

Werk

Titel: Morphologische Forschungen im östlichen Altai

Autor: Granö, J. G.

Ort: Berlin

Jahr: 1914

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914 | LOG_0129

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Morphologische Forschungen im östlichen Altai.

Von Dr. J. G. Granö, z. Z. Omsk, Sibirien.

Im verflossenen Sommer (1913) hatte ich Gelegenheit, geomorphologische Untersuchungen im östlichen Teile des Russischen Altai zu treiben und somit speziell zur Beleuchtung der Eiszeit des fraglichen Gebiets einen Beitrag zu leisten. Die Ergebnisse, die im folgenden dargelegt werden, sind in einer Gegend gewonnen, wo früher den glazialgeologischen Fragen nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Deshalb dürften sie auch eine nötige Ergänzung zu den Angaben sein, die ich früher über die westlicher gelegenen Teile des Gebirges mitgeteilt habe.

Der Hauptgegenstand meiner Forschungen war der größte Gebirgssee des Altai, der Telezkojese (Teletzk'scher See, Altyn-kul) mit seiner nächsten Umgebung. Hier wurden auch, um größere Klarheit über die Topographie zu gewinnen, während der geomorphologischen und geologischen Feldarbeiten photogrammetrische Messungen ausgeführt. Die Hin- und Rückreise boten Gelegenheit, lehrreiche Beobachtungen im Tale der Bija auf der ganzen Strecke Telezkoje—Bijsk sowie am Unterlaufe des Katun zu machen.

Als Ziel meiner Untersuchungen hatte ich die Feststellung der unteren Grenze der eiszeitlichen Gletscher in den Tälern der Bija und des Katun aufgestellt. Insbesondere interessierte es mich, die 400—600 m hoch gelegenen Teile dieser Täler zu sehen, weil ich auf Grund meiner früheren Forschungen zu der Annahme gekommen war, daß hier die äußersten Endmoränen-Anhäufungen der großen eiszeitlichen Talgletscher in einer Meereshöhe von etwa 400 m zu suchen wären, also einige hundert Meter tiefer, als man früher angenommen hatte. Daß meine Vermutung richtig und somit auch die Marschroute recht gewählt war, dürfte aus dem Nachstehenden hervorgehen.

Die Telezkoje-Gegend ist von mehreren Forschern bereist worden¹⁾, von denen in diesem Zusammenhang v. Helmersen, Kulibin, Ignatoff und Jakowleff zu erwähnen sind. Der erstgenannte hat auf Grund seiner 1834 ausgeführten Reise eine geologische Beschreibung der nächsten Umgebung des Sees nebst einer Karte herausgegeben²⁾. Kulibins Forschungen zwei Jahrzehnte später verfolgten dasselbe Ziel³⁾, Ignatoff wiederum hat 1901 mit anerkannter Gewissenhaftigkeit den See ausgelotet und das Kartenbild desselben erheblich berichtigt⁴⁾. Von Jakowleff haben wir einige wertvolle Mitteilungen über die quartäre Vereisung in der Gegend südlich vom Telezkoje-See⁵⁾. Die übrigen Forschungsreisenden, die dieses Gebiet besucht haben, haben ihre Aufmerksamkeit anderen Fragen, der Ethnographie, der Flora, der ausgezeichneten Naturschönheit der Gegend sowie den Reiseerlebnissen, zugewandt.

Der Telezkoje-See (Vgl. Tafel 1 und Abbild. 35) liegt in einem Becken, das einem vertieften und ausgeweiteten Flußtale gleich die Bija mit ihrem Quellflusse, dem Tschulyschman, verbindet. Der Wasserspiegel des Sees liegt 450 m hoch⁶⁾. Das Seebecken zerfällt in zwei Teile (siehe Kartenbeilage): der südliche Teil, eine ausgeprägte Felswanne, zieht sich, $2\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ km breit und 50 km lang, von der Mündung des Tschulyschman nach Norden; fast in rechtem Winkel schließt sich hier, beim Vorgebirge Kugan (Kulgan), der nördliche Teil an; dieser reicht 33 km weit nach Westen bis zum Ausflusse der Bija, ist im Durchschnitt 2 km breit und läuft keilförmig aus. Das Areal des Sees beträgt nach meinen Messungen 250 qkm, d. h. mehr als zweimal den Flächeninhalt des Vierwaldstättersees⁷⁾. Der größere südliche Teil ist 175 qkm groß. Über die Bodenkonfiguration des Seebeckens geben Ignatoffs Messungen Auskunft. Der südliche Teil weist beträchtliche Tiefen auf. Jäh senken sich hier beiderseits die Uferabhänge 200 m unter den Wasserspiegel; der Boden ist dagegen ziemlich eben. Eigentlich besteht der meri-

¹⁾ Bunge (1826), v. Helmersen (1834), Kulibin (1855), Radloff (1861), Jadrinzeff (1880), Adrianoff (1881), Saposhnikoff (1893) und Ignatoff (1901), Jakowleff (1908).

²⁾ G. v. Helmersen, Reise nach dem Altai im J. 1834. Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reiches, XIV. St. Petersburg 1848.

³⁾ Kulibin, Mitteilungen im „Berg-Journal“, 1856 (russ.).

⁴⁾ P. Ignatoff, Erforschung des Telezkojesees im Altai im Sommer 1901 (russ.). Mitt. d. K. Russ. Geogr. Ges., B. XXXVIII, No. 2. 1902.

⁵⁾ S. Jakowleff, Sur la question de la période glaciaire à l'Altai. Comptes-rendus des séances de la Société Imp. des Naturalistes de St. Pétersbourg, XL, 1. 1909.

⁶⁾ Die älteren Messungen von v. Helmersen, Kalning, Saposhnikoff und Ignatoff geben als Durchschnittswert 480 m.

⁷⁾ Nach Ignatoff ist das Areal 228 qkm (a. a. O., S. 174).

dional laufende Teil des Sees aus zwei Wannern, die durch eine flache, in 265 m Tiefe gelegene Schwelle voneinander getrennt sind. Die südlichere von diesen besitzt eine Maximaltiefe von 289 m, die nördlichere aber eine solche von 311 m, welche letztere, die größte Tiefe des Genfersees kaum übertreffend, zugleich die tiefste Senke des Seebodens ist (siehe Tafel 1). Der nördliche von ESE nach WNW laufende Teil des Telezkoje-Sees ist erheblich seichter. Im Osten senkt sich freilich der Boden unter 200 m, aber westlicher werden Tiefen von mehr als 30 m selten angetroffen. Hier ist auch die Bodengestaltung abwechslungsreicher. Die lockeren Bildungen, die hier auf den Ufern vorherrschen, bedecken aller Wahrscheinlichkeit nach auch den Seeboden.

Die Uferentwicklung ist gering. Größere Einbuchtungen gibt es nur zwei: im Südosten die kurze, verhältnismäßig tiefe Kygy-Bucht, im Nordosten aber der längere und seichtere Kamga-Busen. Das einzige Eiland des Telezkoje-Sees ist ein Schwemmlandinselnchen an der Mündung des Tschulyschman. Die größten von den in den See sich ergießenden Flüssen, in erster Linie der Tschulyschman, aber auch der Tschulysch und die Kokscha am Ostufer sowie der Jän-tschilē, Kuldur und Samysch am Westufer haben in jüngster geologischer Vergangenheit bedeutende Deltas an ihren Mündungen aufgebaut und somit nicht nur den Lauf der Uferlinie sondern auch das Bodenrelief einigermaßen verändert.

Der meridional laufende Teil des Telezkoje-Beckens folgt, was schon v. Helmersen bemerkte, dem Schichtstreichen und ist somit ein Längstal (siehe Tafel 1). Ganz im Süden ist zwar Granit vorherrschend, aber nördlicher, bis zum Vorgebirge Kugan, sieht man überall auf den Ufern steilgestellte Schichten von teilweise kalkhaltigen Ton- und Chlorit-schiefern, deren Streichrichtung nicht in erwähnenswertem Maße von der nord-südlichen abweicht. Der nördliche Teil des Sees wie auch der Oberlauf der Bija liegen aber in einem Quertal, wo die NE—SW-Richtung im Streichen vorwaltet. Die sich nach Nordosten abzweigende Kamga-Bucht sowie das von Südwesten kommende Kuldur-Tal sind dagegen Längstäler. — Der Telezkoje-See liegt somit im Vereinigungs- oder Kreuzungspunkte zweier Streichungsrichtungen.

Die telezkischen Schiefer sind wahrscheinlich prädevonisch. Näheres über ihr Alter wissen wir nicht, da man in ihnen keine Fossilien gefunden hat und da ferner die stratigraphischen Verhältnisse mangelhaft bekannt sind. Die Eruptivgesteine der Gegend sind jünger als die Schiefer, was aus den Kontakterscheinungen hervorgeht.

Die Abhänge des Seebeckens sind hoch und steigen schroff an. Am Ausflusse der Bija erheben sich die Anhöhen 300—400 m über dem See mit einem Gefällswinkel von höchstens 30°. Im südlichsten Teile dagegen

erreichen der Kara-Korum und Tuolok oder Üjök-baschi über 2000 m absolute Höhe, ja der Altyn-tu am SW-Ufer sogar 2450 m. Der obere Teil der Seewanne ist auch steilwandiger; Böschungen von über 50° sind hier nicht selten. Wenn man die Deltas der größeren Flüsse nicht in Betracht zieht, so gibt es in diesem Teil nur zwei niedrigere, bewohnbare Uferstreifen, nämlich Jailau am Nordufer und Belē im Süden der Mündung des Tschulysch. — Mehr als vierzig Bäche eilen von schwindligen Höhen in engen Klammern dem See zu. Auch die größeren Flüsse haben durchgehends Stufenmündungen, obgleich ihr Lauf im allgemeinen ruhiger ist. Dasselbe ist der Fall mit den Nebenflüssen der oberen Bija. Alle diese Zuflüsse durchströmen in ihrem oberen Laufe ein Hochland mit sanft gewellten Formen.

Die Form der Seewanne ist eine solche, daß man vor sich einen tiefen Spalt im Grundgebirge oder eine großartige spätentstandene Grabenversenkung zu sehen glaubt. Alle Forschungsreisenden, die hier waren, sind auch einstimmig der Meinung, daß die Wanne auf tektonischem Wege entstanden ist. Wenn ich im folgenden eine von der herrschenden abweichende Ansicht darzustellen wage, tue ich es, weil ich eine natürlichere und beweisbare Erklärung der Entstehung des Seebeckens gefunden zu haben glaube.

Während meiner Reise machte ich Beobachtungen, auf Grund derer ich überzeugt wurde, daß das Tschulyschman-Bija-Tal in der Eiszeit von einem mächtigen Eisstrome bedeckt gewesen ist und daß der Telezkoje-See das Zungenbecken des ehemaligen Gletschers einnimmt. Die Bildung des Sees fällt somit in die Quartärzeit. Ein präglaziales Flußtal, dessen Form im einzelnen wir noch nicht kennen, ist hier durch glaziale Erosion und Akkumulation — nicht also durch irgendeinen tektonischen Vorgang — zu einer Seewanne umgestaltet worden.

Will man in diesem Seebecken eine Grabenversenkung sehen, muß man nachweisen können, daß hier in jüngster geologischer Vergangenheit Verwerfungen faktisch stattgefunden haben. In der Tat aber ist bis jetzt kein diesbezügliches Beweismaterial entdeckt worden. Die Risse und Brüche, die man an den Schiefen des Gebiets bisweilen beobachtet, sind durchaus unbedeutend und überdies so alt, daß man sie kaum in Verbindung mit der Bildung der Seewanne setzen kann, — weisen doch übersteile Böschungen, Bergstürze und frische Schutthalden auf eine späte Entstehung derselben hin. Das Becken scheint von der geologischen Struktur unabhängig zu sein, erinnert auch seiner Form nach nicht an eine Grabensenke. Wir müssen uns vergegenwärtigen, daß der Telezkoje-See nur den nördlichsten Teil eines annähernd 200 km langen, ganz schmalen Tales einnimmt, dessen Sohle, längs welcher der Tschulyschman dem See zustrebt, mehrere hundert Meter tiefer als die Mündungen der meisten seiner Nebentäler liegt.

Wenn ich es nun unternehme die Frage zu beantworten, inwieweit die Seewanne und deren südliche Fortsetzung als ein Resultat glazialer Übertiefung zu deuten ist, habe ich vor allem nachzuweisen, daß in dem erwähnten Tale tatsächlich ein Gletscher gewesen ist, denn bisher ist man, wie schon angedeutet, der Ansicht gewesen, daß die eiszeitliche Gletschergrenze bedeutend höher zu suchen wäre, so daß der steilwandige Teil des Tales damals in seinem unteren Teile außerhalb der unmittelbaren Gletscherbeeinflussung zu liegen kam.

Als eines der sichersten Zeugnisse der Gletschertätigkeit gelten ja überhaupt die Moränen. In der Umgebung und an den Ufern des Telezkojesees findet man erratisches Material auf so charakteristische Weise angehäuft und in solchem Umfange, daß es außer allem Zweifel ist, daß hier früher ein Riesengletscher gelegen hat. Es ist nur zu verwundern, daß man dieser Tatsache nicht früher gewahr geworden ist. Das Nordwestende des Sees ist von einem deutlichen Moränenkranz aufgedämmt, den die Bija bei ihrem Ausflusse durchbricht (siehe Abbild. 35). Die Höhe der Moränenterrasse über dem See beträgt am Innenrande 55—70, weiter nach außen aber bis 100 m. Auf der Oberfläche der Terrasse, die von einem dichten Walde bedeckt ist, liegen grubenartige, rundliche Vertiefungen, deren Boden bisweilen versumpft ist. Beim Ausflusse der Bija erheben sich drumlinartige Inselchen über der Wasserfläche. — Erratische Anhäufungen sieht man ferner an den Ufern der meisten Buchten des Sees. Jailau, der schon erwähnte beliebte Sommeraufenthaltort der Nomaden am Nordufer, liegt auf Moränengrund. Desselben Ursprungs ist die südlicher gelegene, 40—100 m hohe Terrasse Belē. Am Hang der letzteren sieht man schöne Erdpyramiden, die schon v. Helmersens Aufmerksamkeit auf sich zogen, und deutliche Aufschlüsse der losen Bodenarten, aus denen die Terrasse aufgebaut ist, bieten: Grundmoräne mit eingebetteten Blöcken, Bänderton und Sand in Wechsellagerung. Ignatoff ist der einzige, der die Entstehungsart dieser Bildungen zu deuten versucht hat. Da er ebensolches lockeres Konglomerat im Tale des Tschulyschman gesehen hatte, war er zu der Ansicht gekommen, daß das fragliche Gebilde fluvio-glazialen Ursprungs sei und zwar aus der Zeit, da das Tschulyschman-Plateau an der mongolischen Grenze von Eis bedeckt war¹⁾.

Zur Zeit seiner größten Ausdehnung erstreckte sich der Tschulyschman-Gletscher etwa 35—40 km über das nördliche Seeende hinaus nach Norden, dem Bija-Tal entlang. Der Fluß wird von mehreren Moränenzügen durchquert, die Schnellen verursachen. Es sind jedoch nicht alle Stromschnellen der Bija von der glazialen Akkumulation bedingt, auch

¹⁾ Ignatoff, a. a. O., S. 198—9.

die wechselnde Härte des Felsengerüsts hat Unebenheiten im Talboden veranlaßt, denn, wie gesagt, das obere Bija-Tal läuft quer zum Streichen. Die äußersten Endmoränen scheinen in 400 m Höhe zu liegen; der Fluß durchbricht sie in einer Schnelle, die Kusnezki-porog genannt wird. Im allgemeinen sind die Moränen im oberen Tale der Bija schwer von den fluvioglazialen Bildungen zu unterscheiden. Dem Gebiete sind vielmehr die Züge eines Übergangskegels eigen, der, während die Gletscherzunge das Seebecken einnahm, gebildet worden ist. — Wie weit das Eis sich vom See nordwärts in die östlich von der Bija gelegene Gegend ausbreitete, kann ich noch nicht sagen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das Kamga-Tal ein Zweigbecken, längs welchem ein Teil des Gletschers nordöstlich zog, während die Hauptmasse des Eises sich dem Bijatale zuwandte.

Die Seewanne hat alle Eigenschaften eines typischen Zungenbeckens. Die Uferlinie ist ausgeprägt einfach, die vorspringenden Talsporne sind abgeschnitten, die Nebentäler haben durchweg Stufenmündungen. Die Felswände erheben sich übersteil über der fast ebenen Sohle, welche die tiefste Stelle nicht nur des Russischen Altai, sondern sogar des südlichen Teils der Westsibirischen Ebene enthält, — liegen ja sowohl Barnaul am Ob als auch Semipalatinsk am Irtysh höher (siehe das Längsprofil auf Tafel 1). Dies spricht meines Erachtens auch dafür, daß die Wanne nur teilweise durch Abdämmung entstanden ist; der See ist nur im geringen Maße durch Moränen und fluvioglaziale Ablagerungen gestaut.

Der ehemalige Gletscher, dessen Zungenbecken der Telezkoje-See jetzt erfüllt, bedeckte das Tschulyschman-Bija-Tal von dem Tschulyschman-Plateau, dessen größter See Dshüilü-kul in 2365 m Höhe liegt¹⁾, bis zum Kusnezki-porog, auf einer Länge von etwa 320 km.

In gleicher Weise wie das Telezkoje-Becken ist auch, wie es zu erwarten ist, das Tal des Tschulyschman übertieft. Steil erheben sich auch hier die Bergwände über einer ebenen Talsohle, nicht nur in der Nähe des Sees, sondern auch, was wir aus den Mitteilungen Saposhnikoffs und Ignatoffs entnehmen, weiter nach Süden, wo das Schluchttal des Flusses schwer zugänglich ist. Die Gehänge sind so steil, daß Teile der Talflanken öfters abrutschen und so zu Bergstürzen Veranlassung geben.

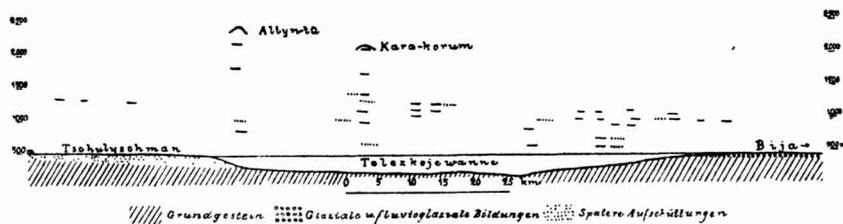
In der Eiszeit waren die meisten Seitentäler des Tschulyschman von Gletschern eingenommen, deren Tröge hoch über der Talsohle des Hauptflusses münden. Dies ist einigermassen auch der Fall mit dem Baschkaus, einem Nebenfluß, der fast ebenso groß wie der Tschulyschman ist. Das Tal des Baschkaus habe ich allerdings nicht gesehen, aber die Beschreibungen über den Mündungsteil desselben, die Adrianoff, Saposh-

¹⁾ Durchschnittswert aus den Messungen Miroschnitschenkos und Kalnings.

nikoff und Ignatoff gegeben haben, berechtigen zu einer solchen Annahme¹⁾. Eine Ausnahme von der Regel scheint das Kygy-Tal zu bilden, das, wie erwähnt, von Südosten her in den Telezkoje-See mündet. In Anbetracht der Tatsache, daß der Berg Üjü-baschi am Südufer des Sees ebenso steil über dem Kygy-Tal als über dem Tschulyschman sich erhebt und daß ferner der Kygy-Busen verhältnismäßig tief ist, haben wir Veranlassung zu vermuten, daß in dem fraglichen Tale ein bedeutender Gletscher gelegen hat, — dies umsomehr, weil der Kygy in einem hochalpinen Berglande entspringt. Es wird mir hoffentlich während meiner zukünftigen Reisen, die ich in der Umgebung des Telezkoje-Sees zu machen beabsichtige, möglich sein, dieser Frage näher zu treten. Künftigen Forschungen ist es auch vorbehalten, das Verhältnis der eiszeitlichen Seitengletscher zum Hauptgletscher sowie auch die Anzahl der Rückzugsstadien klarzustellen.

Offen muß auch die Frage nach der Zahl der Eiszeiten im Altai bleiben. Bis auf weiteres können wir nur von einer solchen sprechen, die wir auf

Abbild. 38.



Terrassen und Längsprofil des Telezkojebeckens.

Die ausgezogenen Striche bedeuten Terrassenkanten am Westgehänge, die punktierten Striche bedeuten Terrassenkanten am Ostgehänge des Beckens.

Grund der Jugendlichkeit und Frische ihrer Ablagerungen der Würmzeit der Alpen zur Seite stellen können. Nirgends habe ich im Altai Bildungen gesehen, die sicher interglazialen Ursprungs wären, oder Moränen deutlich verschiedenen Alters. Die erwähnten Moränen, Bändertone und Sande von Belē können gut als Zeugnis nur einer Eiszeit gedeutet werden. Ebenso können die Terrassenkanten und Gesimse, die den See in verschiedenen Höhen umgeben und die ich zum Teil photogrammetrisch aufgenommen habe, während eines glazialen Zyklus entstanden sein (siehe Tafel I und Abbild. 38). Wenigstens scheint es gewagt zu sein, hier die H e s s'sche

¹⁾ Nach Jakowleff war das Tal der Tschultscha, eines oberhalb Baschkau mündenden Nebenflusses des Tschulyschman, von einem mächtigen Gletscher eingenommen, der in etwa 600 m Höhe, d. h. 50 km südlich vom Telezkoje-See endete (a. a. O., S. 34).

Hypothese zu verwerfen, die nicht allgemeine Anerkennung gefunden hat. Wir wissen auch noch nicht, inwieweit die höher liegenden, teilweise unzugänglichen Gesimse von petrographischen Verschiedenheiten im Felsenuntergrunde herrühren.

Der Betrag der nacheiszeitlichen Erosion im Tschulyschman-Bija-Tale ist verhältnismäßig gering. Am größten ist die fluviatile Ausnagung und Ausräumung in den unteren Teilen der Hangetäler sowie im Bereiche der Endmoränen des ehemaligen Hauptgletschers gewesen. Doch kann man auch in tieferen Niveaus des Bija-Tals fluvioglaziale Schotter 40—60 m über der gegenwärtigen Talsohle beobachten.

* * *

Von dem Tale des Tschulyschman aus machte ich eine Exkursion nach dem auf dem Südwest-Ufer des Sees sich erhebenden Berge Altyn-tu, um über die präglaziale Oberflächengestaltung der Telezkoje-Gegend und den Betrag der Übertiefung einige Auskunft zu erhalten. Da der Berg von der Seeseite nicht zugänglich ist, muß man, um ihn zu ersteigen, einen langen Umweg machen. Zuerst fährt man eine Strecke von 8 km das Tschulyschman-Tal aufwärts bis zum Nebenflusse Atschelman, dessen Tal hängend an der Westflanke des tiefen Haupttals mündet. Dann folgt man entweder dem Tale des Boshō, der sich in den Atschelman am Rande des Tschulyschman-Tals von links ergießt, — einem Weg, den J a d r i n z e f f und S a p o s h n i k o f f benutzten, oder dem Atschelman bis zu seinen Quellflüssen, um danach über einen Rücken in dem Tal des Korumdu, eines am Nordwestgehänge des Altyn-tu entspringenden Nebenflusses, des Jān-tschilē, zu gelangen. Ich wählte diesen letzterwähnten, etwas längeren Weg und hatte somit Gelegenheit, die nördliche Umgebung des Berges zu studieren.

Der Atschelman fließt hauptsächlich in westöstlicher Richtung in einem Tale, dessen Gefälle oberhalb der Mündungsschlucht nur 25—30 ‰ beträgt und in welchem nur unbedeutende Spuren von Gletschertätigkeit nachweisbar sind. Die Mündung dieses breiten, schwach trogförmigen Tals hängt 850 m hoch über dem Tschulyschman (siehe Tafel 1). Weil das Atschelman-Tal seit Beginn der Eiszeit sich nur unbedeutend verändert hat, kann man mit Hilfe desselben das präglaziale Talprofil des Tschulyschman rekonstruieren und somit auch einen approximativen Wert des Betrages der Übertiefung ermitteln. An der Mündung des Atschelman liegt der von nacheiszeitlichen Bildungen bedeckte Talboden des Hauptflusses in 480 m Höhe, die geschätzte Meereshöhe der präglazialen Talsohle ist aber wenigstens 1200 m, woraus wir als Minimalbetrag der Übertiefung 750 m erhalten (siehe das Querprofil L—S auf Tafel 1).

Den oberen Lauf der unmittelbar dem See zuströmenden Flüsse habe ich noch nicht untersucht und kann folglich keine genauen Zahlen über den Grad der Übertiefung der Seewanne anführen. Wir besitzen ja auch keine hypsographische Karte des Gebiets, auf Grund derer man Vermutungen äußern könnte. Ziemlich sicher dürfte es sein, daß der fragliche Übertiefungsbetrag wenigstens um 100—150 m den des unteren Tschulyschman-Tals übertrifft. Über die Mächtigkeit der ehemaligen Eisdecke stehen auch keine direkten Messungen zu meiner Verfügung. Es sei nur erwähnt, daß das Atschelman-Tal eine Zeit lang von dem riesigen Hauptgletscher versperrt gewesen ist.

Der Altyn-tu ist von einem wenig abwechslungsreichen Gebirgslande mit vollreifen Formen umgeben, dessen Kammhöhe etwa 2000 m ist. Schon der Sprachforscher Radloff wurde des schroffen Gegensatzes gewahr, der zwischen den steilen Abhängen des Tschulyschman-Tals und den ruhigen Formen der westlicher gelegenen Landschaft herrscht: „Südlich vom Flübchen Atschelman erstiegen wir das linke Ufergebirge des Tschulyschman. Der Fels erhebt sich hier fast senkrecht, und an den Klüften steigt ein wenige Fuß breiter Pfad in vielen Windungen und Krümmungen empor. Der Weg wird so steil, daß die Pferde, dicht an die Felswand gedrängt, nur mit Mühe an den Steinplatten emporklimmen können.“ Am Oberlaufe des Atschelman aber „sind die Berggipfel meist wellenförmig abgerundet, und nirgends ragen zackige Spitzen hervor“¹⁾. Der Gefällswinkel übersteigt nur in den obersten Teilen der Abhänge 20°. Steilere Böschungen sieht man nur im Bereiche der glazialen Erosion. Der Felsen- grund besteht aus Granit und kristallinischem Schiefer.

Auf der Nordseite des Altyn-tu haben wir einige Trogtäler und Kare, die eine Bestimmung der eiszeitlichen Schneegrenze ermöglichen. Als Wasserscheide zwischen dem Atschelman und dem Jän-Tschilē erhebt sich ein 2100 m hoher Rücken mit ausgeglichenen Gehängen, in denen keine Karbildungen zu beobachten sind. Erst nördlicher, in der Quell- gegend des nach Nordwesten und Norden strömenden Korumdu begegnet man solchen (siehe Tafel 1). Im Trogtale des letzterwähnten Flusses liegt, 1840 m hoch, eine felsige Schwelle, unterhalb derer das Tal eine Stufe bildet und sich verbreitet. Weiter flußab erheben sich Endmoränenwälle in 1500—1550 m Höhe. Oberhalb des Riegels breitet sich eine von einem See eingenommene Niederung aus. Höher im Tale beobachtet man ein schön ausgebildetes Treppenkar mit Stufen in 1920, 2060 und 2100 m Höhe. Auf den Stufen liegt eine Reihe von Felsbecken mit Teichen und sumpfigen

1) W. Radloff, Aus Sibirien. Leipzig 1893. S. 98—9.

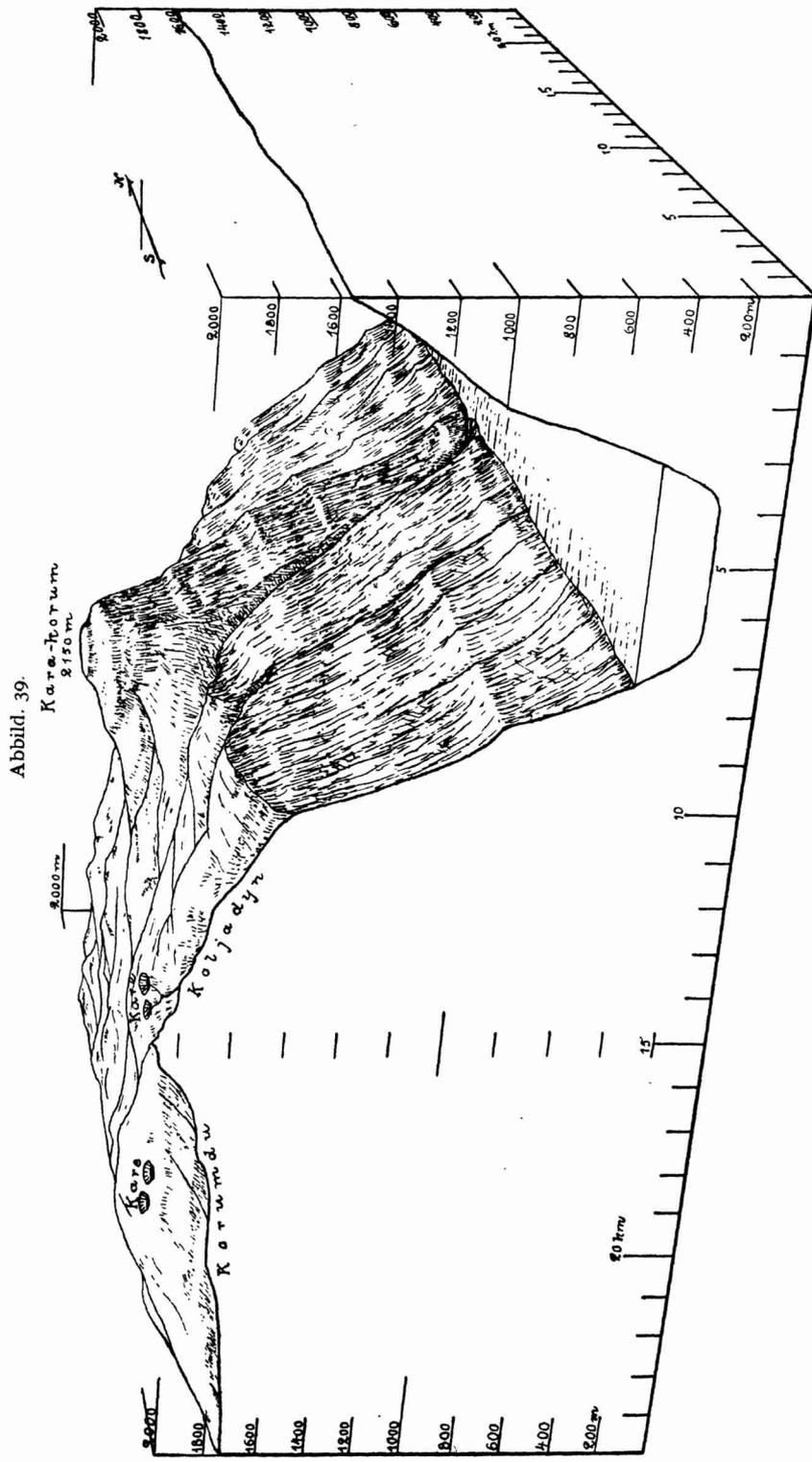
Wiesen. Der Fluß stürzt in Wasserfällen von Stufe zu Stufe (siehe Abbild. 39). Im Osten ist der Talschluß von einem Rücken, der zugleich die Wasserscheide gegen den dem See zufließenden Koljadyn bildet, begrenzt. Auf gleiche Weise strömt der linke Quellfluß des Korumdu aus einem Treppenkar in einen Trog, um sich weiter unten mit dem Hauptflusse in einem breiten glazial ausgestalteten Tale zu vereinigen.

Das östlicher gelegene Tal des Koljadyn erinnert in hohem Grade an die oben beschriebenen Täler. Es ist von gerundeten Gipfeln umrahmt, in deren Gehänge Kare eingesenkt sind. An den nördlichen Quellen des Flusses liegen zwei Karnischen oberhalb der Waldgrenze in einer Höhe von 2100 m, bei südlicher Exposition (siehe Abbild. 39). Unterhalb desselben findet man drei größere Kare in einer Reihe dem Tale entlang. Das unterste von diesen, das am Nordfuße des höchsten Gipfels des Altyn-tu, in 1940 m Höhe gelegen ist, steht zugleich im Zusammenhange mit einem westlicher gelegenen Treppenkar, das im östlichen Abhang des erwähnten wasserteilenden Rückens gebildet worden ist. Das letztgenannte Treppenkar besteht ebenfalls aus drei Stufen; oberhalb seines untersten Riegels liegt ein See.

Von den Treppenkaren setzt der Koljadyn seinen Weg nach Osten fort, zuerst in einem Trogtale, dessen Sohle anfänglich 1890 m hoch liegt. Von dem nördlichen Abhänge des Altyn-tu aus kann man sehen, wie der Fluß weiter im Osten dem tief unten liegenden Telezkoje-See zueilt. Von der Seeseite her betrachtet ist auch der Koljadyn ein weiß schäumender Wildbach, der sich in einer engen Schlucht in den See von 1500 m Höhe herabstürzt (siehe Abbild. 39).

Außer den erwähnten, im dauernden hydrographischen Zusammenhange mit dem Korumdu und dem Koljadyn stehenden Karen haben die Höhen um den Altyn-tu herum in ihren Gehängen noch mehrere andere aufzuweisen. Auf der nördlichen Talseite des Korumdu liegen Karnischen in 2100 m Höhe, auf dem Nord- und Westabhänge des vom Flusse nach Süden gelegenen Rückens aber in einer Meereshöhe von 1900—2000 m. Im allgemeinen ist die Höhe der obersten deutlich ausgebildeten Kare 1900—2100 m.

Auf Grund des Gesagten können wir annehmen, daß die eiszeitliche Schneegrenze auf der Nordseite des Altyn-tu etwa 1700 m über dem Meeresspiegel lag. Obgleich diese Angabe sich auf Beobachtungen in einem sehr beschränkten Gebiete stützt, dürfte sie doch einigen Wert haben, zumal da sie die erste ihrer Art aus dem Russischen Altai ist. Über die rezente Schneegrenze haben wir keine Angaben. Die Beobachtungen, die über die untere Grenze der heutigen Gletscher im östlichen Altai gemacht worden sind, machen es wahrscheinlich, daß sie ungefähr in 3000 m Höhe zu suchen



Querprofil durch die Täler des Korumdu und Koljadyn und einen Teil des Telezkojebeckens in fünffacher Überhöhung.

ist. Die Depression der Schneegrenze in der Eiszeit wäre also 1200—1300 m. — Die jetzige Waldgrenze liegt auf den Gehängen des Altyn-tu in einer Höhe von 1950—2000 m.

Unsere Betrachtungen haben zu Ergebnissen geführt, die im Einklange mit dem stehen, was ich früher über die Morphologie des zentralen und südlichen Altai sowie der angrenzenden Teile der Mongolei berichtet habe¹⁾. Eine alte Rumpffläche, die wahrscheinlich während des Mesozoikums gebildet worden ist, tritt in der heutigen Landschaft ziemlich deutlich hervor. In der Umgebung des Altyn-tu liegt sie in etwa 2000 m Höhe und bildet hier die gleich hohen Kämmen der Gebirgsrücken. Einige, aus widerstandsfähigeren Gesteinen aufgebaute Gipfel, wie der Altyn-tu, der Kara-korum und andere ragen über der alten Peneplain hervor. In der Tertiärzeit setzte ein neuer, von tektonischen Vorgängen veranlaßter Zyklus ein. Die Talsysteme dieses Zyklus hatten ein vollreifes Stadium erreicht, als die Eiszeit kam. Die glaziale Einebnungsperiode hat die höchsten Gebirge sowie die großen Täler erheblich umgestaltet. Das tiefe Becken des Telezkoje-Sees ist ein schönes Beispiel von den frühreifen Formen dieser Periode. Der gegenwärtige normale Zyklus schließlich hat im großen und ganzen nur unbedeutende Veränderungen bewirkt. Das Landschaftsbild wird von den Formen der tertiärzeitlichen Einebnungsperiode beherrscht. In dieser Hinsicht unterscheidet sich unser Gebiet von den westlicher und südlicher gelegenen Teilen des Altai und vor allem von der Mongolei, wo infolge eines trockneren Klimas der tertiärzeitliche Zyklus nicht ein so reifes Stadium erreicht hat und wo die Peneplain der früheren Periode in der Landschaft in größerem Umfange zur Geltung kommt. Die Telezkoje-Gegend gleicht in dieser Beziehung mehr den Alpen Europas.

Während meiner Reise von Bijsk nach dem Telezkoje-See machte ich am Unterlaufe des Katun einige flüchtige Beobachtungen, die als Ergänzung zu dem oben Ausgeführten erwähnt seien. In dem fraglichen Flußtale fand ich Endmoränen des diluvialen Katun-Gletschers in einer Meereshöhe von 300—350 m. Am Außenrande des glazialen Übergangskegels liegt der Ort Schulgin-log an der von Bijsk führenden Fahrstraße. Die eigentlichen Moränenanhäufungen treten überaus deutlich in der Umgebung der Dörfer Tschergatschak und Naimá (Maima) hervor. Südlich von dem letztgenannten erhebt sich ein 50—70 m hoher Moränenwall, dem die Fahrstraße eine lange Strecke folgt. Der Wall, dessen Oberfläche mit einer Menge großer, erratischer Blöcke übersät ist, versperrt das Tal der Naimá, eines rechts mündenden Nebenflusses des Katun. Hinter dem

¹⁾ Beiträge zur Kenntnis der Eiszeit in der nordwestlichen Mongolei und einigen ihrer südsibirischen Grenzgebirge. Fennia 28, Helsingfors 1910.