

12. Einige fluvioglaziale Erosionsrinnen im nördlichsten Schweden.

Von

Bertil Högbom.

(Hierzu Pl. IX.)

In der meistens flachen und einförmigen Waldlandschaft des südlichen Torne Lappmark bilden alte Flussbetten, trockene Felsenschluchten und Cañons einen auffallenden morphologischen Zug. Unter diesen, im Verhältnis zu der Topographie im allgemeinen inkonsequent verlaufenden Erosionsrinnen sind die kleineren, meistens nur in den Moränenböschungen ausmodellierten Strombetten wohl die gewöhnlichsten. Das allgemeine Vorkommen ähnlicher glazimarginaler Stromfurchen in entsprechenden Gegenden im nördlichen Finnland ist neulich von V. TANNER¹ besonders hervorgehoben worden. Von solchen kleineren Rinnen zu den grösseren Felsenravinen und grossartigen Cañontälern giebt es alle Übergänge. Die topographischen Karten geben schon eine Vorstellung von der Frequenz dieser Bildungen, indem Ortsnamen, die auf »Kursu« ausgehen, allgemein zu finden sind. »Kursu« (finnisch) ist nämlich eine Benennung, die morphologisch ganz dieselbe Bedeutung hat wie »Cañon«.

In den meisten Fällen ist es schon auf dem ersten Blick hin klar, dass postglaziale Erosion bei der Entstehung dieser doch offenbar sehr jungen Talbildungen nicht in Frage kommen kann. Ihr oft inkonsequenter Verlauf, wie auch ihre in anderen Hinsichten eigentümliche Ausbildung zeugen, wie unten näher dargelegt wird, davon, dass sie durch fluvioglaziale Erosion entstanden sein müssen. Da es wohl keine schöneren Beispiele dafür giebt, welchen Umfang fluvioglaziale Erosion hat erreichen können, hat der Verfasser im letzten Sommer gelegentlich diesen Erscheinungen Aufmerksamkeit gewidmet. Für eine eingehendere Untersuchung

¹ V. TANNER: Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Helsingfors 1914.

und Kartierung habe ich dabei den Isokursu bei Masugnsbyn ausgewählt, da dieser Cañon mehrere interessante Züge aufweist, die für die Arbeitsmethoden der fluvioglazialen Erosion wie für die Verhältnisse beim Abschmelzen des Landeises überhaupt charakteristisch zu sein scheinen.

Der Isokursu.

Bis dort, wo der kleine Bach Rautajoki an der Mühle in Masugnsbyn in den eigentlichen Isokursu herunterfließt, hat sein Lauf in dem breiten



Fig. 1. Die »Pillari«, querlaufende, auserodierte Pegmatitgänge im Tale des Rautajoki, oberhalb des Isokursu.

offenen Tal zwischen den Bergen Tarrilainen und Palovara nichts besonders Eigentümliches aufzuweisen. Erst an der Mündung dieses Tales, einige hundert Meter oberhalb der Mühle, sind die ersten deutlichen Spuren abnormer Erosion zu entdecken. Die Bachrinne wird hier von ein paar unmittelbar nach einander folgenden, querlaufenden Pegmatitbänken gesperrt, die aus den umgebenden weicheren Glimmerschiefern herauspräpariert sind und 5–10 m über den jetzigen Talboden emporragen (siehe die Karte, Pl. IX und Fig. 1). Sie werden von der Ortsbevölkerung die »Katzengoldsäulen« oder kürzer »Pillari« (Säulen) genannt.

Ein paar hundert Meter weiter abwärts folgt danach noch eine durchgeschnittene Talsperre, die hier von überquerenden, steil aufgerichteten Bänken aus Grundgebirgsdolomit gebildet wird, durch welche ein etwa 100 m langer und 10 m tiefer Cañon auserodiert ist. Der Bach fließt hier zwischen steilen, unregelmässigen Felsausprägungen und bildet dabei auch einige Kolkseen.

Die Entstehung dieser Bildungen lässt sich nicht durch normale Erosion in dem flach geneigten Talboden erklären, sondern es lassen sich schon hier deutlich die Spuren abnormer Erosion erkennen. Die Bildung



Fig. 2. Der Isokursu in der Nähe der Provinzgrenze.

des kleinen Cañons mit seinen Kolkseen und hervorragenden Felszacken und die Herauspräparierung der »Pillari« muss durch von oben herabstürzende Wassermassen erfolgt sein, in ähnlicher Weise wie Riesentöpfe in flachem Felsenboden durch Schmelzwasserströme ausgedreht werden könnten, die durch Schluchten in dem Landeis oder vom Eisrande herabstürzten.

Oberhalb der Mühle hat der Rautajoki nur sehr schwachen Fall, aber hier, wo er sich einen Weg in den eigentlichen Isokursu hinab sucht, wird sein Lauf steiler, und wo er 2 Kilometer weiter abwärts aus dem Cañon herauskommt, hat er sich etwa 60 m erniedrigt. Schon an seinem oberen Ende schneidet der Isokursu als eine scharfe Schlucht durch die flache freigespülte Felsenlandschaft bei der Mühle und den alten Eisen-

gruben und geht in östlicher Richtung fort, wo er etwa bei der Provinzgrenze den ziemlich markierten Absatz gegen die niedrigen Waldebene der Tändöbifurkation durchspaltet und hier seine grösste Tiefe, etwa 55 m, erreicht (Fig. 2).

Es ist offenbar ausgeschlossen, dass der Rautajoki, der nur bei besonders guter Wasserführung die kleine Mühle des Dorfes zu treiben vermag, mit der Bildung dieses gewaltigen Felsentales etwas zu tun haben kann. Im übrigen zeigt schon der allgemeine Verlauf des Cañons, dass hier nicht ein Beispiel normaler Flusserosion vorliegen kann, denn er läuft nicht in Übereinstimmung mit der allgemeinen Böschung des Bodens, sondern durchquert die Gebirgsabhänge in schräger Richtung.

Schon oberhalb der Mühle, bei den Dolomitbänken, ist wahrscheinlich die Neigung des Felsbodens, wenn eine etwa 5 m mächtige Moränenbedeckung abgerechnet wird, nicht gegen Osten, sondern gegen Norden. Ein normal verlaufender Strom würde hier eine nördliche Richtung eingeschlagen haben, und etwa in der Nähe des Pärrocañons (siehe die Karte) sich einen Weg nach dem etwa 50 m tiefer liegenden Talboden des Vuostijoki gesucht haben, der jetzt erst ein paar Kilometer weiter abwärts von dem Rautajoki erreicht wird.

Weit deutlicher tritt der anomale Verlauf des Rautajoki weiter unten hervor, etwa in der Nähe der Provinzgrenze. Anstatt eine östliche Richtung würde hier eine nordöstliche mit den Terrainverhältnissen in Übereinstimmung stehen. Die Böschung des Felsgrundes ist hier etwa von dem kleinen Cañon an der Landstrasse angegeben.

In seinem oberen Teil läuft der Isokursu in einer Länge von etwa 1 Kilometer hauptsächlich dem Streichen des Gesteinsgrundes entlang und folgt dabei einigermaßen dem Kontakt zwischen dem Grundgebirgsdolomit auf der rechten und dem Granit auf der linken Seite, welche Gesteine das Nebengestein der Eisenerzzone ausmachen, an deren südlichem Ende die alten Gruben angelegt sind. Weiter unten durchschneidet der Cañon einen roten, dichten, meistens ein wenig gepressten Granit. Das Fallen der Gesteinslager und die Bankung des Granites ist steil gegen Südwest, was sich darin abspiegelt, dass die rechte Cañonwand im allgemeinen, besonders innerhalb des Granitgebietes, steiler ist als die linke.

Fig. 3 zeigt einige Querprofile durch den Isokursu, aus welchen hervorgeht, dass die Cañonwände meistens ziemlich zertrümmert sind, und bedeutende Talusakkumulationen füllen die unteren Teile der Rinne aus. Besonders wo der Cañon am tiefsten ist, wird aber die rechte Seite von steilen Felswänden flankiert. Im allgemeinen ist die Felswand zerrissen und uneben mit hervorspringenden Zacken, und die Frostsprengung ist hier fortwährend kräftig wirksam, Trümmer stürzen dann und wann herab, und nur ein spärlicher Tannenwald hat die Talusböschungen in Besitz nehmen können. In der Talsohle des Isokursu tritt nur ausnahmsweise der Felsgrund zutage und dann meistens nur als Schwellen und hervorspringende Ecken, im übrigen ist der Talboden von alluvialen Ablagerungen ausge-

füllt und dadurch partiell ziemlich breit und flach geworden. Es ist aber klar, dass, wenn der Cañon von solchen sekundären Ausfüllungen frei wäre, er Reihen von kleinen Kolkseen aufweisen würde.

Die vielleicht interessantesten Zeugnisse anomaler Erosion bilden zwei schlauchförmige Seitencañons, die beide blind ganz am Rande des Isokursu beginnen, um nach bogenförmigem Verlauf einige hundert Meter abwärts in denselben zu münden (siehe die Karte). Der obere von diesen, an der linken Seite des Hauptcañons, ist etwa 15 m tief und mündet hängend 15 m oberhalb des Talbodens in den Isokursu (siehe das Querprofil, Fig. 3). Diese Nebenschlucht ist ungefähr 200 m lang und endet oben

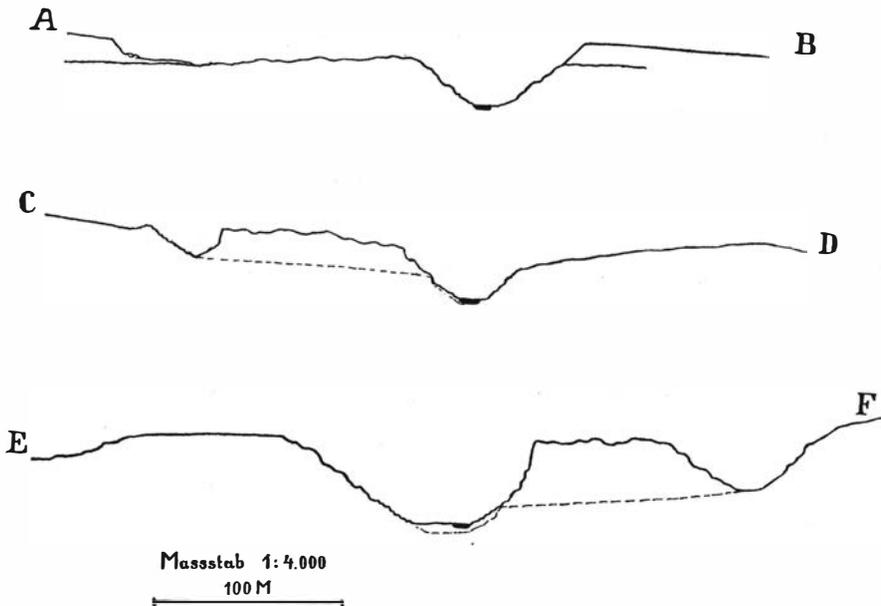


Fig. 3. Querprofile durch den Isokursu. Vergl. die Karte. Die punktierten Linien geben die Talsohlen der Nebencañons wieder.

gabelförmig verzweigt unweit des Isokursu mit zwei blinden Schläuchen, die offenbar zertrümmerte tote Fälle darstellen.

Der untere, grössere Seitencañon ist nicht weniger als 500 m lang und 30–40 m tief und mündet hängend etwa 10 m oberhalb des Talbodens in den Isokursu. Auch dieser endet oben blind mit einem durch steile Felsenwände und einem kleinen Kolksee markierten toten Fall. Dieser liegt so dicht an dem Rande des Isokursu, dass nur eine teilweise zertrümmerte Felsenwand zurückgelassen worden ist. Es mag erwähnt werden, dass der Isokursu hier eine markierte Erweiterung aufweist, deren Sohle zu einem flachen Boden ausgefüllt und ganz unten durch vorspringende Felsenschwellen verengt ist.

Diese eigentümlichen, blind endenden Seitencañons dürften als unwidersprechliche Beweise dafür anzusehen sein, dass die Erosion durch von oben herunterstürzendes Wasser muss bewirkt worden sein.

In der Nähe des Isokursu ist die Moränenbedeckung im allgemeinen nur unbedeutend. Stellenweise, besonders an der rechten Seite des Cañons, findet man Spuren fluviatiler Wirksamkeit auch in den Böschungen oberhalb des eigentlichen Cañonrandes, indem Streifen von grossen Moränenblöcken freigespült sind. Entlang der linken Seite des oberen Nebencañons ist sogar ein etwa 2 m hoher Blockwall aufgeworfen worden.

Grosse Partien des Gebirgsgrundes in der Nähe des Isokursu sind völlig freigespült, so z. B. in den Böschungen gegen Norden gleich unterhalb der Provinzgrenze, wo übrigens auch eine kleine Felsenrinne auserodiert ist. Zwischen den beiden Seitencañons und dem Isokursu ist auch der Felsengrund blossgelegt. Näher der Mündung des unteren Nebencañons sind die Felsen zu einem Gewirre von phantastischen Felsenruinen



Fig. 4. Das durchschnittene Moränenplateau am oberen Ende des Isokursu.

und Schluchten zertrümmert, das erodierende Wasser hat hier offenbar seinen Angriffspunkt nicht ganz bestimmen können. Es mag erwähnt werden, dass eben in der Mündung dieses Seitencañons in der Sohle, die hier blossgelegt ist, einige riesentopfartige Ausdrehungen vorhanden sind. Dass im übrigen Riesentöpfe nicht zu finden sind, ist kaum überraschend, die Felsensohle dieser Cañons ist sehr selten blossgelegt, und der stark zerklüftete Gesteinsgrund eignet sich übrigens nicht für die Entstehung solcher Bildungen, oder es hat der Frost eine leichte Arbeit gehabt, sie zu verwischen.

Nahe der Mündung des grossen Cañons, an dessen linker Seite, findet man auch eine zertrümmerte Felsenlandschaft wieder. Der ziemlich niedrige Talabhang ist hier von bis 10 m hohen Felstrümmern und Klippen flankiert.

In der Umgebung des oberen Endes des Isokursu ist der Felsgrund teilweise von den Resten einer plateauartigen, etwa 10 m mächtigen Akkumulation fluvioglazialen Materiales, oder wenigstens teilweise sortier-

ten Moränenmaterials bedeckt. In der Nähe der Mühle und der Gruben ist diese Decke wegerodiert (Fig. 3), an der linken Seite des Rautajoki bis zu einer Breite von etwa 200 m. Hier sind entlang dem Fusse des steil erodierten Plateaurandes Ansammlungen von grossen Blöcken freigespült. Auf der rechten Seite des Baches springt eine zurückgebliebene Plateauecke bis dicht an den Cañonrand hervor (Fig. 4). Andere zurückgebliebene Reste derselben Akkumulationen findet man weiter aufwärts wieder, wo sie aber in mehreren Absätzen und Ebenen auserodiert sind, und wo eine Anzahl mehr oder weniger deutlicher Strombetten verschiedener Generationen sich erkennen lassen (siehe die Karte).



Fig. 5. Der Pärrocañon bei Masugnsbyn.

Schliesslich verdient ein nördlicher gelegenes reingspültes Felsengebiet erwähnt zu werden; auf der Karte ist nur die südöstlichste Partie dieses Gebietes zu sehen. Auch hier giebt es ein Cañon, der etwa 10 m tief ist und Granitgrund durchschneidet, der Pärrokursu, dessen rechter, steiler Abhang in gewaltige Felsblöcke zersprengt ist (Fig. 5).

In gewissem Grade scheint der Isokursu gleichsam eine Fortsetzung der Oslandschaft zu bilden, die in einer Länge von beinahe 2 Meilen gegen Nordwesten verfolgt werden kann. In der flachen Landschaft vor der Mündung des Isokursu sind die Spuren fluvioglazialer Tätigkeit, wie zu erwarten, allgemein und über grosse Flächen hin zu finden. In den weitausegedehnten fluvioglazialen Schottermassen kommen hier und da auch alte Strombetten vor.

Aus der oben gegebenen Beschreibung des Isokursu geht ziemlich deutlich hervor, dass keine normale Erosion, weder post- noch präglazial, die Entstehung dieser Bildungen erklären kann. Dies ist schon durch den anomalen Verlauf des Cañons im Verhältnis zu der Böschung des Terrains ausgeschlossen, so wie auch durch das Vorkommen der »Pillari«, durch die eigentümlichen, blind endenden Nebencañons und durch die zer-spülten Felsenpartien an dem Cañonrande. Sonst scheint es auf den ersten Blick hin nicht undenkbar, dass früher der Kalix Älf infolge Eis- oder Moränenstauung von der ein wenig höher gelegenen Parakka Kurve hierhinüber sich einen Weg gesucht hätte. Doch fehlen im übrigen in dem flachen Landgebiet zwischen dieser und dem Isokursu alle Spuren eines solchen älteren Flussverlaufs. Die postglaziale Erosion des Rautajoki kann auch ausser Betracht gelassen werden, diese hat nicht einmal die Felsenschwellen in der Talsohle beseitigen können.

Betreffs fluvioglazialer Erosion kennt man, besonders durch die Untersuchungen TANNERS (a. a. O.), zahlreiche Beispiele von inkonsekvent verlaufenden Erosionsrinnen, die durch marginale Schmelzwasserströme entstanden sind, welche zwischen dem Eisrande und den Gebirgsböschungen dahingeströmt haben. Solche Rinnen treten gern in Serien auf, mehr oder weniger parallel angeordnet, und sie sind, wenigstens in Felsengrund, selten kräftig entwickelt, da während der Eisrezession das Wasser immer neue Läufe zu nehmen hatte. Dass der Isokursu in ähnlicher Weise entstanden wäre, ist schon dadurch ausgeschlossen, dass die Böschung des Bodens nicht gegen den Eisrand, sondern von demselben ab, nach Nordosten, gerichtet ist.

Durch subglazial fließende Schmelzwasserströme sind diese Cañonbildungen gleichfalls nicht zu erklären. Eine kräftige Erosionsarbeit kann wohl in dieser Weise geleistet werden, da das Wasser unter starkem Druck steht und Block- und Steinmaterial reichlich vorhanden ist. Auch können natürlich solche Ströme mehr oder weniger unabhängig von den Böschungsverhältnissen des Bodens ihren Lauf nehmen. Die Entstehung der blind endenden Seitencañons wie auch der »Pillari« usw. wäre dabei aber gleich unerklärlich.

Wie schon oben bemerkt, lässt sich überhaupt dieser Cañonkomplex nicht ohne die Annahme herabstürzender Wassermassen erklären. Oberflächlich ab rinnende Schmelzwasserströme müssen an dem Eisrande eine kräftige Erosion leisten können. Wenn auch, wie wahrscheinlich der Fall ist, der Eisrand nicht ganz steil gewesen ist, so dürften doch solche Ströme an dem langen Abhang des Eises und dank der geringen Friktion eine grosse Geschwindigkeit erreicht haben. Bei der Rezession des Eises wird dabei die Erosionsarbeit allmählich rückwärts verschoben, und dabei entstehende Erosionsrinnen können dann einen gegen die Topographie anomalen Verlauf nehmen, da die Läufe solcher Ströme nur durch die Verhältnisse an der Oberfläche des Landeises bestimmt werden.

Es liesse sich auch denken, dass oberflächliche Schmelzwasserströme

durch Spalten in dem Landeis herunterstürzen könnten. Dass dies aber hier nicht der Fall gewesen ist, dafür spricht der Umstand, dass nicht nur der Isokursu, sondern auch seine Nebencañons nicht später von Moränenmaterial ausgefüllt wurden, und dass bedeutende Partien des Felsgrundes ringsum reingspült sind.

In der Gegenwart giebt es wohl nirgends ganz entsprechende Verhältnisse wie bei der Abschmelzung des Landeises, das einer durchgehends sehr kräftigen Abschmelzung ausgesetzt war. Oberflächliche Schmelzwasserströme sind aber auch von gegenwärtigen Landeisen bekannt, der Verfasser hat auch auf Spitsbergen auf zurzeit sich zurückziehenden, toten Gletschern solche gesehen.

In den Wintern waren wahrscheinlich diese Schmelzwasserströme versiegt, und ihre Läufe nicht längere Zeiten hindurch konstant, besonders ist es zu erwarten, dass sie an dem geneigten Abhang des Eisrandes ziemlich unbeständig waren und sich auch gelegentlich verzweigen konnten, wie es bei dem Isokursu der Fall gewesen sein muss. In dieser Weise sind z. B. die Seitencañons zu erklären, auch sprechen dafür die reingspülten, teilweise zerschnittenen Felsengelände an den Seiten des Cañons. Wo die Nebencañons enden, hat die Erosionsarbeit plötzlich aufgehört, und besonders bei dem unteren von ihnen scheint es, als ob der Hauptstrom den seitlich abgezweigten Strom aufgenommen hätte, da der Isokursu hier, wie schon erwähnt, eine deutliche Erweiterung zeigt.

Dass die Seitenschluchten, besonders die untere, bis zu ihrem inneren Ende hin, etwa dieselbe Tiefe halten, zeigt, dass die Erosion, wie auch zu erwarten ist, eigentlich nur dicht an dem Eisrande und nicht weiter stromabwärts gearbeitet hat. Dass die seitlichen Cañons hängend sind, beruht wohl hauptsächlich auf der Wasserführung der verschiedenen Ströme, auch dürfte wohl der Hauptcañon später ein wenig übervertieft worden sein.

Diese Cañonbildungen geben eine Vorstellung davon, wie ungeheuer kräftig die fluvioglaziale Erosion wirken konnte, besonders in Anbetracht der doch ziemlich raschen Rezession des Eises, die hier wahrscheinlich 30—100 m betrug. Dies um so mehr, als hier nicht von irgendwie besonders grossen Wassermengen die Rede sein kann; so war z. B. der Hauptcañon offenbar nie mit Wasser ganz gefüllt, denn die Seitencañons müssten dann mit alluvialem Material mehr oder weniger angefüllt sein, was aber nicht der Fall ist.

In dem Masse, wie die Eisrezession fortging und der Eisrand sich dem jetzigen Mühlenplatz näherte, nahm offenbar die Wassermenge ab, und die Erosion wurde immer schwächer. Wahrscheinlich hatte das Wasser sich neue Läufe gesucht, davon legen z. B. der Pärrocañon und die weiten, freingspülten Felsenböden in seiner Nähe Zeugnis ab. Auch ist es möglich, dass die Eisabschmelzung langsamer wurde, dafür könnten die bedeutenden Schottermassen an dem oberen Ende des Isokursu sprechen. Jedenfalls war die Schmelzwassermenge jedoch fortdauernd genügend, um diese Ablagerungen zu durchschneiden und an denselben hier und

da zufällige Stromrinnen zu erodieren. Der kleine Cañon in den Dolomittfelsen wie auch die »Pillari« sind die letzten Spuren im Felsenrund, die zu finden sind.

Die Osbildungen, die ein paar Kilometer oberhalb des Isokursu beginnen und beinahe 2 Meilen nach Nordwest hin verfolgt werden können, sind Zeugnisse eines subglazialen Flusses, der gewissermassen den früheren oberflächlichen Schmelzwasserströmen nachgefolgt zu sein scheint.

Andere Beispiele fluvioglazialer Erosion in der Gegend.

In diesem Zusammenhang verdient eine Anzahl anderer Cañonbildungen in angrenzenden Gegenden erwähnt zu werden, ohne dass damit ein vollständiges Verzeichnis derselben gegeben werden soll, da die weiten, öden Gelände nur partiell dem Verfasser näher bekannt sind. Unter diesen Erosionsrinnen können, wie sich unten ergeben wird, verschiedene Typen unterschieden werden.

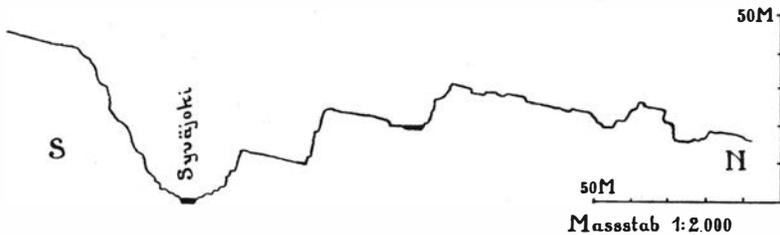


Fig. 6. Schematisches Querprofil durch den Kursuvara-Cañon.

Der Kursuvara. Dieser Berg, etwa $1\frac{1}{2}$ Meile südlich von Masugnbyn gelegen, ist, wie der Name angibt, von einem Cañon durchsetzt. In diesem fliesst der ziemlich unbedeutende Bach Syväjoki. Dieser Cañon, freilich nicht so grossartig wie der Isokursu, gehört zu den wildesten in der Gegend; er erreicht eine Tiefe von etwa 35 m und kann in einer Länge von etwa 1 Kilometer verfolgt werden. Er durchschneidet in östlicher Richtung schräg eine Anhöhe und kann offenbar nicht durch normaler Flusserosion entstanden sein. Der Gesteinsgrund besteht hier aus einem Leptit, reich an Glimmer und mit sehr markierten Verklüftungsflächen in drei Richtungen, nach welchen das Gestein sich quaderförmig spaltet und steile Felsenwände entstehen. Von besonderem Interesse ist die wilde Felsenlandschaft entlang der nördlichen Seite des Cañons, der Fels ist hier reingespült und in Trümmer vollständig zerschnitten, auch giebt es ein paar stufenförmig angeordnete Parallelrinnen mit toten Fällen. Fig. 6 stellt ein schematisches Querprofil durch den Cañon dar. Die Entstehung dieses Cañons dürfte in ähnlicher Weise wie die des Isokursu zu denken sein, besonders spricht die zerspülte Felsenlandschaft an seiner Nordseite für von oben herabkommende Wassermassen, die ihren Lauf nicht ganz fixiert hatten.

Entlang dem nördlichen Fuss des Berges folgt eine Ebene mit ausgespültem Moränenmaterial, die gegen Norden durch einen Erosionsabhang abgeschnitten ist, und hier an weitausgedehnte Moore mit alten Dünen grenzt, die wahrscheinlich eine grosse fluvioglaziale Akkumulationsebene bedecken.

Der Palopöviö ist ein Berg etwa 1 Meile nördlich von Masugnsbyn, wo auch eine beachtenswerte Felsenschlucht ausgebildet ist. Diese fängt fast unvermittelt mit einem etwa 20 m hohen, verzweigten toten Fall an der höchsten Partie des Bergrückens an, nur eine ein paar hundert Meter lange, breite und seichte Rinne ist hinter dem Fall zu sehen. Der Cañon unterhalb des Falles ist gegen Norden gerichtet und erreicht schon nach einigen hundert Meter das Flachland. Hier ist seine Fortsetzung als eine breite, meistens wenig markierte Rinne erkennbar, die hauptsächlich in der Moränenbedeckung ausgegraben ist und nur hier und da den Gesteinsgrund angegriffen hat. Wo diese Rinne einige Kilometer nördlicher den Torne Älf erreicht, durchschneidet sie das etwa 10 m hohe fluvioglaziale Plateau, das hier den Talboden ausfüllt. In diesem Plateau sind übrigens einige Schmelztrichter nach eingebetteten Eisbergen zu sehen. Zur Zeit der Bildung des Palopöviö Cañons hatte der Torne Älf schon dieses Plateau durchschnitten und etwa sein jetziges Bett auserordiert.

Der Cañon auf dem Palopöviö repräsentiert einen ziemlich allgemeinen Typus von verhältnismässig kurzen Felsenrinnen, die mit einem toten Fall gern auf den Anhöhen anfangen.

Am Isovara, Vähävara, Malmivara, Veikavara und an anderen Bergen in der Nähe von Masugnsbyn giebt es ausserdem ähnliche, obwohl weniger auffallende Cañonbildungen. Die Richtung ist meistens gegen Norden, am Vähävara beinahe Nordwest, sie sind aber, wie schon erwähnt, nur von unbedeutender Länge und offenbar das Resultat kurzdauernder Erosionsarbeit. Am Malmivara sind die Erosionserscheinungen, im festen Gestein wie im Moränenmaterial, ziemlich kompliziert und verdienen sicherlich näher studiert zu werden.

Der Mattavara ist ein Berg an dem Vittangi Älf, etwa 7 Meilen nordwestlich von Masugnsbyn, wo eine Cañonbildung von einem in gewissem Grade abweichenden Typus erwähnt zu werden verdient. Selbst habe ich nicht Gelegenheit gehabt, den Platz zu besuchen. I. HÖGBOM hat aber eine Kartenskizze über den Cañon gefertigt und mir zur Verfügung gestellt. Dieser Cañon liegt zwischen den drei Höhenpartien des Berges und bildet hier eine bis etwa 200 m breite Rinne mit grossenteils senkrechten, bis 30 m hohen Wänden. In dem Talboden, der wahrscheinlich durch Anhäufung von Moränenmaterial zu einer Ebene ausgefüllt worden ist, ragen ein paar Felseninseln empor. Wie die Kartenskizze (Fig. 7) zeigt, ist der Cañon rechtwinklich umgebogen. Ein kleiner Bach, der die Schlucht von Norden her durchfließt, zeigt, dass das nördliche Ende des Cañons höher als das südliche liegt.

Der Topographie nach zu urteilen, kann hier von einer marginalen

Erosionsrinne nicht die Rede sein, auch kann nicht gut ein eisgestauter See hier seinen Ablauf gehabt haben. In dem Talzuge des Sekojoki muss freilich das Landeis einen Eissee aufgestaut haben, der Cañon ist aber fast gerade gegen den mutmasslichen Rand des Landeises gerichtet. Auf jeden Fall muss bei der Eisrezession der Talzug des Sekojoki so unmittelbar nach der jetzigen Mündung des Cañons freigelegt worden sein, dass wohl keine so bedeutende Erosionsrinne in der Zwischenzeit sich entwickeln konnte. Entweder scheint hier eine dem Isokursu bei Masugnsbyn ähnliche Bildung vorzuliegen, oder es markiert diese Felsenrinne einen subglazialen Wasserlauf. Für die letztere Alternative dürfte der

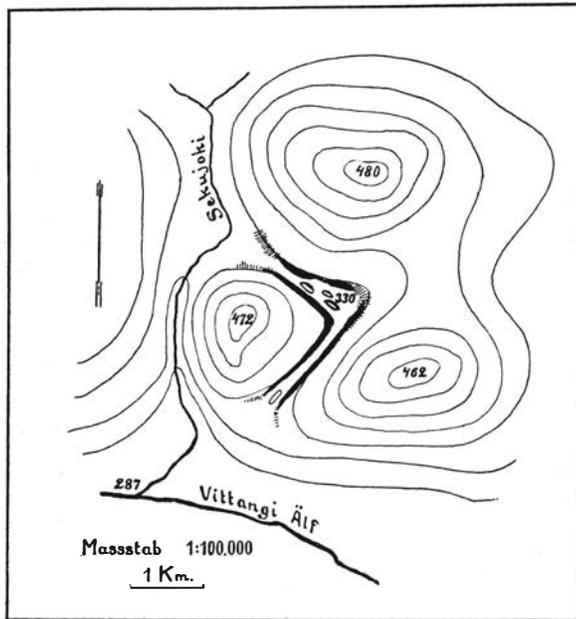


Fig. 7. Der Cañon am Mattavara, nach einer Kartenskizze von I. HÖGBOM.

flache Boden des Cañons sprechen, der wahrscheinlich durch Moränen-ausfüllung entstanden ist. Dass die Felsenwände jedoch steil erhalten sind, liesse sich dadurch erklären, dass das Landeis bei der Abschmelzung fast keine Bewegungen machte, sondern ein Toteis darstellte.

Beispiele von dem Eisrande entlang entwickelten Erosionsrinnen giebt es ziemlich allgemein in diesen Gegenden, sie treten aber meistens verhältnismässig schwach hervor und kommen hauptsächlich nur in dem Moränenmaterial der Böschungen vor. Östlich von Airikurkkio ist aber die flache Felsenlandschaft von einer Anzahl parallel angeordneter, einige Meter tiefer Felsenrinnen durchpflügt, die wahrscheinlich eine solche Entsteh-

ungsweise haben. Wo Eisseen aufgestaut wurden, entstanden gern solche marginale Abflussrinnen, in dem Gebiete aber, auf das sich die hier mitgeteilten Beobachtungen beziehen, liegen selten die Bedingungen für die Entstehung von Eisseen vor, man braucht aber nicht weit zu gehen, um Beispiele von solchen Abflussrinnen zu finden. Es giebt z. B. an dem Lule Älf, unmittelbar unterhalb des Harsprånget, eine Reihe, der topographischen Karte nach zu urteilen, sehr grossartiger Cañontäler, die allem Anschein nach während der Eisrezession bei der allmählichen Entwässerung des Eissees, der etwa das jetzige Muddusmoor einnahm, entstanden sind. Über einige ähnliche sehr interessante Cañonbildungen bei Nautanen, unweit von Gellivara, dürfte ein Bericht von P. GEIJER bald zu erwarten sein.

Über die quartäre Geologie des Gebietes.

Die Kenntnis der quartären Geschichte dieser Gegenden ist ziemlich mangelhaft, eine zusammenfassende Darstellung älterer und späterer Untersuchungen bietet TANNER's oben erwähnte Arbeit. Über die Beiträge, die ich gesammelt habe, hoffe ich später in anderem Zusammenhang berichten zu können.

Um ein klares Bild von den Bewegungsrichtungen des Landeises zu geben, sind die Schrammenbeobachtungen nicht zahlreich genug. In weiten Gebieten ist der Gesteinsgrund überhaupt nicht blossgelegt, und dieser ist sonst meistens von dem Frost ganz zersprengt, wie z. B. entlang den Flussufern, und auch oft, wie bei Masugnsbyn, durch fluvioglaziale Wasserspülung freigelegt, welche dann eben die Schrammen verwischt hat. Im übrigen sind ausserdem die vorhandenen Schrammen ziemlich schwer zu enträtseln, indem die letzten Eisbewegungen offenbar sehr unbedeutend gewesen sind und nur ausnahmsweise Schrammen hinterlassen haben. Der Verlauf des Randes dieses toten Landeises ist daher oft nicht näher festzustellen.

Im grossen ist in diesen Gegenden die Bewegungsrichtung des Landeises, wie sie aus den Schrammen wie auch aus den Osbildungen abzulesen ist, gegen Nordwest gewesen. In der Nahe der jetzigen Provinzgrenze, in der vom Torne und vom Kalix Älf markierten Depression, schob das Landeis bei der Abschmelzung aber eine breite Zunge gegen Osten vor. Aus dem fraglichen Gebiet fehlt es fast vollständig an Schrammenbeobachtungen, es giebt aber bei Vittangi, wie schon TANNER bemerkt hat, ein schwach entwickeltes, jüngerer Schrammensystem, das gegen Osten oder Südosten gerichtet ist. In etwa derselben Richtung gehen die Ose entlang der Landstrasse südöstlich vom Merasjärvi wie auch der Isokursu und der Kursuvara-Cañon.

Viel deutlicher hat diese östliche Eiszunge sich zu erkennen gegeben durch den eigentümlichen Endmoränenzug, der sich bogenförmig über das Flachland in der Umgebung der Tårendöbifurkation hinreckt. Die-

ses Moränengebiet, das schon auf der Karte FREDHOLM's¹ recht vollständig angegeben ist, scheint von einem Interesse zu sein, dass es wohl nähere Untersuchungen verdient. Dem nach zu urteilen, was Verfasser bis jetzt davon gesehen hat, scheint das Gebiet hauptsächlich den Charakter einer Kame-Landschaft zu haben. In seinen Umgebungen nehmen fluvioglaziale Ebenen grosse Flächen ein. Wo feineres Sandmaterial auftritt, wurden spätglaziale Flugsanddünen entwickelt, wie bei Tändö und bei Saittajärvi, wo, besonders am letztgenannten Platz, die weit ausgedehnten Moore von langen, jetzt waldbewachsenen Dünenrücken überquert werden.

Dünen begegnet man überhaupt sehr allgemein, wo feinerer Sand ausgeschwemmt worden ist, so z. B. den Osen entlang, wie bei Merasjärvi und bei Kätö, und auf den Flussebenen, wie dem Vittangi Älf und auch dem Torne Älf in der Nähe von Vittangi entlang. Diese Dünen, die alle jetzt bewaldet sind, scheinen von vorherrschenden südwestlichen Winden zusammengefeht zu sein, offenbar Föhnwinden des Landeises.

Besonders charakteristisch für diese Gegenden ist die grosse Verbreitung des fluvioglazialen Materials oder wenigstens oberflächlich durchgespülten und umsortierten Moränenmaterials, und es scheint mir, als hätte TANNER die Bedeutung der fluvioglazialen Akkumulationen unterschätzt. Besonders in den flacheren Teilen der Landschaft, wie in den Moorböden, nimmt das fluvioglaziale Material grosse Areale ein. Eine Vorstellung hiervon geben die Grabungen z. B. entlang der Eisenbahn Gellivara-Kiruna wie auch die Gräben den Landstrassen entlang z. B. zwischen Kiruna und Jukkasjärvi, Gellivara-Vittangi u. a. Oft sind Moränengeschiebe oberflächlich ausgestreut, weshalb man den Eindruck von Moränenboden erhalten kann, wie es z. B. bei einer Os- oder Kame-Landschaft an der Eisenbahn nördlich von Gellivara der Fall ist.

Das Vorkommen dieser Cañonbildungen ist nicht nur auf das Gebiet innerhalb der genannten Moränenzone beschränkt, obwohl die hier erwähnten Beispiele daher stammen. Dass sie auch ausserhalb derselben vorkommen, lässt sich schon den Ortsnamen auf den Kartenblättern entnehmen. Wie zu erwarten ist, fehlen sie aber unterhalb der marinen Grenze.

Im grossen und ganzen scheint es, als hätte die fluvioglaziale Erosion und Akkumulation in diesen Gebieten eine hervorragendere Rolle gespielt als in entsprechenden Gegenden südlicherer Teile Schwedens. Die Eisabschmelzung ist aber nicht rascher, sondern eher langsamer gewesen, der jährliche Rezessionsbetrag scheint zwischen 30 und 100 m zu liegen, soweit Ose und Moränen hiervon eine Vorstellung geben können. Die Erklärung dürfte darin zu finden sein, dass das hier ganz tote Landeis fast keine Spalten hatte, weshalb das Schmelzwasser hauptsächlich oberflächlich abfliessen musste, und wenn die Schmelzwasserströme, die keine konstanten Läufe hatten, vom Eisrande herunterkamen, spülten sie das Moränenmaterial über weite Strecken hin. Auch findet man hier keine

¹ K. A. FREDHOLM, Öfversikt af Norrbottens geologi. Sthlm 1886.

Gegenstücke zu den gewaltigen Oszügen des mittleren Schwedens. Diese markieren grosse subglaziale Flüsse, die ihre Akkumulationen mehr konzentriert ablagerten, und deren Erosionsrinnen immer zugefüllt wurden.

Schlusswort.

Westlich von der Eisscheide, zwischen dieser und der Wasserscheide, liegt das Gebiet der grossen Eisseen. Wo das Land von diesen aufgestauten Seen bedeckt war, fehlten, wie unterhalb der marinen Grenze, die Voraussetzungen für eine Entstehung subglazialer und glazimarginaler Erosionsbildungen, oder sind sie später ausgefüllt worden. An der Wasserscheide aber und westlich davon stimmen die Verhältnisse mit denen östlich von der Eisscheide mehr überein, und überdies hatten die Eisseen hier durch die Pässe ihre Abflüsse, die allgemein grossartige Felsenrinnen auserodiert haben.

Dass solche an der Wasserscheide allgemein vorkommende, offenbar ganz junge Felsentäler nicht postglazial sind, braucht kaum diskutiert zu werden. Sie sind übrigens meistens trocken oder nur von unbedeutenden Wasserläufen eingenommen. Ihre Natur als Abflussrinnen der Eisseen wird auch von den Autoren, die diesen Erscheinungen nähere Untersuchungen gewidmet haben, allgemein angenommen. A. G. HÖGBOM, A. GAVELIN, J. und G. FRÖDIN¹ u. a. haben ausserdem die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass in mehreren Fällen glazimarginale oder subglaziale Erosion allem Anschein nach mitgewirkt haben muss, wie z. B. dort wo die Rinnen unabhängig von den Böschungsverhältnissen verlaufen.

Neulich hat aber W. WRÅK² die eigentümliche Theorie vertreten, dass diese Cañons inter- oder präglazial seien. Von der Tatsache ausgehend, dass die postglaziale Erosion sehr unbedeutend ist, scheint er den Schluss zu ziehen, dass diese Felsentäler während langer Zeiträume ausgearbeitet sein müssen. Indessen ist eben das Charakteristische für sie, dass sie unreife Talbildungen darstellen, die durch sehr kräftige Erosion rasch entstanden sein müssen. Um die steilen Felsenwände dieser Cañons zu erklären, muss WRÅK dem Landeise jede erodierende Wirkung aberkennen, obwohl dessen Exaration und abschleifende Tätigkeit überall sonst zu erkennen ist. Im übrigen macht er keinen Versuch, den oft inkonsequenten Verlauf dieser Erosionsrinnen zu erklären. Als ein Beispiel können hier die Cañonbildungen des Storlipasses, die von WRÅK diskutiert werden,

¹ A. G. HÖGBOM, De centraljämtska issjöarna. S. G. U. Ser Ca, N:o 7. Sthlm 1910.
A. GAVELIN, De isdämda sjöarna i Lappland och nordligaste Jämtland. Ibid.

J. FRÖDIN, Geografiska studier i St. Lule älfvs källområde. S. G. U. Årsbok 7. Sthlm 1914.

G. FRÖDIN, Bidrag till västra Jämtlands senglaciala geologi. S. G. U. Årsbok 5. Sthlm 1913.

² W. WRÅK, Resultatet af floderosionen inom Skandinavien sedan sista interglacialtidens slut. Ymer 1916, H. 3. Stockholm 1916.

erwähnt werden, da sie mir näher bekannt sind, indem ich die Kartenskizze angefertigt habe, die von A. G. HÖGBOM (a. a. O.) publiziert worden ist. Die eigentümlichste Bildung ist hier die etwa 20–30 m. tiefe, trockene Felsenrinne, die nahe der Eisenbahnstation schräg aufwärts in die Talseite eingeschnitten ist, um hier rechtwinklig umbiegend an der Böschung wieder schräg herabzulaufen. Dieser anomale Cañon in der Talseite ganz bei der Wasserscheide macht alle Erklärungsversuche, die sich auf normale Flusserosion gründen, sei diese nun prä-, inter- oder postglazial, unmöglich.

Als ein unverkennbares Zeugnis dafür, welche kräftigen Wirkungen die fluvioglaziale Erosion in sehr beschränkter Zeit leisten kann, verdient der Isokurs bei Masugnsbyn besondere Aufmerksamkeit.

Bemerkungen zu der Karte.

Die Höhenbestimmungen sind mittels Handabwägung, von der Höhenziffer 317 der topographischen Karte ausgehend, ausgeführt, und die Höhenkurven sind grossenteils approximativ gezogen worden, besonders ausserhalb der eigentlichen Cañonbildungen, wo sie nur die allgemeinen Böschungsverhältnisse wiederzugeben beabsichtigen. Eine Schattierung ist an Erosionsabhängigen angebracht worden, da die Höhenkurven allein nicht die kleineren Züge des Reliefs wiedergeben können. Dadurch ist auch eine Bezeichnung für freigespülten Felsenboden erhalten worden.

Gedruckt 22/12 1916.



