaandet og umiddelbart ved dette. Selve Blaabaandet, der havde 3 Spalteflader, viste ingen kendelig Tilbøjelighed til at spalte efter disse.

I og for sig forekommer det mig heller ikke meget rimeligt, at Bevægelsen af Gletscherne fortrinsvis skulde bevirke en Sønderrivning af den blærefri Blaais, selv om Krystallerne her kunde antages at ligge ordnede med bestemte Retninger. Man skulde vel snarere antage, at Bevægelsen, hvis den foregaar med et Ryk eller et Stød, lettere bevirker et Brud i Blæreisen, der er ladet med Sprængstof. Hvis Blaabaandene er Glideflader, maa man vel derfor nærmest tænke sig, at Glidningen ikke foregaar i Blaais, men paa denne; Forkastningssprækken skulde altsaa fortrinsvis dannes i Grænsen mellem Blaais og Blæreisen, og dette maatte da atter — forudsat at Sprækken senere fyldes med Blaais — føre til, at Blaabaandene voksede i Mægtighed i Bevægelsesretningen. Da det selvfølgelig ikke kunde være udelukket, at Spalter ogsaa dannedes andre Steder i Blæreisen, maatte Betragtningen ogsaa føre til, at Blaabaandenenes Antal forøges i Bevægelsesretningen.

Denne Konsekvens af Betragtningen synes at passe godt med Forholdene paa Sydisland og i Alperne.

Den fremsatte Jævnførelse af Spalter og Blaabaand (Lagdeling) maatte ogsaa henlede Tanken paa, om man ikke i Brævæggen skulde kunne træffe Spalter parallelle med Lagdelingen. Gabende, horizontale Spalter i en Brævæg saa' jeg i 1908 i Sidevæggen i Kofoed-Hansens

Bræ¹⁾ (Nordøstgrønland, 77° 30' Br. (Se Fig. 13). Eksempler af denne Art turde dog være sjældne; den første Udløsning af en Spænding vil vel i Almindelighed kun kunne bevirke ret smaa Brud, og i Sidevæggene vil Vægten af den overlejlrede Is snart presse Spaltevæggene sammen. Derimod udviser Brævæggene i højarktiske Gletschere særdeles ofte — saavel ved deres Form

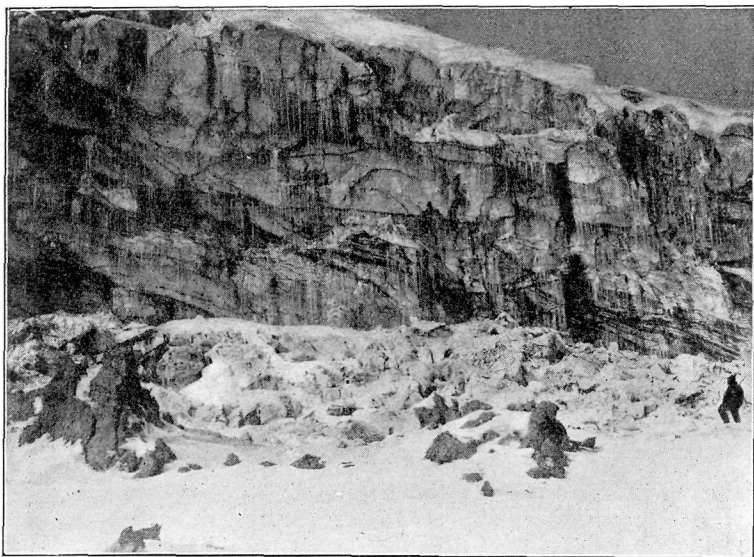


Fig. 13. Gabende, horizontale Spalter i Sidevæggen i Kofoed-Hansens Bræ.
(Koch og Wegener 1908).

som ved Ejendommeligheder i deres Struktur — visse Forhold, der rent umiddelbart og ganske overbevisende henleder Tanken paa Forestillingen om en Gliden, der staar i Forbindelse med Lagdelingen ²⁾). Det vilde imid-

¹⁾ KOCH und WEGENER, 1912: Die glaciol. Beobacht. d. Danm.-Eksp., Medd. om Grønland. Bd. XLVI. Nr. 1, Fig. 57, ogsaa Fig. 55 og 56.

²⁾ CHAMBERLIN and SALISBURY, 1904: Geology, vol. I., Chapt. V. (Nordvestgrønland). A. HAMBERG har paa Spitzbergen truffet elegante Eksempler paa veludviklede Glideflader i en Brævæg. Se ogsaa KOCH og WEGENERS ovenanførte Afhandling (Nordøstgrønland).

lertid føre for vidt at komme ind paa dette ved denne Lejlighed.

At Lagdelingen og dermed Blaabaandstrukturen i Nordøstgrønland først og fremmest opstaar i Indlandsisens og Gletschertungens dybest liggende Dele som Følge af Bevægelsen, tvivler jeg ikke om — jeg skal i Slutningen af Artiklen komme tilbage til denne Sag. Her skal jeg blot endnu omtale Muligheden for, at den Spaltesdannelse, vi har haft Lejlighed til at se i Storstrømmen, *kan* bevirke Dannelsen af Blaabaand.

Vi har under Beskrivelsen af Brævæggen mod Borgfjorden set, at Spaltefyldningen *kan* opstaa af brunligt Jøkelvand, der fryser. Det synes imidlertid, som allerede tidligere bemærket, lidet rimeligt at antage, at Smeltevandet ganske i Almindelighed skulde kunne formaa at fylde Spalterne; sandsynligere er det, at i hvert Fald de smalle Sprækker kun tilstoppes med Is i den øverste Del. En Spaltefyldning, der opstaar ved, at Spalten løber fuld af Vand, maa bevare Spaltens Form σ : Spaltévæggene maa være temmelig uregelmæssige, og Spaltefyldningen maa ret hurtigt spidse kileformet til mod Spaltens Bænd¹⁾. De enkelte vandblaa Baand, vi har set i den 30 m høje Del af Brævæggen mod Borgfjorden, og som forløb paa skraa gennem hele Væggens Højde, havde imidlertid alle gennem hele Væggen en fuldstændig ensartet Bredde. At et Tværnsnit af en Spalte igennem 40 til 50 m skulde kunne vise sig som et saa regelmæssigt Baand, kunde forekomme lidet sandsynligt. Spørgsmaalet bliver da, om et saadant Baand kan dannes ved Sublimation, hvad der vilde passe godt med Isens glasklare Farver.

Kondensering af Isdamp var et ganske almindeligt

¹⁾ Ogsaa Luftkanaler eller Manglen af saadanne kan give nogen Vejledning med Hensyn til Isens Dannelse. Angaaende Luftkanaler i visse Blaabaand maa jeg henvise til min senere Afhandling i Medd. om Grønland.

Fænomen i Gletscherspalter i Storstrømmen. Om Foraa-ret, da Sneen over Spalterne slog Revner, kunde man enkelte Steder nær ved Bræranden mod Borgfjorden se, at Rimen næsten lukkede Spalten igen, idet den byggede en indtil 1 Decimeter høj Rimvold langs Spalten og over den. I Vindretningen kunde Sneens Overflade paa et Bælte af flere Meters Bredde langs Spalten være dækket af Rim. Det er vel sandsynligt, at de Spalter, der udviste et saadant Forhold, naaede dybt ned og stod i Forbindelse med Vandet i Borgfjorden; men et lignende Forhold maatte ogsaa kunne komme frem andre Steder, forudsat at Spalten trængte saa dybt ned, at den naaede Is af væsentlig højere Temperatur end Overfladens.

Over en Spalte i Isen fandt vi paa Undersiden af Snelaget, der her ikke var bristet, overordentlig smukt udviklede og store Iskrystaller. Saalænge Snelaget ikke er bristet, maa Betingelserne i Virkeligheden være overordentlig gunstige for Dannelsen af Iskrystaller, fordi Snelaget virker som en stærk Dæmper paa de Forstyrrelser i Kondensationen, som Blæst eller stærke Temperatursvingninger ellers vilde foraarsage. Endnu langt gunstigere maa dog Forholdene stille sig i en Spalte, der ikke naar op til Overfladen af Isen, men danner et spalteformet Hulrum i Bræen. De ikke periodiske Temperaturforandringer i Atmosfæren kan efter vore Erfaringer kun undtagelsesvis spores i Bræens Temperatur i større Dybde end 3 m; der maa derfor i en saadan indre Spalte herske overordentlig konstante Forhold. Paa Grund af den langsomme og jævne Stigning af Temperaturen med Dybden, vil der i Spalten opstaa en ganske svag Luftcirkulation. Den varme, isdampmættede Luft fra Spaltens dybere liggende Dele maa stige tilvejs, afkøles og udskille en Del af sin Isdamp i Spaltens højere liggende Partier.

Som Støtte for den her fremsatte Tanke kan anføres, at der paa Skaktvæggene under Borg efterhaanden udvikledes smukke, blanke Krystallflader.

Ved Dannelsen af en omtrentlig vertikal Spalte og under en mulig paafølgende fortsat Forkastning i Spalten vil en Del Is pulveriseres og styrte ned. Dette vil altid være en medvirkende Aarsag til, at Spalten ikke kan lukke sig straks. I samme Retning vil en af Smeltvand og Sne dannet Isprop i Spaltens øverste Del virke. Endnu langt større Vanskelighed for en Lukning af Spalten vil dog selve Bevægelsen kunne fremkalde, naar Spalten ikke forløber ganske retlinet, men danner Bugtninger (jvf. Gryderne). At Isen i Storstrømmens øvre Lag skulde være saa plastisk, at den i Løbet af kort Tid skulde kunne presses ud i Spalten og paa denne Maade lukke den, er der intet, der tyder paa; tværtimod, de indtil 40 m høje og ofte vertikale Sidevægge i Storstrømmen vilde næppe kunne eksistere i den Form, hvis Isen var i Besiddelse af en saadan Plasticitet. Jeg ser derfor ingen Grund til at tvivle om, at Hulrum, fremkomne i Bræens Indre ved Spaltdannelse, under visse Forhold vil kunne holde sig Aar igennem. Men dermed turde Betingelserne for, at der paa Spaltevæggene ved Kondensation kan dannes et Lag af klar, blærefri Is, være tilstede. Naar Spalten derefter, ligegyldig af hvilken Grund, atter lukker sig, vil der være dannet et Blaabaand med en Søm i Midten.

At der virkelig forekommer udstrakte indre Hulrum, som bestaar i det mindste Maaneder igennem, ved vi fra vore Boringer. Op gennem Borehullerne i Skakten strømmede der ved stærk nordvestlig Vind Luft med en Hastighed, der blev maalt til 1 m i Sekundet. Spalten under Borg maatte altsaa et eller andet Sted staa i Forbindelse med den ydre Luft. Spalter i Sneen fandtes der ikke i Nærheden af Borg. Den nærmeste Gryde laa 300 m fra Borg; Spaltesystemet her, Linien C—D, førte ikke ind mod Borg og var desuden om Vinteren fuldstændig dækket af Sne. Det Punkt, hvor Spalten under Borg mundede ud i Overfladen, maatte derfor

være at søge langt borte. At den gennem Borehullerne opstrømmende Luft førte Rim, tydede endvidere paa, at den kom fra betydelige Dybder, hvor Isen var varmere¹⁾).

Det maa vel efter foranstaaende antages, at Blaa-baand *kan* dannes ved Sublimation, selv om denne Dannelsesmaade kun spiller en underordnet Rolle.

Firnens Sedimentation og Lagdeling. Sneens Omdannelse.

Paa Rejsen tværs over Grønland maatte vi paa hver Teltplads grave en c. 2 m dyb Hestestald. Her ved fik vi daglig Lejlighed til at iagttage Lagdelingen i den allerøverste Del af Firnen. To Gange gravede vi desuden Huller til 6 og 7 m's Dybde. Disse 2 Huller laa i den centrale Del af Grønland med omtrent 100 km indbyrdes Afstand.

Paa Borgjöklen i omtrent 600 m's Højde over Havet befandt vi os endnu i Afsmeltningsomraadet. Stalden maatte hugges ud i Blæreis. Lagdeling sporedes ikke.

Paa Kursbræen i c. 1600 m's Højde o. H. stødte vi, efter at have gravet gennem c. $\frac{1}{2}$ m Sne, paa Is. Denne Is var et Par Centimeter tyk; derefter fulgte et Lag Firnsne paa et Par Decimeter, saa atter et Lag Is paa et Par Centimeter o. s. fr. til Staldens Bund. Her befandt vi os aabenbart i Akkumulationsomraadet. Et Lag Is + et Lag Sne svarede til Akkumulationen i 1

¹⁾ At det nævnte Forhold ikke kunde faa kendelig Indflydelse paa Istemperaturerne, ligger i Luftens ringe Varmekapacitet i Forhold til Isens. For en Forsigtigheds Skyld maalte vi gentagne Gange Temperaturen af den af Borehullerne udstømmende Luft. Den var nøjagtig lig Istemperaturen i Skaktens Bund. Borehullerne var iøvrigt lukkede med en tætsluttende Prop, saa Luften i dem maatte være i Ro, saa-længe Propperne sad i Hullerne. Som en Ejendommelighed kan bemærkes, at den udstømmende Luft lugtede af Ozon.

Aar; Isen var dannet ved Sommerens Smeltning af Sneen.

Ved Kaldbakur, c. 1900 m o. H., fandtes der ligesom paa Kursbræen Lag af Smeltevandsis indlejrede i Firnen; men paa næste Teltplads (27° 29' v. f. Grw.) i 2100 m o. H. traf vi ikke mere Is, og fra nu af stødte vi ikke mere paa Is, før vi atter under Nedstigningen naaede 2100 m's Højde nær den vestlige Rand af Indlandsisen. I langt den største Del af Grønlands Indre finder der altsaa ikke nogen Smeltning af Sneen Sted, saa Omdannelsen fra Sne til Is maa ske ved Sublimation.

Lagdelingen i Sneen i det indre af Grønland er meget fin. Jeg har paa de øverste 1.5 Meter talt ca. 50 forskellige Lag. Med Dybden taber Lagdelingen sig tilsyneladende. Et Forsøg paa at maale hvert enkelt Lags Tykkelse maatte opgives i 3.56 Meters Dybde, fordi Lagene ikke mere kunde holdes ud fra hinanden. At Lagdelingen dog eksisterede i større Dybde fremgik af, at Sneblokkene ofte under Gravningen faldt fra hinanden i Skiver, svarende til en horizontal Lagdeling.

Vægtfylden af Sneen voksede, som venteligt var, med Dybden. Som Eksempel kan anføres følgende Række fra Centralgrønland.

Dybde	Vægtfylde	
0 m	0.30	Etaarig Sne.
1 m	0.32	
2 m	0.33	Fleraarig Firmsne.
3 m	0.35	
4 m	0.37	
5 m	0.41	

Kornstørrelsen voksede ligeledes med Dybden. I Overfladen var Størrelsesordenen af Kornenes Diameter efter et Skøn paa Stedet 0.1 mm (finkornet Fygesne); i 5 à 6 m's Dybde var den 1 mm. Allerede faa Centimeter under Overfladen antog Sneen firnagtig Karakter, uden

at dog derfor Grænsen mellem den étaarige og fleraarige Sne udvidskedes.

I 6 m's Dybde var Firnen saa fast, at man ikke kunde stikke en Pigkæp ned i den og kun med meget Besvær hugge Blokkene løs med en Spade. Sneblokkene begyndte her at faa isagtig Karakter; de gav klirrende Lyd, naar de kastedes mod hinanden. Vil man grave dybere ned end til 7 m, maa man bruge Hakke. Dog var Firnen endnu i 6 m's Dybde saa porøs, at man ikke kunde mærke nogen Modstand, naar man satte Munden til Væggen og pustede ind i den. Det kan derfor antages, at der kan finde Luftcirkulation Sted i Firnen, endog til ret betydelige Dybder, f. Eks. 50 m. Som Aarsager til en Luftcirkulation kunde tænkes de daglige Temperatursvingninger i Firnens øverste Lag samt Ændringer i Lufttrykket. Den daglige Periode i Temperaturen kan efter vore Maalinger næppe spores i større Dybde end 1 m, og kan altsaa kun bevirke Luftcirkulation i dette Lag; derimod maatte Ændringer i Lufttrykket kunne bevirke en ringe Cirkulation i større Dybder — theoretisk lige til de Dybder, hvor Firnen bliver uigennemtrængelig for Luft. En saadan Luftcirkulation vil fremme Sublimationsprocessen; men Hovedaarsagen til Sneens Omdannelse er dog utvivlsomt at søge i den Omstændighed, at Dampligevægtstrykket er forskelligt for smaa og store Krystaller, saa at de store Krystaller »æder« de smaa.

Under Udgravningen af Hestestaldene stødte vi ret ofte paa Lag, i hvilke Sneens Beskaffenhed var paa-faldende løs; man kunde i et saadant Lag uden Vanskelighed stikke en Haand med Skindvante paa ind i Væggen. Sneen i et saadant Lag var naturligvis omkrystalliseret, ligesom i de andre Lag. Den løse Tilstand var derfor ikke noget oprindeligt, der stammede fra Nedbørens Aflejring paa Overfladen, men betegnede et bestemt Stadium i Omkrystallisationen. De smaa Krystaller, der tidligere fandtes i Laget, var fortærede, og

den derved dannede Isdamp havde atter kondenseret sig dels paa Krystallerne i de tilgrænsende Lag, dels paa de større Krystaller i selve Laget. Dettets Modstandskraft overfor Trykket af den overlejlrede Sne formindskes paa denne Maade; tilsidst skrider Laget sammen, hele den overlejlrede Masse synker et lille Stykke, og en tilsvarende Mængde af Luft presses ud af Firnen.

En saadan Sammenskriden af Sneen er velkendt fra Slædekørsel paa snedækket Havis¹⁾, og betegnes der undertiden med Ordet »Suk« paa Grund af den suk-kende Lyd, som Luften frembringer, naar den ved Sammenskridningen presses ud af Sneen.

Paa Indlandsisen var det tilsvarende Fænomen saa almindeligt, at det paa en enkelt Dagsmarsch kunde iagttages mange Gange. Sammenskridningen blev formentlig ofte udløst netop ved Ekspeditionens Vægt. Den ydre Karakter af Fænomenet var paa Indlandsisen dog saa vidt forskellig fra »Sukket«, at vi fandt Anledning til at erstatte denne Betegnelse med Ordet »Firnstød«.

I min Dagbog fra Rejsen har jeg beskrevet det umiddelbare Indtryk af Firnstødet saaledes:

... Det begynder langt borte i Horizonten som en fjern, knitrende Bragen, ikke ulig stærk Geværild. Lyden nærmer sig hurtigt med voksende Styrke, og minder nu mere om en uafbrudt rullende, men svag Tordenbølge. Man føler, at man selv er Maalet for denne Bølge, og maa tage Fornuften fangen, for ikke at gribes af Naturens umiddelbare Mystik.

En kort, hvislende, pibende Lyd af Luft, der presses ud af Jøklen, blander sig i den buldrende Larm, naar Bølgen passerer hen under En. Snelaget, hvor-

¹⁾ Se saaledes KOCH und WEGENER, 1912: Die glaciol. Beob. d. Danm.-Eksp. Medd. om Grønland. Bd. XLVI, p. 16. — Paa Havisen dannes det løse Lag i Sneen vel i Almindelighed umiddelbart over Isen som Følge af den fra Isen opadgaende Varmestrøm.

paa man staar, synker med et pludseligt Sæt nogle faa Centimeter — og Tordenbølgen fortsætter og taber sig, til den endelig forsvinder fjernt ude i den modsatte Horizont.

Der kan ikke være Tvivl om, at Sneen ved saadanne Lejligheder synker over en Strækning paa flere Kvadratkilometer.

Jeg gik med Uret i Haanden og saa, at Lydbølgen, fra jeg først kunde opfatte den, til den atter tabte sig, kunde vare indtil 10 Sekunder.

Hestene blev naturligvis urolige, men syntes dog efterhaanden at vænne sig til Spektaklet. Derimod kunde Hunden ikke overvinde sin Rædsel. Var den bagude ved Slæderne, fór den frem til mig, trykkede sig opad mig eller pressede sig ind mellem mine Ben, uden at ænse de Stød eller Puf, den fik, naar jeg førte Skierne frem. Men var den hos mig, naar den første knitrende Lyd begyndte, saa gik det, alt hvad den kunde strække, tilbage til Slæderne, ind mellem Mederne eller op paa Læsset.

Stakkels Fyr! Den opfattede rent umiddelbart, ganske som vi andre, denne hemmelighedsfulde Buldren som en Trusel, der var rettet netop mod En selv . . .

I en vis Dybde maa man komme til et Lag, der er saa tæt, at det ikke tillader Luften at passere igennem sig. Sammentrykningen af Isen (Firnen) maa da her føre til, at den indespærrede Luft presses sammen. Maaske kan man heri se en Forklaring paa det af os ved Borg iagttagne Fænomen, at den i Blæreisen indsluttede Luft var underkastet et Tryk paa flere Atmosfærer.

Firnomraade og Gletschertunge.

Firnens og Gletschertungens Lagdeling.

Gennem Gletscherforskningen i mildere Himmelstrøg er vi blevet vænnede til at betragte Firnen for sig og Gletschertungen for sig, og det rent uvilkaarlige Total-

indtryk, der danner sig, bliver derfor et Indtryk af 2 væsensforskellige Ting: I Firnen hersker der Akkumulation, Materialet er Sne, Bevægelsen er vertikal, Firnlejet er skaalformet; i Gletschertungen hersker der Ablation, Materialet er Is, Bevægelsen er hovedsagentlig horisontal, Gletscherlejet er trugformet.

I højarktiske Egne har man vanskeligt ved at faa fat paa denne Sondring mellem Firn og Gletschertunge.

Storstrømmen begynder allerede langt indenfor Ymers Nunatak som en Strøm i selve Firnen; først 20—50 km længere nede har den passeret det brede Bælte, der svarer til Firnlinien, og først her begrænses den af isfrit Land paa Siderne.

Borgjöklen, en udpræget »Dalgletscher«, indrammet paa begge Sider af høje Fjeldskrænter, er ca. 75 km lang og ca. 8 km bred. De øverste 20 km ligger i Akkumulationsomraadet; det er Firnen selv, der her danner Gletschertungen; det er Sneen, der ophobes i og bevæger sig frem gennem det trugformede Gletscherleje.

Kursbræen, en ganske lille, næsten rektangulær Gletscher paa Dronning Louises Land, 15 km lang og 2 km bred, er ogsaa en udpræget »Dalgletscher«. Den modtager intet Tilskud fra Indlandsisen eller fra nogen anden Firn. En Sidemoræne i 1200—1400 m's Højde o. H. og Sprækker i Sneen viser, at den udfører Gletscherbevægelse. Overfladen ligger i en Højde af mellem 1700 og 1100 m. Bræen ender paa Land. Gletscherfronten har sin Fod i 800 à 900 m's Højde o. H. Den ene Halvdel af Gletscherfronten dannes af en vertikal Isvæg, den anden Halvdel af en mægtig Snedrive med stærkt skraanende Overflade. Bræen bestaar dels af Sne og dels af Is; den ligger saavel i Akkumulations- som i Ablationsomraadet; den er sin egen Firn.

Theoretisk kan man naturligtvis altid skelne mellem et Akkumulationsomraade, hvor den aarlige Tilførsel af Sne er større end det aarlige Tab ved Smeltning og

Fordampning, og et Ablationsomraade, hvor det omvendte finder Sted; men i Praksis kan det i højarktiske Egne være næsten umuligt at trække en blot nogenlunde rimelig Grænse, fordi de lokale Forhold her faar en saa overvejende stor Indflydelse sammenlignet med mildere Egenes. Vi har paa Kursbræen truffet et Ablationsomraade i 1000—1300 m's Højde, og omvendt har vi i Jøkelbugten, langs Vestsiden af Schnauder Ø (78° 40'—79° Br.), paa selve Havet, truffet et Akkumulationsomraade¹⁾.

I højarktiske Egne udvidskes enhver principiel Forskel mellem Firnomraade og Gletschertunge, maaske alene med Undtagelse af den rent geometriske.

Spørgsmaalet om, hvorvidt der eksisterer en Aarsagsforbindelse mellem Firnens og Gletschertungens Lagdeling, har ofte været Genstand for Diskussion i Gletscherlitteraturen.

Vi har set, at der i Storstrømmens Sidevæg mod Daniel Bruuns Land findes en udpræget Lagdeling, som kan følges et Stykke ind over Bræen i de store Blaabandsystemer. I 1908 fandt vi en ligesaa veludviklet Lagdeling højere oppe i Bræen i Sidevæggene ved Sælsøen²⁾, Kap Bellevue²⁾ og Ymers Nunatak²⁾, henholdsvis 40 km, 50 km og 85 km oppe i Bræen, regnet fra Stejlvæggen mod Borgfjorden. Den lagdelte Is ved Ymers Nunatak ligger paa Grænsen af Firnomraadet eller i det mindste saa nær ved Firnomraadet, at man med god Grund kan antage, at den stammer herfra.

I Storstrømmen har vi at gøre med en »Dalgletscher«, men ogsaa i de ganske korte Brætunger, hvis Bredde er flere Gange større end deres Længde, træffer man en tilsvarende Lagdeling; ja, selv paa Steder, hvor man overhovedet ikke kan tale om nogen Brætunge, men kun om en Rand af Indlandsisen, kan Lagdelingen

¹⁾ KOCH und WEGENER, 1912: Die glaciol. Beobacht. d. Danm.-Eksp.; Medd. om Grønland. Bd. XLVI, p. 15—16.

²⁾ Ibid., Fig. 16, 23 og 36—43.

have samme Karakter. Ved Jensens Nunatakker (Syd-vest-Grønland, 62° 50' Br.) blev en lignende Lagdeling iagttaget 30—40 km indenfor nærmeste Rand af Indlandsisen¹⁾. I Randen af Vatna Jökull har jeg ligeledes set en saadan Lagdeling paa et Sted, hvor der ingen Brætunge fandtes. Jeg ser da heller ingen Grund til at antage, at Firnens og Gletschertungens Lagdeling skulde være principielt forskellige. Lagene er dels identiske, dels er nye Lag opstaaet i Gletschertungen paa samme Maade som i Firnen, nemlig ved Bevægelsen. Der er med andre Ord heller ikke paa dette Punkt nogen Forskel mellem Firnomraade og Gletschertunge.

De nu isfri Dele af Dronning Louises Land og Yderkysten har tidligere været skjult under Indlandsisen paa enkelte særlig høje Partier og Toppe nær. Det er ganske lærerigt at prøve paa at opkonstruere Isbevægelsen paa en ganske bestemt Lokalitet, f. Eks. Borgjöklen, under Forudsætning af en ny Nedisning af Landet.

Antager vi, at Nedbøren over Nordgrønland forøges, vil Indlandsisen — i hvert Fald i Randzonerne — vokse i Mægtighed. Borgjöklen, der nu ligger dybt nede i en stor Kløft med stejle, nogle Hundrede Meter høje Gnejs-skrænter, vil udfylde Kløften, og samtidig vil de omgivende Dele af Dronning Louises Land skjules under en Firn i relativ Ro, som i stærkt afdæmpet Form afspejler Landets Relief, og i hvis Overflade Borgjöklen vil præsentere sig som en særlig Strøm med veludviklet Spaltesystem.

Gaar vi endnu videre og yderligere forøger Nedbøren, vil Firnen paa Dronning Louises Land vokse, og samtidig vil den faa direkte Tilførsel fra den store Indlandsis, der nu formaar at overskride den Barriere, som den 2000—2500 m høje, vestlige Del af Dronning Louises Land danner. Firnen har nu en udpræget Bevægelse mod Øst ned over det som Helhed jævnt skraanende Dronning

¹⁾ J. A. D. JENSEN, 1879: Eksped. til Sydgrønland i 1878; Medd. om Grønland. Bd. I., Tavle IV.

Louises Land; dens Overflade er en næsten jævn Sneflade. Spaltesystemet i Borgjöklen formaar ikke længere at naa op til Overfladen, og Jøklens Eksistens antydes kun ved en svag Sænkning i Firnens Overflade.

Gaar vi endnu et Skridt videre, forsvinder ogsaa denne Sænkning; Firnen over Dronning Louises Land viser en fuldstændig regelmæssig Flade, saadan som man nu træffer den i det indre af Grønland; men Borgjöklen har uanfægtet heraf bevaret sit bugtede Løb i Kløften, medens Firnen glider retlinet hen over den.

Mellem Sct. Vitus Bjærg og Himmerlandshede har Borgjöklen, der nu ligger flere Hundrede Meter dybt under Indlandsisen, Retning mod Sydøst, medens Indlandsisen fra Sct. Vitus Bjærg med østlig Retning gaar ud over den. Der vil derved i den horizontale Grænseflade mellem Borgjöklen og den overlejlrede Indlandsis opstaa en betydelig Friktion, der næppe bliver mindre ved den Omstændighed, at Indlandsisen i sin Bund fører Sten og Grus fra Sct. Vitus Bjærg ud over Borgjöklen. Den Spænding, der opstaa i Grænsebæltet, maa, i Overensstemmelse med vore Iagttagelser af Spaltdannelsen i Storstrømmen, skabe Forkastningsflader, der her maa være omtrent horizontale. Gabende Spalter vil næppe kunne eksistere — Vægten af Indlandsisen vil lukke dem — og Friktionen af Forkastningsfladerne imod hinanden vil derfor kunne bevirke en Pulverisering og partiel Smeltning, hvorved Luften fra Blærerne kan faa Lejlighed til dels at undslippe i mulige Sprækker, dels at vandre opefter i den halvsmeltede Is. At Forhold, som de her antagne, maa føre til Dannelse af et Lag i Isen med indlejret Morænemateriale, forekommer mig ganske naturligt. — Spændingen i Grænsebæltet maa imidlertid forplante sig baade opad og nedad, saa der opstaaer ikke en enkelt, men et System af horizontale Forkastningsflader¹⁾ (Fig. 14). Indlejringen

¹⁾ Gruppevis Ordning af Lag og Blaabaand har jeg set flere Steder, f. Eks. i Storstrømmen ved Ymers Nunatak og ved Kap Aage Bertelsen.

af Morænemateriale i de dannede Lag er derfor ikke noget uundgaaeligt; der maa ogsaa kunne opstaa Lag, der hverken indeholder Luft eller Smuds.

Den forskellige Bevægelsesretning, som Borgjöklen og Indlandsisen i det opstillede Tilfælde har, er ikke nogen nødvendig Betingelse for Dannelsen af en saa-

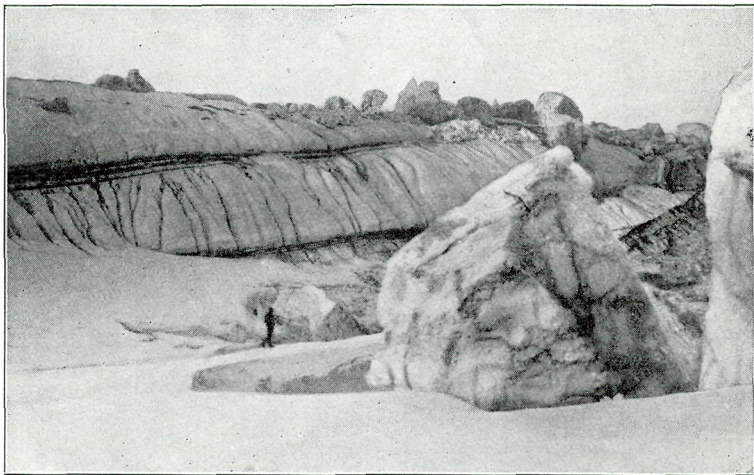


Fig. 14. Gruppevis Anordning af Blaabaand (Lagdeling) i Storstrømmen ved Ymers Nunatak. (Koch og Wegener 1908).

dan Lagdeling; tværtimod, det komplicerer kun Sagen. En Terrasse i Undergrunden vil kunne skabe horizontale Lag, der er Glideflader; en Sidedal til Gletscherlejet eller blot en lokal Udvidelse af dette vil kunne skabe skraatstillede eller vertikale Lag¹⁾. Jeg skal dog ikke her komme nærmere ind paa dette. Jeg har kun med Tankeexperimentet villet henlede Opmærksomheden paa:

1) at der i de dybere liggende Dele af Indlandsisen

¹⁾ Jvf. den grafiske Fremstilling paa »Karte 2« af Blaabaandenes Forløb paa Karajakbæen i DRYGALSKI's oftere citerede Værk.

maa forekomme en Lagdeling frembragt ved Isens Bevægelse og Grundens Relief, samt

2) at vi paa Bunden af Indlandsisen maa tænke os Gletscherbevægelse af »Gletschertunger« ligesaavel som i Indlandsisens Periferi. De dybeste Dele af Indlandsisen maa have Temperaturer, der ikke ligger langt fra Smeltepunktet; de vil derfor endnu lettere end Periferiens Gletschertunger kunne tilpasse sig efter Reliefet.

Vi har gennem de foregaaende Betragtninger set, at der ikke er Grund til at antage nogen principiel Forskel mellem Lagdelingen i Gletschertungen og i Indlandsisens dybeste Dele. Spørgsmaalet om en Aarsagsforbindelse mellem Lagdelingen i Firnens allerøverste Lag og Gletschertungens Lagdeling (Blaabaandstruktur), eller — hvad der er det samme — Spørgsmaalet om, hvorvidt Lagdelingen i Indlandsisens dybeste Dele skulde kunne sættes i Forbindelse med Sneens Lagdeling nær Overfladen, har dermed for en Del tabt sin Betydning. Man kunde imidlertid godt tænke sig, at Lagdelingen ved Bunden passede sig ind i en der allerede eksisterende Lagdeling, der stammede fra Sedimentationen og Omkrystallisationen i de øverste Lag.

Vi har set, at Firnen bevarede en Lagdeling lige til de Dybder, vi formaaede at trænge ned til, 5: til 7 Meter. Men heraf at slutte, at Sneen og Isen i Grønlands Indre er lagdelt lige til Bunds, vilde næppe være berettiget. Den 30 m høje Brævæg, D—E, mod Borgfjorden viste ikke noget synligt Spor af en Lagdeling, som kunde svare til Firnens, og heller ikke i Skaktvæggen under Borg kunde vi — bortset fra det tidligere omtalte lille Blaabaand — se en Antydning af Lagdeling. Nu maa det erindres, at Lagdelingen i Firnen tabte sig for Øjet allerede i faa Meters Dybde, men alligevel med Sikkerhed kunde konstateres under Gravningen. Det vilde herefter heller ikke kunne ventes, at man i Gletschertungen skulde kunne se en saadan Lagdeling,

selv om den fremdeles var tilstede¹⁾. Der er imidlertid Ejendommeligheder i Blæreisen, der kunde tyde paa, at Firnens Lagdeling endnu eksisterer i Gletschertungen, f. Eks. den ulige Lethed, hvormed Blæreisen spalter i forskellige Retninger. Den parallelle Ordning af Brudflader paa et Par Steder af den knuste Is i Brævæggen A—D (Fig. 9), peger i samme Retning. Brudfladerne var her ordnede omtrent, som man maatte tænke sig Blaabaand i denne Del af Bræen, d: det er rimeligt at antage, at de paagældende Brudflader svarer til tidligere horizontale Lag.

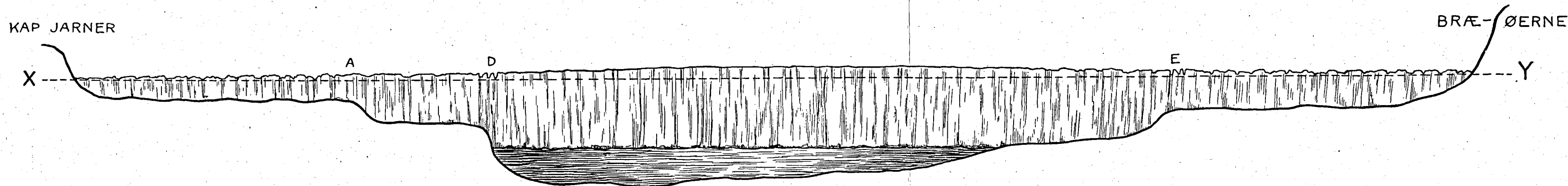
Spørgsmaalet om Sedimentationens Betydning for Blaabaandstrukturen maa vel herefter staa aabent.

Efter at foranstaaende Artikel var gaaet i Trykken, har Professor H. PHILIPP i »Geologische Rundschau«, Bd. V., Heft 3, publiceret en lille Afhandling: »Untersuchungen über Gletscherstruktur und Gletscherbewegung«, hvori han paa Grundlag af Isstudier fra Spitzbergen gør sig til Talsmand for en ganske lignende Opfattelse af Isens Bevægelse som den, jeg foran har fremsat.

Trykt Juli 1914.

¹⁾ Paa Vatna Jökull, hvor Overfladen om Efteraaret kan være dækket af et tyndt Lag Støv, udskilt af den af Vulkanstøv opfyldte Luft, er Forholdet et andet. Vulkanstøvet danner her »Aarringe«, som jeg i Spalter i Firnen langt inde paa Højjøklen har kunnet følge til 20 à 30 m's Dybde. Disse Støvlag har jeg imidlertid ikke lagt Mærke til i de islandske Gletschertunger; men det skulde ikke undre mig, om de kunde findes.

IDEALT PROFIL AF STORSTRØMMENS FRONT MELLEM KAP JARNER OG BRÆØERNE.



X---Y = HAVETS OVERFLADE.

