

ÜBERSICHT DER GEOLOGIE DES LULE ÄLF

VON

A. HAMBERG

EXCURSIONS: A4, A5



Stockholm. P. A. Norstedt & Söner 1910.

Übersicht der Geologie des Lule älf.¹

Von

AXEL HAMBERG.

Inhalt.

Einleitung.

Die Gebiete der supramarinen Bildungen.

Das Gebiet der Wasserfälle des Stora Lule älf. — Das Gebiet der Stromschnellen des Stora Lule älf. — Schluchten glazialer Nebenflüsse. — Das Gebiet der Stromschnellen und Wasserfälle des Lilla Lule älf.

Die Gebiete der marinen Ablagerungen.

Die fluvioglazialen Terrassen am Supatjselet. — Das Gebiet der spätglazialen und postglazialen Fjordsedimente. — Der untere Flusslauf.

Einleitung.

Der Lule älf gehört zu den grössten Flüssen des nördlichen Skandinaviens. Sein Entwässerungsgebiet hat eine Länge in NW--SO von 350 *km* und senkrecht dazu eine grösste Breite von etwa 112 *km*. Das ganze Stromgebiet hat eine Area von 25120 *km*². Die mittlere Wassermenge wird zu 325 *m*³ p. Sek. geschätzt.

Der Lule älf in engerem Sinne entsteht durch Zusammenfluss zweier ebenbürtiger Quellflüsse, des Stora Lule älf

¹ Eine etwas ausführlichere Darstellung desselben Gegenstandes findet sich in AXEL HAMBERG: Öfersikt af Lule älf's geologi. Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. N:o 202. Stockholm 1906.

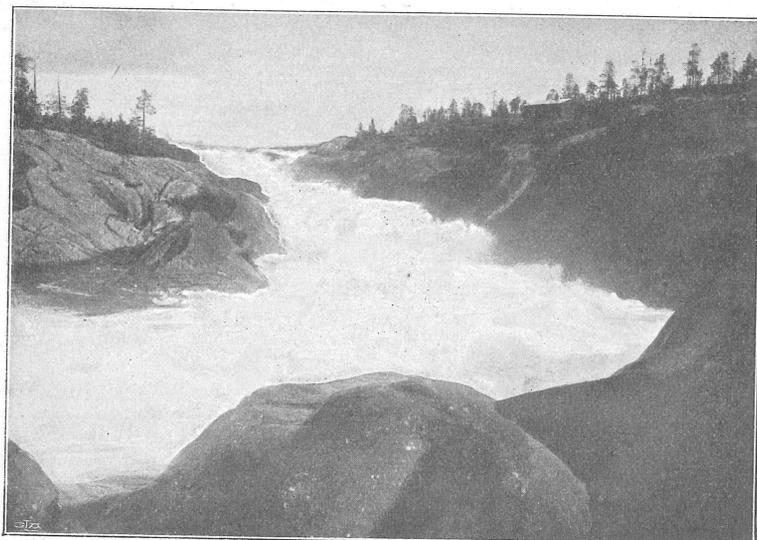
(Grossen Lule-Fluss) und des Lilla Lule älf (Kleinen Lule-Fluss). Beide entspringen aus langen Ketten von Seen, die von einander durch Stromschnellen, Wasserfälle oder kürzere Flüsse getrennt sind. Der Wasserlauf des Stora Lule älf hat seinen äussersten Anfang an der norwegischen Grenze zwischen dem Sulitelma und dem Frostisen in Norwegen. Der Lilla Lule älf bekommt den grössten Teil seiner Wassermenge aus dem vierzig bis achtzig *km* östlich von der norwegischen Grenze gelegenen niederschlagsreichen Sarekgebirge, wohin er ein ausgedehntes Netzwerk von Quellflüssen und Bächen entsendet.

Die Seenketten des Stora Lule älf und des Lilla Lule älf sind überwiegend von einförmigem Moränenboden umgeben. Fester Felsen kommt hauptsächlich in den Wasserfällen vor, z. B. in dem Stora Sjöfallet, das von einem roten, wahrscheinlich silurischen Sandstein gebildet wird, der weit unten längs des Flusslaufes in losen Blöcken angetroffen wird. Geschichtete Sandablagerungen kommen an diesen Seen nur selten vor. Dies ist besonders an den Seen des Stora Lule älf der Fall, wovon ich nur eine einzige bedeutendere Sandbildung kenne, nämlich am Parelukte. In den zu dem Stromlauf des Lilla Lule älf gehörigen Seen Skalka, Randijaur und Purkijaur werden dagegen recht beträchtliche »Rullstensåsar« angetroffen. Die Sandablagerungen stammen aus der Abschmelzungsperiode des Inlandeises her. Da lagen in den Tälern noch grosse Eismassen, unter denen mächtige Wassermassen hervorströmten, die vor dem Eisrand Steine und Sand ablagerten. Diese Ablagerungen sind gut geschichtet, wenn sie sich in Seen absetzten, und haben oft eine ebene Oberfläche, die offenbar etwa der Höhe der damaligen Wasseroberfläche entspricht. Sie sind dann als Randterrassen zu bezeichnen. Die Insel Tallholmen im Purkijaur ist eine solche, die etwa 5 *m* über die jetzige Seeoberfläche emporragt.

Die Gebiete der supramarinen Bildungen.

Das Gebiet der Wasserfälle des Stora Lule älf.

Der Stora Lule älf hat bei seinem Ausfluss aus dem Stora Lule vatten eine Höhe von 370 *m* über dem Meere. Etwa dieselben Naturverhältnisse wie an der darüberliegenden Seenkette umgeben den Fluss anfangs. Bei Porjos ändern sich aber diese, und festes Gestein tritt in der Umgebung des



Verf. phot. 9. Aug. 1904.

Fig. 1. Der obere Teil des Harspränget oder Njåmmelsaska.

Flusses in den Vordergrund. Hier fängt deshalb ein Gebiet der Katarakte an. Dieses dauert eine Strecke von etwa 230 *km* lang, worauf Moränenboden wieder ganz überwiegend auftritt.

Durch die fraglichen Katarakte senkt sich der Fluss um 215 *m*. Diese Senkung ist auf eine Menge verschiedener Absätze verteilt. Gleich südlich von dem Gehöft Porjos fängt eine Reihe von Wasserfällen an, die die Porjoskatarakte genannt werden können, unter denen drei besonders ausgeprägt

sind, die von N nach S gerechnet die lappischen Namen Tjeureskårtje, Ruoutekårtje und Porjoskårtje tragen. Durch die Porjoskatarakte senkt sich der Fluss um 51 *m* auf 2 *km* Distanz.

Der bedeutendste Wasserfall der Gegend und überhaupt im ganzen Lule älf ist aber der Njåmmelsaska (schwed.: Harsprånget; deutsch: der Hasensprung). Der Njåmmelsaska oder Harsprånget (Fig. 1) ist wegen seiner Schönheit weltberühmt. Der ganze Stora Lule älf stürzt sich einen steilen Felsenabhang herunter, wo die ganze Wassermenge in Schaum aufgelöst wird, und setzt dann in einer engen (10—30 *m* breiten) zwei-

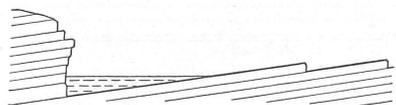


Fig. 2. Von der NW schwach geneigten bankförmigen Gesteinsabsonderung verursachter, asymmetrischer Querschnitt der Flussrinne.

mal fast rechtwinklig gebogenen Kluft seinen Lauf fort. Durch den Hauptfall des Harsprånget tritt eine Senkung von 27 *m* auf 370 *m* Distanz ein.

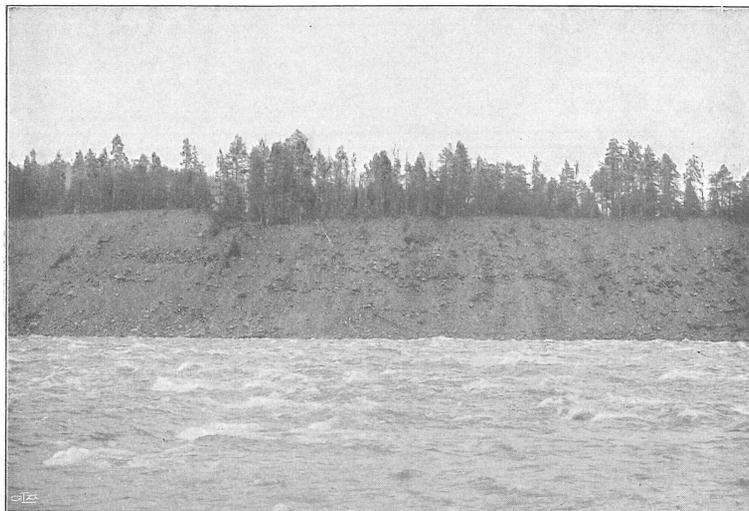
Für die Morphologie des Falles ist die Gesteinsverklüftung von Gewicht, die auf zwei Systeme bezogen werden kann, das eine ungefähr 20°O, das andere ungefähr 70°W geneigt.

Südlich vom Harsprånget tritt eine gegen NW schwach geneigte bankförmige Absonderung neben zwei etwa vertikalen Verklüftungen ein. Erstere verursacht eine häufige und ausgeprägte Asymmetrie des Querschnittes des Flusses in der betreffenden Gegend (Fig. 2).

Die Gesteine des Gebietes sind teils rote, meistens feinkörnige und granulitische Granite, häufig von einer charakteristischen lachsroten Farbe, teils auch feinkörnige oder grobflaserige Gneisse mit häufig steil aufgerichteter Parallelstruktur.

Das Gebiet der Stromschnellen des Stora Lule älf.

Südlich vom südlichsten Katarakt, dem Liggakuoika, sind die Ufer des Flusses wiederum aus Moränen aufgebaut, welches Verhalten bis Messaure andauert. Das Moränenmaterial ist reich an grossen Steinen, die der Fluss nur bei steiler Neigung hat mittransportieren können. Der Stromlauf hat deshalb eine nicht unbedeutende Neigung beibehalten, der Strom ist sehr reissend, stellenweise schäumend und nur für



Verf. phot. 9. Aug. 1904.

Fig. 3. In sandige Moräne eingeschnittene Terrasse bei Kaskajerem am Stora Lule älf.

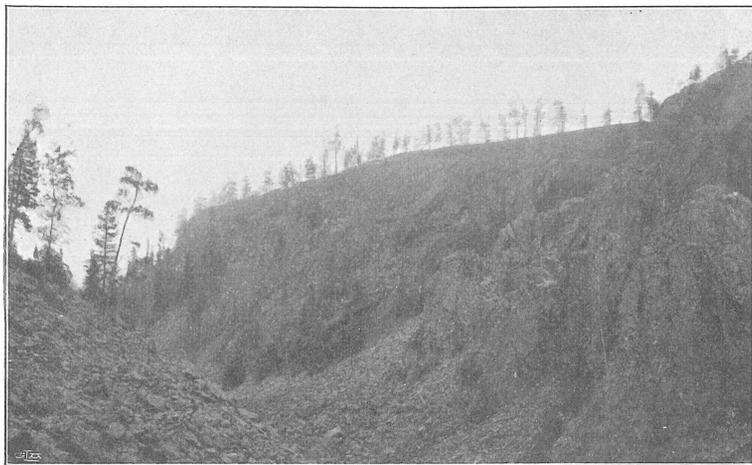
sehr geübte und geschickte Leute mit Kahn passierbar. Er senkt sich auf der beinahe 30 *km* langen Strecke um ungefähr 80 *m*.

Trotz des groben Materials hat sich der Fluss jedoch in dasselbe beträchtlich eingesenkt und dabei sein Bett verschoben, so dass meist an beiden Ufern ausgeprägte Terrassen entstanden sind, deren Höhe bei Ligga z. B. etwa 5 *m* beträgt. Weiter unten wird das Material sandiger, die Terrassen werden höher, und mehrere liegen über einander. Bei dem

Turakuoika liegt eine Terrassenebene 7.5 *m*, eine andere 16 *m* über dem Flusse. Bei Kaskajerim (Fig. 3) erhebt sich eine Terrasse bis auf 21 *m*, aber noch höhere kommen vor.

Schluchten glazialer Nebenflüsse.

Das Tal des Stora Lule älf hat in dem obenerwähnten Gebiet der Stromschnellen kräftige glaziale Nebenflüsse aus einem NO vom Tale liegenden Inlandeisrest gehabt, die eine ganze Reihe von Schluchten in den verhältnismässig steilen



Verf. phot. 26. Aug. 1909.

Fig. 4. Der Måskoskårså, eine jetzt trockene fluvioglaziale Flussrinne.

Abhang auf der Nordseite des Flusses eingeschnitten haben. Das südlichste dieser Täler ist der Nietsakårså, das nördlichste der Mudduskårså. Beide enthalten kleine Bäche, deren Wassermengen aber in keinem richtigen Verhältnis zu den riesigen Dimensionen der Täler stehen. Zwischen diesen beiden in einem Abstand von 11 *km* von einander befindlichen Schluchten kommen etwa zehn ähnliche Bildungen vor, unter denen die meisten aber jetzt kein Wasser führen. Der grösste von ihnen scheint der Måskoskårså (Fig. 4) zu sein. Der Boden der Schlucht liegt da über 80 *m* unter der darüber

liegenden Ebene, ist aber mit Blöcken aus den umgebenden steilen Wänden bedeckt, so dass der Boden im festen Gestein beträchtlich tiefer liegen muss.

Nach einer von SVENONIUS ausgesprochenen Vermutung wären die Schluchten durch sukzessives Rückschreiten des Eisrandes nach einander gebildet. Jedenfalls müssen sie aus der Eiszeit herrühren und da auf der darüberliegenden Ebene keine Spuren von Flussrinnen — wenigstens nicht am Måskoskårså — sichtbar sind, dürften die glazialen Flüsse, die die Schluchten ausgegraben, wohl von Eiswänden in irgend einer Weise gelenkt worden sein.

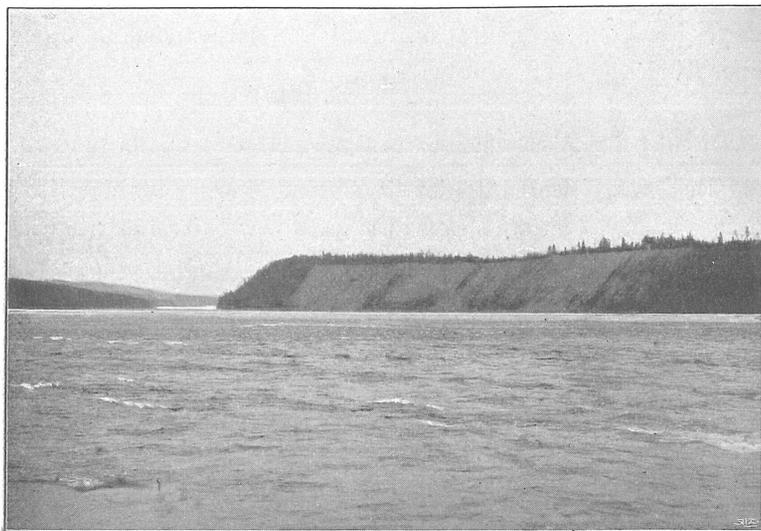
Das Gebiet der Stromschnellen und Wasserfälle des Lilla Lule älf.

Der Lilla Lule älf ist bedeutend kürzer als der Stora Lule älf, die Neigung des Flusslaufes etwa dieselbe wie beim letzteren. Ersterer ist ganz überwiegend von Moränen umgeben und entbehrt eines so ausgeprägten Kataraktengebietes, wie es der Stora Lule älf zwischen Porjos und Ligga hat. Ein Seitenstück zu diesem Gebiet wären vielleicht die Akatj-fälle, wo der Lilla Lule älf in einer Granitrinne dahinbraut und sich dabei auf 1.5 *km* um 15 *m* senkt. Sonst kommen nur einzelne, wenig bedeutende und kurze Wasserfälle vor. Dagegen sind die von grosse Blöcke enthaltendem Moränenboden verursachten Stromschnellen sehr zahlreich, hier und da von kleineren Strecken mit ruhigerem Wasser unterbrochen. Dass sich der Fluss aber auch in die blockreiche Moräne eingeschnitten hat, beweisen die ihn umgebenden Terrassen, die mitunter 2 oder 3 über einander liegen, von denen jede eine Höhe von höchstens 5 *m* hat. Das Gebiet der Stromschnellen im Lilla Lule älf endigt ungefähr bei Paijerim.

Die Gebiete der marinen Ablagerungen.

Eine kurze Strecke unterhalb Messaure erweitert sich der Fluss am Supatjelet beträchtlich und nimmt damit auch ein

ganz anderes Gepräge an (Fig. 5). Die düsteren, von dichten Wäldern bewachsenen, für den Wanderer sehr lästigen Moränterrassen werden durch lachende, aus geschichtetem Sand gebaute Terrassen ersetzt. Von hier an bis nach Svartlå, etwa 75 km oberhalb der Mündung, fiesst der Fluss durch Ablagerungen, die in einem Fjord abgesetzt wurden, der bis hierher reichte. Unterhalb Svartlå waren Schären oder offenes Meer.



Verf. phot. 9. Aug. 1904.

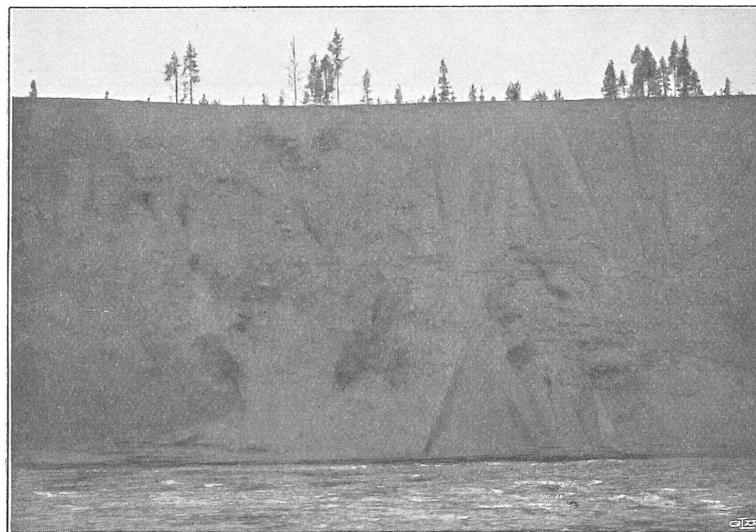
Fig. 5. Etwa 50 m hohe, fluvioglaziale Randterrasse bei Kallakmelle am Supatjselet im Stora Lule älf.

Bekanntlich lag Skandinavien am Ende der Eiszeit beträchtlich niedriger als jetzt. Die Senkung ist in verschiedenen Gebieten verschieden gewesen. In den Schären von Ångermanland war die Senkung am grössten und betrug 280 m, am unteren Lauf des Lule älf scheint sie etwa 220 m betragen zu haben. Im Laufe der Abschmelzung des Inlandeises erhob sich das Land allmählich, als ob die Last des Eises es früher niedergedrückt hätte — was übrigens wahrscheinlich ist. Indem der Eisrand sich von Hednoret bis

Supatjselet zurückzog, erhob sich das Land wahrscheinlich etwa 70—80 m. Am letztgenannten Ort dürfte die marine Grenze in etwa 140 m Höhe liegen. Während des fortgehenden Abschmelzens und auch danach fuhr die Hebung fort und dauert noch gegenwärtig mit ungefähr 1 m im Jahrhundert an der Küste an.

Die fluvioglazialen Terrassen am Supatjselet.

Der Supatjselet wird an der westlichen Seite von einer ungefähr 52 m hohen Terrasse begrenzt (Fig. 5). Diese ist



Verf. phot. 9. Aug. 1904.

Fig. 6. Die mit Treibeisblöcken gespickte, etwa 50 m hohe, fluvioglaziale Randterrasse bei Kallakmelle am Supatjselet im Stora Lule älf.

oben vollkommen eben und hat eine Breite von 300 m. Sie besteht aus grobem, geschichtetem Sand, in dem grosse Blöcke porphyrisch eingestreut liegen (Fig. 6). Die Blöcke können nichts anderes als Treibeisblöcke sein. Am innersten Ende dieses Fjords muss also ein Arm des Inlandeises gemündet haben, von dem Eisberge sich losgelöst, die auf der Fahrt abwärts Moränenblöcke verloren haben. Die Ebenheit der

Terrasse und der Umstand, dass der Sand an den nebenliegenden Moränenhügeln nicht höher geht, beweist, dass die Terrassenoberfläche bis nahe zu der damaligen Wasseroberfläche hinaufsteigt. Der etwa 60 *m* tiefe Fjord wurde also mit Sand beinahe vollständig ausgefüllt. Alle Spuren einer späteren Erosion fehlen auf der Terrassenoberfläche, wahr-



Verf. phot. 10. Aug. 1904.

Fig. 7. Treibeisblöcke enthaltende, fluvioglaziale Sandablagerung, SW von der Ansiedlung Supatjselet am Stora Lule älf.

scheinlich wegen der Wasserdurchlässigkeit des Sandes. Die Abwesenheit einer beträchtlichen Erosion wird auch dadurch bewiesen, dass, wenn die Terrasse von dem Fluss erodiert wäre, sich an der Oberfläche Blöcke hätten konzentrieren müssen. Solche fehlen aber dort.

Auf der östlichen Seite des Supatjselet treten dieselben Sandablagerungen auf, in die höhere Terrasse ist dort aber eine niedrigere eingeschnitten. Die ganze Ablagerung erstreckt

sich hier bis 600 *m* vom Flusse. Die Breite des Fjords war also etwa 1 *km* und die Höhe des Wasserstandes ungefähr 145 *m* über der jetzigen Meeresoberfläche. Etwas südlicher findet sich auch am westlichen Ufer eine bedeutend niedrigere Terrasse (Fig. 7). Wahrscheinlich wurde der Fjord hier nicht bis zur Wasseroberfläche gefüllt.

Das Gebiet der spätglazialen und postglazialen Fjordsedimente.

Im Stora Lule älf folgt südlich vom Supatjselet eine etwa 5 *km* lange, in Moräne ausgegrabene Stromschnelle Kuoukaforsen, dann erweitert sich wiederum der Fluss zwischen Terrassen von feinem Sand. Hier fängt nun eine Formation an, die eine Strecke von etwa 60 *km* weit verfolgt werden kann und als die für den Fluss und seine Umgebungen bedeutsamste der quartären Bildungen zu bezeichnen ist. Von hier ab fangen die Bauerngewese am Fluss viel häufiger zu werden an.

Die fragliche Formation besteht ganz überwiegend aus einem geschichteten feinkörnigen Sande von einer Korngrösse, die zwischen 0.2 und 0.01 *mm* liegt. So feiner Sand wird hier in Schweden Mo oder Mjåla genannt. Wir wählen den ersteren Namen. Der Mo ist sehr homogen und bildet allein 20–30 *m* mächtige Terrassen. Er enthält *keine Steine* und muss deshalb abgelagert sein, nachdem das Inlandeis sich auf das trockene Land zurückgezogen hatte. Selten enthält der Mo dünne Schichten von Limonit. Häufig geht er durch Wechsellagerung nach unten in Lehm über. Ob Mo oder Lehm in einem Terrassendurchschnitt vorhanden ist, kann schon aus der Entfernung aus der Neigung des Abhangs beurteilt werden. Der Mo trocknet nämlich wegen seiner geringeren Kapillarität an der Oberfläche leicht aus, fließt dann leicht herunter und bildet deshalb nicht steilere Böschung als 35°. Der Lehm trocknet nicht so leicht, behält selbst in trockenem Zustand eine bedeutende Festigkeit und kann deshalb vertikale Wände bilden. Aus der Steilheit

des Durchschnitts, und auch aus der Farbe, kann man also beurteilen, ob Mo oder Lehm vorliegt. (Fig. 8.)

Einige Proben von dem Lehm sind auf mikroskopische Organismen untersucht worden. Eine Probe aus dem obersten Teil des Gebietes enthielt fast nur spärliche Süßwasserdiatomeen. Eine andere Probe aus Edefors enthielt eine sehr artenreiche Mischung von jetzt in Lappland lebenden Diatomeen, typischen Anzylus-Diatomeen und einigen Brackwasser-Diatomeen. Ferner Pollen von Kiefer (*Pinus silvestris*) und Spongiennadeln. Von Gefäßpflanzen sind auch Reste in

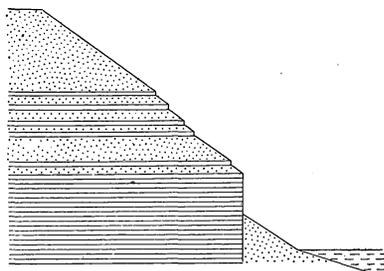


Fig. 8. Die vertikalen Querschnitte des Lehmes und die geneigten des Mo.

Torfrändern beobachtet, die aber dadurch eingeschlossen sind, dass eine Pflanzendecke durch Dünen sand überdeckt worden ist. Diese Pflanzenreste dürften also viel jünger sein als die ursprüngliche Sedimentation des Mo.

Sowohl wegen der organischen Reste als wegen der Abwesenheit von Treibeisblöcken muss man annehmen, dass die fragliche Sedimentformation aus einer Zeit her stammt, wo das Inlandeis den Fjord verlassen hatte. Die innersten und untersten Teile der Formation sind die ältesten, und diese dürften sicherlich gebildet worden sein, während noch grosse Reste des Inlandeises im Inneren des Landes lagen. Die glazialen Ströme, die damals durch die Täler des Stora Lule älf und des Lilla Lule älf flossen, waren immer noch stark schlammführend, konnten aber selbstverständlich keine Felsblöcke

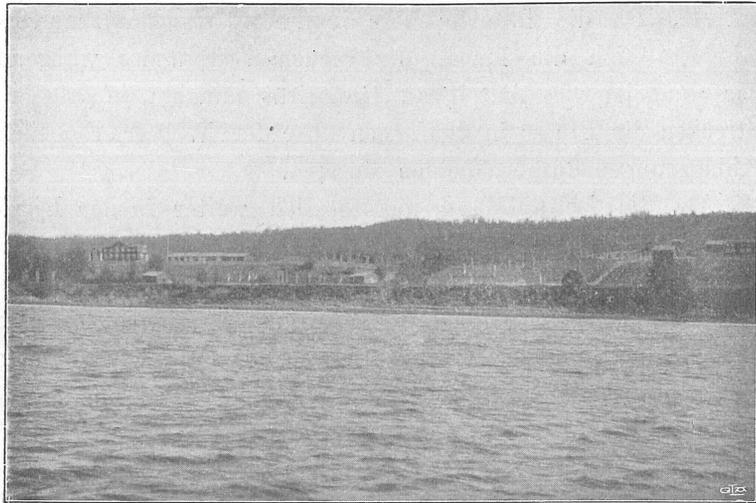
mitnehmen. Der Sand schlug sich in der Nähe der Flussmündungen nieder, feinerer Schlamm wurde weiter in den Fjord hinaus transportiert und bildete Lehmschichten. Das ganze Land befand sich aber in Hebung, und die Flussmündung rückte deshalb immer weiter vorwärts. Die innersten Ablagerungen erhoben sich dabei über die Wasserfläche, und die Flüsse schnitten sich darin Betten aus. Der Schlammgehalt der Flüsse an ihren Mündungen bestand deshalb nicht nur aus neuem glazialen Schlamm, sondern auch aus umgelagertem. Da die Inlandeisreste immerfort abschmolzen, verminderte sich die Menge des »neuen« Schlammes, während der »umgelagerte« Anteil an Quantität zunahm, je grössere Strecken die Flüsse in den schon über dem Wasser erhobenen Ablagerungen durchschneiden mussten.

Da die Deltabildung unaufhörlich weiter in den Fjord hinaus wanderte, während das Land sich gleichzeitig hob, so muss die jetzige, in jedem Querschnitt des Flusses befindliche Maximalhöhe der postglazialen Sedimentformation sich gegen das Meer hin senken. Dies ist auch der Fall, wie folgende Beobachtungen der fraglichen Maximalhöhe beweisen.

Ort.	Abstand von Hednoret.	Höhe über dem Meere.	Höhe über dem Fluss.
Paijerim	90 km	160 m	63 m
Avaudden	82	140	65
Storbacken	75	107	61
Löfberget gegenüber Framnäs . .	68	99	53
Sundsnäs	66	76	30
Storsand W-Seite	62	94	49
» O-Seite	62	68	23
Kluså	44	48	26

Diese Bestimmungen sind nur mit einem Aneroidbarometer flüchtig gemacht und machen keinen Anspruch auf Genauigkeit, besonders da die Profile sehr unregelmässig sind und der höchste Teil des Sedimentes vielleicht weggespült ist. Indessen zeigen die Bestimmungen unzweideutig, dass die Sedimentgrenze sich stark gegen die Flussmündung senkt.

Diese hauptsächlich aus Mo bestehende Deltabildung hätte wahrscheinlich eine ebene Oberfläche gehabt, wenn sie nicht von einem mächtigen Fluss durchzogen wäre. Denn je nachdem das Sediment sich über die Wasseroberfläche erhob, fing der Fluss seine zerstörende Arbeit an demselben an. Als noch Eisreste im Inlande lagen, war der Fluss wasserreich und schnitt sich schnell tief ein. Die Sedimentdecke war an mehreren Stellen sehr breit, und der Fluss konnte deshalb auf



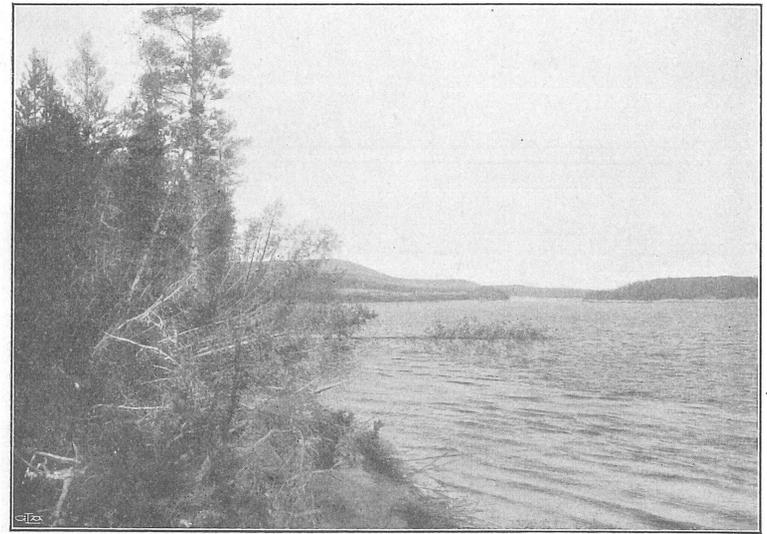
Verf. phot. 1. Sept. 1905.

Fig. 9. Bjessanden, ein Bauerngewese auf Terrassenebenen am Lule älf.

ihrer Oberfläche weit hin und her schlängeln. Dadurch entstanden die Terrassen, die jetzt bei einer Fahrt auf den nord-schwedischen Flüssen die Aufmerksamkeit in so hohem Masse auf sich ziehen (Fig. 9). Diese Terrassen sind der hauptsächlichliche Sitz der Landwirtschaft. Weil das Sediment im oberen Teil des Gebietes mächtiger ist, schnitt sich der Fluss daselbst tiefer ein als weiter unten.

Die Form und Tiefe der Flussrinne war aber nicht ausschliesslich von dem feinen, leicht weggeschwemmten Mo abhängig, sondern die älteren Ablagerungen spielen auch eine

Rolle. Unter dem Mo kommt, wie schon erwähnt, im allgemeinen Lehm. Älter als dieser ist glazialer Sand und Rullstensgrus, der seinerseits auf der Moräne oder dem Grundgebirge ruht. Wenn nun der Fluss bei dem hin- und herschlängelnden Einschneiden in die Moablagung auf blockreichen Rullstensgrus, Moräne oder festen Felsen stiess, so wurde weiteres Einschneiden gehindert oder wenigstens bedeutend gehemmt. Lagen die hindernden Massen an der einen

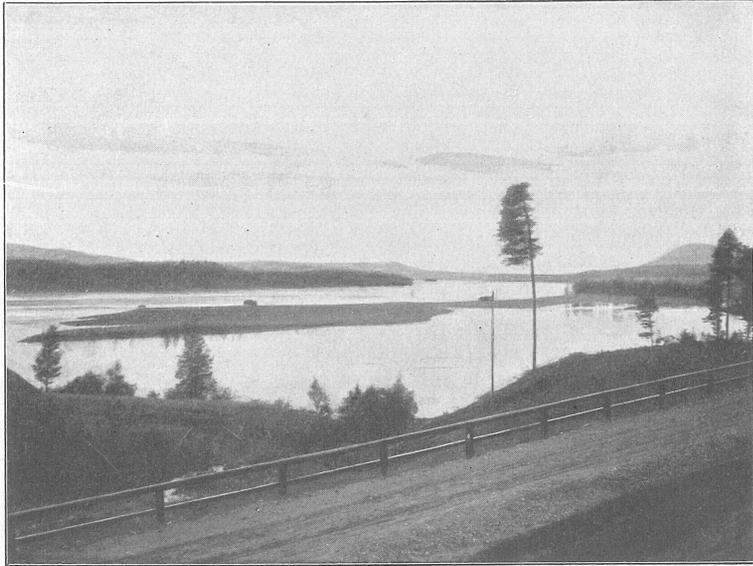


Verf. phot. 1. Sept. 1905.

Fig. 10. Ufererosion am Lule älf zwischen Kluså und Harads.

Seite des Flussbettes, so suchte sich der Fluss einen Weg längs der Neigung derselben, und sie kamen dadurch an dem einen Flussufer zum Vorschein. Hier und da treten auch Rullstensgrus, Moräne und ausnahmsweise feste Felsen durch die postglazialen Ablagerungen hervor. Wo ein ganzer Riegel solchen Materials das Tal überquerte, entstand eine Stromschnelle. Auf der ganzen Strecke zwischen Kuouka und Harads, wo die Moterrassen vorzugsweise vorkommen, finden sich aber nur bei Wuollerim und Edefors Stromschnellen.

Im allgemeinen sieht man von der Unterlage des Mo nichts, und der Fluss hat deshalb ein genügend breites Bett ausschneiden können, um ein ruhiges Dahinfließen der Wassermassen zu gestatten. Kleine Dampfer können deshalb den Fluss auf der 75 km langen Strecke zwischen Hednoret und Storbacken befahren mit Ausnahme der 2.5 km langen Stromschnelle bei Edefors. Trotz der Breite des Bettes schlängelt



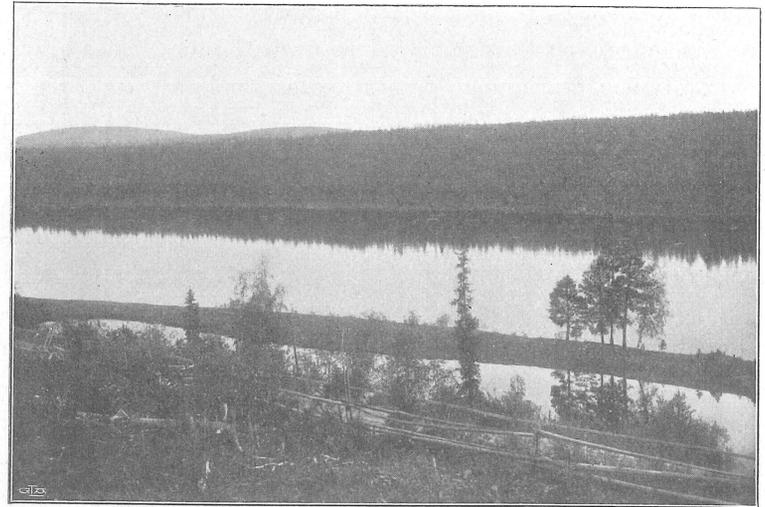
Verf. phot. 18. Aug. 1904.

Fig. 11. »Nehrung» und »Haff» bei Avaudden am Stora Lule älf.

sich jedoch der Fluss hin und her zwischen den meist ziemlich hohen Moterrassen. Wo der Stromstrich ihnen nahe kommt, da werden sie untergraben, der oben liegende Mo rutscht herunter, und die auf ihm wachsende Vegetation bleibt entweder auf dem Abhang hängen (Fig. 10) oder rutscht mit in den Fluss hinab. In dieser Weise kommen immer neue Querschnitte durch den Mo und vielleicht auch durch den Lehm zum Vorschein. An dem entgegengesetzten Ufer tritt dagegen häufig die Bildung einer Untiefe auf. Eine gewisse

Serpentinenbildung wird dadurch entwickelt, wird aber nie so ausgeprägt, dass sie sich in beträchtlicheren Krümmungen des Tales kundgibt.

Die Breite des Flusses im Verhältnis zur Wassermenge ist an einigen Stellen so gross, dass Untiefen mitten im Strome sich gebildet haben. Das ist der Fall bei Storsand. In der Nähe von Harads finden sich zwei grosse Inseln, Öskatan und Haradsön, im Flusse. Ihre Höhen sind 3–4 m



Verf. phot. 16. Juni 1903.

Fig. 12. Schmale Nehrung am Lule älf bei Andevikudden gegenüber Storbacken.

über dem Mittelwasserstand. Offenbar sind sie ehemalige Untiefen aus einer Zeit, wo der Wasserstand entsprechend höher war. Jetzt werden sie an ihren oberen Enden stark erodiert, während an den unteren Akkumulation im Stromschatten der Inseln stattfindet. An den Buchten, die nicht zu nahe den Stromstrichen liegen, entstehen Ufersporen, die zu Nehrungen anwachsen können. Solche findet man schön entwickelt bei Avaudden (Fig. 11), Andevikudden (Fig. 12) und Finskudden.

Dass die obengenannten Inseln und andere Bildungen jetzt so hoch über der Flussoberfläche liegen, beruht auf der Erosion in den unten liegenden Stromschnellen, Porsiforsen, Edeforsen und Hedens forsar, die hauptsächlich aus blockreichen Moränen bestehen, in denen das feine Material weggespült ist. Trotz der bedeutenden Grösse einer grossen Zahl der zurückgebliebenen Blöcke scheinen sich diese jedoch in einem längeren Zeitraum merkbar zu bewegen, wahrscheinlich weil kleinere umliegende Blöcke bei der Flut in Bewegung gesetzt werden.

Wegen dieser Bewegung selbst der grössten Blöcke bildet das Moränenmaterial nie Wasserfälle, sondern nur Stromschnellen (schwed.: forsar), deren Neigung selten 1:100 übersteigt.

Der Fjord, von dem wir oben gesprochen haben, hatte an dem jetzigen Nebenfluss des Lule älf, dem Görjeå, einen Nebenfjord, in den ebenfalls glaziale Bäche mündeten und Schlamm absetzten. Diese Schlammablagerungen, die gleichfalls die Eigenschaft des Mo haben, werden von dem kleinen Gjørjeå in endlosen Serpentina durchschnitten. Sonst entbehren alle die grösseren Nebenflüsse, wie der Langnäsån, der Bodträskån und der Svartlåälfven, die für den Hauptfluss so charakteristischen Moterrassen und fliessen hauptsächlich durch Moränen.

Der untere Flusslauf.

Die Ablagerungen des Mo, die für den mittleren Lauf des Flusses so charakteristisch sind, können südlich von Harads nicht weiter im Zusammenhang verfolgt werden. Überhaupt ändert der Fluss daselbst sein Gepräge in hohem Masse. Die Flussufer haben nun nicht mehr den Charakter einer besonderen geologischen Fazies wie im Gebiet des Mo, sondern werden den Umgebungen ähnlich.

Der Ursachen zu dieser Veränderung dürfte es mehrere geben. Der glaziale Fjord, der bis Paijerim am Lilla Lule

elf und bis Messaure am Stora Lule elf eindrang, war oberhalb Edefors schmal und ausgeprägt, wurde aber weiter südlich sehr breit. Bei Svartlå, 13 km südlich von Harads, setzte das nur von wenigen Inseln unterbrochene offene Meer ein. Da konnte das Sediment nicht mehr wie im engen Fjord zusammengehalten werden. Und als die Mündung des glazialen Flusses bis Harads vorgerückt war, waren gewiss die Eis-



Verf. phot. 28. Juli 1905.

Fig. 13. Eine in Moablagerung eingeschnittene Serpentine des Görjeå.

reste im Inlande so abgeschmolzen, dass keine bedeutenderen Schlammengen von ihnen in den Lule älf kamen.

Die Ufer werden in diesem unteren Teil des Flusses überwiegend von den gewöhnlichen glazialen Ablagerungen aufgebaut, nämlich von Moränen, fluvio-glazialen Kies und Sand (= Rullstensgrus), sowie Bänderton. Hierzu kommen postglazialer Sand, Mo, Lehm und Ton. Gewisse Funde deuten auf eine Hebung des Landes zwischen den älteren und jüngeren Bildungen, sind jedoch noch wenig studiert.

Einige Proben der älteren und jüngeren Tone sind hinsichtlich ihrer mikroskopischen organischen Reste untersucht worden. Die Bändertone enthalten Diatomeen, die für die Anzylus-Lager im Ostseegebiet bezeichnend sind. Darunter kommen solche charakteristischen Leitfossilien wie *Eunotia Clevei* GRUN. und *Diploneis Domblittensis* GRUN. vor. Ferner werden Pollenkörner von Kiefer, Spongiennadeln usw. gefunden. Hinsichtlich der organischen Reste schliessen sich diese Tone den im Mogegebiet genommenen Proben sehr eng an. Diese Tone wurden zu einer Zeit gebildet, wo der vorher erwähnte Fjord sowohl in seinen innersten Teilen als an seiner Mündung Süsswasser enthielt und zwar nach der Einwanderung der Kiefer, aber vor derjenigen der Fichte.

Die Proben der jüngeren Tone enthalten mehrere Salzwasserdiatomeen, wie *Coscinodiscus asteromphalus* (EHB.) GRUN., *C. radiatus* EHB., *C. excentricus* EHB., *Diocladia mitra* BAIL., *Paralia sulcata* (EHB.) CL., *Rhabdonema arcuatum* (C. AG.) KÜTZ., ferner das Silicoflagellat *Dictyocha Fibula* EHB. und Pollen sowohl von Kiefer als von Fichte. Diese Fossilien gehören dem Litorinameere an, das das Ostseegebiet in postglazialer Zeit ausfüllte.

Die Flussterrassen in diesem untersten Gebiete sind meist niedrig, die Umgebungen sehr flach und bieten nichts von dem landschaftlichen Reiz, den das Moterrassengebiet in so hohem Masse besitzt. Dafür kann aber die Landwirtschaft sich über viel grössere Areale ausbreiten als im Gebiete der schmalen Fjordablagerungen.
