

**BEITRÄGE  
ZUR GEOLOGIE DES WESTLICHEN  
KWENLUN UND WESTTIBETS, NACH  
ZUGMAYERS BEOBACHTUNGEN.**

---

VON  
**KURT LEUCHS.**

---

SONDER-ABDRUCK AUS DER  
ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT, BAND 65,  
JAHRGANG 1913, MONATSBERICHT Nr. 3.

---

# Beiträge zur Geologie des westlichen Kwenlun und Westtibets, nach ZUGMAYERS Beobachtungen.

Von Herrn KURT LEUCHS.

(Mit 1 Textfigur.)

München, den 12. Januar 1913.

Herr ERICH ZUGMAYER in München übergab mir die auf seiner hauptsächlich zu zoologischen Zwecken 1906 unternommenen Reise gemachten geologischen Aufzeichnungen mit den von ihm gesammelten Handstücken zur Bearbeitung, wofür ich ihm meinen herzlichen Dank ausspreche.

In Anbetracht des Umstandes, daß unsere Kenntnisse vom geologischen Bau des von ZUGMAYER durchreisten Gebietes noch sehr gering sind, halte ich mich für berechtigt, die Ergebnisse der Untersuchung mitzuteilen, obgleich das vorliegende Material nicht sehr groß ist und sich überdies auf eine lange Strecke verteilt.

Über den Reiseweg hat ZUGMAYER einen Bericht mit topographischer Karte<sup>1)</sup> veröffentlicht, welcher meinen Ausführungen zur Grundlage dient, auf welchen ich hiermit verweise. Zur Orientierung ist auch Blatt 62 in STIELERS Handatlas, Ausgabe 1912, nützlich.

Vom Südrand des Tarimbeckens südöstl. Khotan querte ZUGMAYER den westlichen Kwenlun zwischen dem 80. und 82. Grad ö. Gr. im Gebiete des Oberlaufes des Kerija-darja, reiste dann im allgemeinen in SW-Richtung durch Westt Tibet bis zu dem östlichsten der Pangongseen und zog schließlich

---

<sup>1)</sup> PETERMANN'S Geogr. Mitt. 1909, 145–151, T. 17.

durch einen Teil der Karakorumhauptketten nördlich dieser Seenreihe in W-Richtung nach Ladakh.

In orographischer und geologischer Hinsicht gliedert sich der Weg ZUGMAYERS in 3 Teile. Es sind: 1. der westliche Kwenlun vom Südrand des Tarimbeckens bis zu dem Paß nördl. Baba Hatun oder Arasch, etwa in  $35\frac{1}{2}$  Grad nördl. Br. (auf ZUGMAYERS Karte bis zu dem Paß südlich Lager 9); 2. das hochliegende Bergland zwischen dem eigentlichen Kwenlun im Norden und den Hauptketten des Karakorum im Süden (bei ZUGMAYER vom Paß südlich Lager 9 bis Lager 44); 3. das Gebiet der Karakorumhauptketten nördlich der Panggongseen (Lager 44 bis Lager 50).

1. Westlicher Kwenlun. Von Sampula östlich Khotan querte ZUGMAYER die Ausläufer des Tekeligtagh, einer Vorkette des Kwenlun. Sie bestehen aus rotem blättrigem bis dünngeschichtetem Sandstein. Die Schichten stehen sehr steil, z. T. senkrecht, und ihre verschiedene Widerstandsfähigkeit bringt es mit sich, daß einzelne härtere Bänke wie Mauerreste aus dem Sande aufragen. Ein Bach bei Utrakija führt unter seinen Geröllen auch solche von Gneiss, Glimmerschiefer und rotem, z. T. porphyrischem Granitit. Diese Gerölle stammen aus dem eigentlichen Tekeligtagh.

Vom weiteren Weg bis Polu, der in zum Gebirgsrand schiefer Richtung verläuft, werden nur junge Ablagerungen erwähnt. Es sind grobe Konglomerate, darüber, 8—20 m mächtig, eine homogene Lehmschicht (= Löß?), und zu oberst, 0—30 m mächtig, verfestigter Sand mit kleinen Geröllen.

Was nun das Alter dieser Schichten betrifft, so sind zweifellos die dislozierten roten Sandsteine eine Abteilung der Hanhaischichten, unter welchem Namen die mächtigen kontinentalen Bildungen Zentralasiens der Tertiärzeit und, bei Mangel genügender Unterscheidungsmerkmale und dadurch bewirkter Unmöglichkeit einer Trennung, auch noch posttertiären Alters, zusammengefaßt werden. Dagegen dürften die anderen Ablagerungen die jüngsten dieses Gebietes sein, wobei unentschieden bleiben muß, ob die groben Konglomerate noch in das Jungtertiär oder schon ins Posttertiär zu stellen sind. Die Lehmschicht ist möglicherweise Löß und damit postdiluvialer Entstehung, und die verfestigten Sande mit ihren Geröllen können als die feineren Detritusmassen der Flüsse, in einiger Entfernung vom Nährgebiet abgelagert, aufgefaßt werden.

Der Weg geht bis Polu durch die Vorberge des Kwenlun, das Hochgebirge wird erst bei Polu erreicht, und hier ändert sich die Physiognomie sehr.

Von Polu (2560 m), nahe der Mündung eines linken Zuflusses in den Kerija-darja, aufwärts durch dieses linke Seitental sind Talboden und Hänge zunächst ganz mit Flußschottern ausgekleidet. Erst höher oben kommt älteres Gestein zutage und zwar Hornblendegranit. In 4000 m Höhe etwa tritt bröcklicher grünlicher und rötlicher Tonschiefer auf, und die Paßhöhe (5180 m, Su-baschi oder Kisil-dawan) bildet blättriger braunvioletter Glimmerschiefer. Außerdem kommen unter den Bachgeröllen vor bläulicher und roter Granitit, Hornblendegranit, Syenit und Quarze. Das Tal ist sehr höhlenreich, und die Höhlen werden von Goldgräbern benützt, welche aus den Flußschottern Gold auswaschen.

Nach dem Auftreten von Granit unter den Bachgeröllen muß angenommen werden, daß im Gebiete dieses Tales Granit zutage kommt, für dessen Vorhandensein ja auch die Glimmerschiefer der Paßhöhe sprechen.

Vom Paß geht der Weg nach Süden zu einer Ebene herab, in der einige Seen liegen (4650 m). Der Abstieg führt über Gehängeschutt, festes Gestein ist nicht sichtbar. Die Ebene ist im N, W und S mit mächtigen Schuttmassen erfüllt, in welche sich die von den 6000 m hohen Ketten herabfließenden Bäche tief eingerissen haben.

Über die Ebene und ihre Seen hat ZUGMAYER in seinem Bericht nähere Angaben gebracht; ich erwähne daraus die Feststellung, daß der Teil der Ebene, in welchem der Sagüskul liegt, eingebrochen ist, was an der verschiedenen Höhenlage einer horizontalen Schicht von torfartigen Pflanzenresten zu sehen ist.

Ferner zeigt sich, daß die ganze Ebene, ein einem Flußtal eingeschaltetes Becken, früher von einem See erfüllt war, der einen Abfluß nach O, zu einem Zufluß des Kerija-darja, hatte. Durch das Einsinken des westlichen Teiles des Seebodens (Gebiet des Sagüskul) sowie durch mächtige Ströme von basaltischer Lava, welche südlich der Ebene und in ihrem mittleren Teile aufstieg und Teile der Ebene bedeckte, wurde der einheitliche See zerstückelt und z. T. ausgefüllt. Solche Laven liegen südlich Sagüskul, ferner zwischen ihm und dem Atschikkul, endlich östlich und südöstlich Atschikkul. Sie bilden eine Barre zwischen diesem und dem Ullugkul, der 150 m höher liegt als Atschikkul und einen periodischen Abfluß zum Kerija-darja hat. Auch die beiden anderen Seen haben verschiedenes Niveau, und zwar liegt Atschik 100 m höher als Sagüs. Es ist demnach hier, wie ZUGMAYER bemerkt, durch die vereinigte Wirkung von tektonischen und vulkanischen

Vorgängen eine völlige Umkehr der Höhenverhältnisse entstanden, indem der breite, ursprünglich nach O sich senkende Talboden heute von W nach O stufenförmig ansteigt. Dadurch ist, in Verbindung mit der zunehmenden Verringerung der Wassermenge der Seen, dieses Gebiet dem Kerija-darja bis auf einen Bruchteil, den periodischen Abfluß des Ullugkul, entzogen worden.

Die Laven mögen noch näher besprochen werden. Die effusive Tätigkeit verteilt sich auf 2 Gebiete: das eine am Südrande der Ebene, in den Vorbergen der hohen Kette, und das andere östlich Atschikkul. In beiden Gebieten sind deutliche Krater zu sehen (2 nördlich der hohen Kette, 2 östlich Atschikkul, 1 südöstlich). Außerdem sind Sekundärkrater und Schlackenschornsteine zahlreich vorhanden.

Die Lavaströme dürften in der Hauptsache aus dem südlichen Gebiete nach N herabgeflossen sein, dafür spricht die Form der Krater dieses Gebietes, welche nach N offen sind. Hier lag also das Hauptgebiet der vulkanischen Tätigkeit.

Die Lava ist ein dunkelgraues, poröses Gestein mit porphyrischem Plagioklas, Quarz und reichlichen karbonatischen Bildungen in den Hohlräumen. Olivin ist gleichfalls vorhanden, jedoch sehr spärlich. Schlüsse auf das Alter der Effusion lassen sich daraus natürlich nicht ziehen. Dagegen ergibt die frische Beschaffenheit des Gesteins und seine Lagerung über den Sedimenten des alten Sees, daß die Ausbrüche in junger Zeit erfolgt sind und somit wahrscheinlich posttertiäres Alter haben. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß die Ströme z. T. starke Erosion durch fließendes Wasser zeigen.

Von dieser Ebene führt der Weg über einen Rücken nach SO zum Oberlauf des linken Zuflusses des Kerija-darja. Hier steht mürber grauer Tonschiefer, später auch Chloritschiefer an. Im Bach und in seinen seitlichen Zuflüssen finden sich Gerölle von Granitit, Gneiss und Quarz, da aber im Tal selbst nur der Schiefer anstehend gefunden wurde, müssen diese Gerölle aus den das Tal seitlich begrenzenden Bergen stammen. Beim Weiterweg, etwa in 5400 m, hören die Schiefer auf, von hier ab bis zum Paß (über 5800 m) und südlich bis zum Kerija-darja steht roter Sandstein an. Damit endet der eigentliche Kwenlun, die Sandsteinzone gehört schon zu dem zweiten der von mir unterschiedenen Gebiete.

Der Kwenlun südlich Kerija scheint nach diesen Beobachtungen einen ziemlich einfachen Bau zu besitzen. Am Nordrand ist dem alten Gebirge eine Zone junger Bildungen angelagert, deren z. T. stark gestörte Lagerung das Auftreten

tektonischer Bewegungen in junger Zeit beweist<sup>1)</sup>. Das alte Gebirge selbst besteht aus Tonschiefern, Glimmerschiefern und Graniten. Diese wurden im N anstehend gefunden, ihr Auftreten weiter nach S ist noch in 2 Gebieten durch die Bachgerölle festgestellt. Die Umwandlung der Ton- in Glimmerschiefer muß auf die von den Graniten ausgeübte Kontaktmetamorphose zurückgeführt werden.

Auch im südlichen Teil sind tektonische Bewegungen aus junger Zeit nachgewiesen, sie dürften noch später erfolgt sein als die am Nordrande. Gleichzeitig damit oder in ihrem Gefolge und in der Ausbreitung der Laven durch sie bestimmt, spielen sich die vulkanischen Vorgänge ab.

Wenn ich nun dazu übergehe, die hier gewonnenen Ergebnisse mit den von benachbarten Teilen des westlichen Kwenlun bekannten zu vergleichen, so ist zunächst zu betonen, daß nur westlich der ZUGMAYERSchen Route verlässige Angaben vorhanden sind. BOGDANOWITSCH<sup>2)</sup> gibt hier ein Profil von Khotan nach S, welches SUESS<sup>3)</sup> bespricht. Die Vorhügel werden von tertiären Hanhaischichten gebildet, diese Zone setzt sich nach O fort in den Ausläufern der Vorkette Tekeligtagh. Diese selbst besteht aus Gneiss und an ihrer Südseite aus einem schmalen Granitzug, ungefähr entsprechend dem Hornblendegranit südlich Polu. Daran schließt sich im Profil von BOGDANOWITSCH eine eingefaltete oder eingebrochene Mulde von Oberkarbonkalk und Angaraschichten, und südlich davon erscheint wieder Gneiss, eine 2. Kette, Karangutagh, bildend. An entsprechender Stelle sehen wir im Profil südlich Kerija eine Zone von Tonschiefern, die nach S in Glimmerschiefer übergehen. Zugleich tritt Granit auf in der Kette, über welche der Paß Su-baschi führt. Diese Kette bildet aber die Fortsetzung des Karangutagh nach O. Daraus ergibt sich, daß die Gneisszone sich noch nach O erstreckt, daß aber der Granit und besonders seine Gneiss-Randzone hier nur wenig entblößt ist und zum größten Teil noch unter den Schiefen liegt, die er kontaktmetamorph umgewandelt hat. Die Schieferzone dürfte wohl auch S. Khotan vorhanden gewesen sein, aber durch den grabenartigen Einbruch zwischen den beiden Gneissketten in die Tiefe gesunken sein, so daß

---

<sup>1)</sup> Analoge Beobachtungen darüber bringt auch HEDIN (PET. Mitt. Erg.-H. 131, 1900).

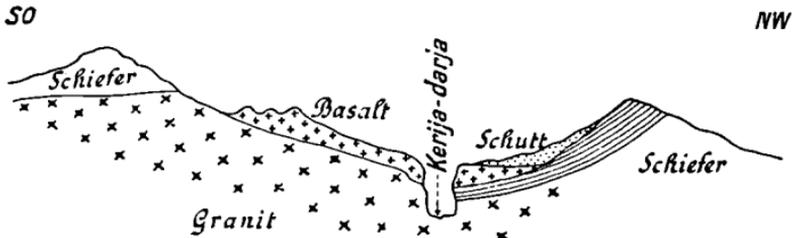
<sup>2)</sup> BOGDANOWITSCH: Geologische Untersuchungen in Ostturkestan (Arbeiten der tibetanischen Expedition unter Führung von M. W. PIETZOW, Bd. II, herausgeg. von der Kais. russ. geogr. Ges. 1892 [russ]).

<sup>3)</sup> Antlitz der Erde III, 1, S. 346.

sie jetzt von den jüngeren Sedimenten verdeckt ist, welche ihrerseits durch die Versenkung vor der Zerstörung bewahrt blieben.

Die Beobachtungen südlich Kerija zeigen also die Hauptzüge des westlichen Kwenlun, wie sie im W erkannt wurden. SUESS (s. o.) hat die Einzelbeobachtungen, besonders von BOGDANOWITSCH und STOLICZKA, zusammengefaßt. Es ergibt sich daraus folgendes:

An den Innenrand des westlichen Kwenlun oder Jarkentbogens lagern sich Hanhaischichten, teilweise in gestörter Lagerung. Der Kwenlun besteht aus einem breiten Zug wahrscheinlich devonischer, sicher präkarbonischer Sedimente, welche von mächtigen Granitstöcken durchbrochen sind. An manchen Stellen (südlich Khotan, südlich Kerija) tritt Granit (bzw. Gneiss)



Querprofil des Tales des Kerija-darja nach ZUGMAYER.

am Innenrand des Bogens auf. Weiter im W dagegen ist dem Devonzug eine Zone von karbonischen Kalken vorgelagert, ein Rest dieser Zone findet sich südlich Khotan und hier wird sie durch den nun den inneren Teil des Bogens bildenden Granit (und Gneiss) abgelöst.

2. Das hochgelegene Bergland von Westtibet. Der von ZUGMAYER überschrittene Paß nördlich Baba Hatun oder Arasch im Tale des Kerija-darja liegt in rotem bis violettem Sandstein. Über seine Lagerung zu dem Tonschiefer ist nichts bekannt, doch scheint es mir zweifellos, daß der Sandstein jünger ist. Dafür spricht der Umstand, daß er die obersten ca. 400 m des Tales allein bildet, dafür spricht auch die Tatsache, daß mit dem Betreten des Sandsteingebietes die Gerölle von Granit im Bachbett verschwanden.

Der Sandstein bildet vom Paß bis zum Tale des Kerija-darja herab das Anstehende. Der Fluß hat hier sein Bett tief eingengagt und die Wände der Schlucht zeigen folgendes (Fig. 1):

Das tiefste bildet ein bläulicher, z. T. porphyrischer Granit, die Fortsetzung des Granitmassivs, dessen Spuren in dem linken

Seitental des Kerija-darja gesehen wurden. Während aber dort der Granit noch größtenteils durch die Schieferhülle verdeckt ist, ist er hier ganz davon entblößt. Erst im Quellgebiet des Kerija-darja, an dem Paß östlich von Lager 12 ZUGMAYERS, liegt wieder Schiefer über dem Granit. In dem Gebiete dazwischen aber liegt über ihm der rote Sandstein. Er zeigt keine Spur von Kontaktmetamorphose, und zusammen mit der Lagerung ergibt sich daraus, daß der Sandstein jünger ist als Schiefer und Granit.

Der Sandstein ist in der Schlucht 20 m mächtig, südlich der Schlucht scheint er zu fehlen.

Die Gegend von Baba Hatun ist noch weiter von Interesse. Wir sehen nämlich auch hier wieder junge Krater südlich des Flusses, und von ihnen ausgehend basaltische Lava von sehr ähnlichem petrographischem Charakter, wie die schon besprochene, sich als Strom von etwa 5 km Breite und 1,5 km Länge in das Tal herabziehen und auf dessen linker Seite über dem Sandstein auskeilen. Durch diese Lavadecke wurde das Flußtal abgedämmt, der Damm hielt aber nicht lange stand, und heute ist die Schlucht bis in den Granit herab eingeschnitten. Die Lava verursachte auch eine Veränderung und teilweise Ausfüllung des Tales oberhalb dieser Schlucht, worüber ZUGMAYER näheres berichtet.

Überdeckt ist die Lava links des Flusses von Sandsteindetritus, der von der Paßhöhe herabkommt. Außerdem wurden auf der Lava lose herumliegende kleine Stücke von braunem und bläulichweißem Chalcedon und Hornstein gesammelt. Sie besitzen sehr unregelmäßige Formen, die Kanten sind z. T. schwach gerundet, z. T. scharf; außerdem fanden sich sehr kleine farblose Quarze, von denen einer deutliche Krystallform (hexagonales Prisma und undeutliche hexagonale Pyramide) besitzt. Es scheint, als ob diese Stücke aus dem Sandstein stammen und von ihm auf die Lava herabgeschwemmt wurden, z. T. mögen sie Bestandteile der Lava gewesen sein.

Vom Weiterweg fehlen Beobachtungen über anstehendes Gestein. Erst vom Becken des Jeschilkul (5030 m) wird solches erwähnt. Nördlich des früher größeren Sees bildet dunkelgrauer Kalkstein mit Kalkspatgängen eine Kette niedriger Hügel. Die Schichten sind disloziert und fallen mit 50° (N oder S?) ein. Am Westufer steht roter Sandstein an, der anscheinend unter dem Kalkstein liegt. Feine brecciöse Konglomerate umgeben in ausgedehnten Bänken den heutigen See, in größerer Entfernung vom Ufer liegen 8—15 m mächtige Schichten von weichem Mergel, der aus einem Wechsel

von lichtbräunlichen und grauen Lagen besteht; beides sind Ablagerungen des Sees, der in junger Zeit entsprechend größere Ausdehnung hatte. Heiße Schwefelwasserstoffquellen (über 70°) mit Kieselsinter und Schwefelinkrustationen liegen am Nordufer des Sees.

Die vom Jeschilkul nach WSW sich erstreckende Talung ist ein alter Seeboden, frühere Strandlinien sind an einigen Stellen sichtbar. Die Berge zu beiden Seiten bestehen aus rotem Sandstein mit Tongallen, die höhere Kette im Norden aus dunkelgrauem Kalkstein, der also auch hier über dem Sandstein liegt.

Dasselbe zeigt sich in dem Becken, in welchem der See bei Lager 23 liegt. Im N, S und O liegt roter Sandstein. Im N und O ist er überlagert von Kalkstein, der im O in Form von höhlenreichen Erosionsresten erhalten ist. Im S fehlt der Kalkstein ganz. Die Kette westlich des Sees besteht ebenso wie die im N aus Kalkstein. Auch dieser See zeigt die Spuren starken Rückganges durch alte Strandlinien und Sedimente ähnlich wie am Jeschilkul.

Ähnliche Verhältnisse bietet die Umgebung des Apo-Zo (5370 m). Zunächst am See bestehen die Berge teils aus Sandstein, der aber hier, wenigstens teilweise, ein graugrüner Quarzitsandstein ist, teils aus dunkelgrauem Kalkstein. Die 3 Inseln des Sees sind ebenfalls aus Kalkstein, die Halbinsel aber ist aus rotem Sandstein aufgebaut. Im NO ist der Kalkstein bis auf wenige Reste fortgeschafft, im SW ganz. Östlich des Sees erhebt sich die Largotkangikette, die ebenso wie ihre Ausläufer aus Sandstein besteht, dagegen wird die Kette südlich des Seebeckens von Kalkstein gebildet.

Auch dieser See zeigt alte Strandlinien, besonders im W. Sein Abfluß ist gleich dem früher erwähnten des Ullugkul nur noch ein periodischer.

Mangzaka (5200 m). Die breite Sumschilingebene verbindet Apo-Zo mit dem weit im W gelegenen Mangzaka. Nach ZUGMAYERS Beobachtungen ist es wahrscheinlich, daß die ganze Ebene zusammen mit dem Tal zwischen Apo-Zo und Jeschilkul und dem Becken dieses Sees früher von einer einheitlichen Wassermasse erfüllt war (näheres bei ZUGMAYER!) Dafür sprechen die alten Strandlinien, welche noch 170 m über dem heutigen Spiegel des Mangzaka gefunden wurden. Südlich des Sees wurde ein Profil aufgenommen. Auch hier bildet bläulicher Granit das Liegende, darüber kommt roter Sandstein und zu oberst dunkelgrauer Kalkstein.

Erwähnt sei noch die große Zahl von warmen Quellen, z. T. mit Schwefelwasserstoff.

Die Berge beiderseits des kleinen Sees (bei Lager 30) bestehen aus grauem Tonschiefer, ebenso die Vorberge der hohen Ketten südlich davon, d. h. wahrscheinlich in dem Gebiete der Wasserscheide zwischen Lager 30 und 31. Die hohen Ketten selbst werden von Kalkstein gebildet und die niedrigen Erhebungen längs der Marschlinie von rotem Sandstein.

In ihnen ist an einer Stelle, SO Lager 31, roter Quarzporphyr aufgedrungen.

Der weitere Weg geht in südlicher Richtung bis zu einem Zufluß des östlichsten Panggongsees, dann in WSW durch dieses Tal zum See. Geologisch zeigt sich stets das gleiche Bild: unten roter Sandstein und darüber dunkelgrauer Kalkstein. In den Tälern liegen z. T. mächtige Schottermassen. Unter den Geröllern finden sich bei Lager 37 in dem zum Panggongsee ziehenden Tal auch solche von Hornblendegranit, die aus der hohen Kette nördlich dieses Tales stammen.

Auch nördlich der Panggongseen wurde nur Sand- und Kalkstein beobachtet, und erst bei Lager 44, östlich des Salamla-tales, ist die westliche Grenze dieser einförmigen Zone erreicht.

Da Angaben über Streichen der Schichten gar nicht und über Fallen nur von einer Stelle gebracht werden konnten, ist es schwierig, den Bau dieses Gebietes klarzulegen. Doch scheint im allgemeinen die Lagerung der Gesteine eine flache zu sein, und damit läßt sich am besten die weite Verbreitung von Sand- und Kalkstein erklären. Denn ein Blick auf eine Karte zeigt, daß dieses Gebiet in NO—SW-Richtung etwa 300 km breit ist.

An einigen Stellen ist die Unterlage des Sandsteins sichtbar. Es ist die Schieferhülle des Granits und dieser selbst, festgestellt am Nordrand der Zone bei Baba Hatun, im südwestlichen Teile südwestlich und südlich des Mangzaka, und endlich im südlichsten Gebiete, wo die Kalk- und Sandsteinzone an die Hauptkette des Karakorum grenzt.

Es ergibt sich daraus, daß die Gesteine dieser Zone jünger sind als Schiefer und Granit. Da es ZUGMAYER nicht gelang, Fossilien zu finden, und da andererseits auch Überdeckung durch jüngere Sedimente, abgesehen von den jungen Seebildungen, fehlt, ist es unmöglich, das Alter der Schichten zu bestimmen. Einen, allerdings unsicheren Anhaltspunkt dafür gibt nur die Betrachtung der Gebiete westlich des besprochenen.

Dabei zeigt sich nun, daß in hohem Grad Übereinstimmung herrscht.

SUESS<sup>1)</sup> hat ein Bild dieser Gegenden entworfen, ihm sei folgendes entnommen: Vom Mustagata an der Westseite des Tarimbeckens nach S und SO streicht eine breite Gneisszone durch den Karakorum ( $K_2$ ) zu den Panggongseen. Nordöstlich davon breitet sich ein Kalkgebirge aus, das nach O rasch an Breite zunimmt. Es nimmt den ganzen Raum zwischen den beiden nach O auseinandertretenden hohen Kettenzügen Kwenlun und Karakorum-Transhimalaya ein. Das Kalkgebirge besteht aus marinen Ablagerungen verschiedener Perioden. Sicher bekannt ist Karbon, Perm, Trias, Lias und Callovien. Dieses Gebiet zerfällt von W nach O in folgende Teile: Gebiet des Karakorumpasses, Hochebene Dipsang, die Lokzhungberge, Lingzithang, Aksai-Tschin. Daran schließt sich im O das Bergland von Westtibet.

Die geologische Geschichte dieser Gebiete ist dadurch besonders interessant, daß bis zu ihnen die permischen und mesozoischen Meeresstransgressionen von S her sich erstreckten. Sie reichten über den Karakorum nach N bis zum Südrande des westlichen Kwenlun. Dieser selbst blieb dauernd Land, auf ihm bildeten sich während des Mesozoicums Angaraschichten, deren kontinentaler Charakter in scharfem Gegensatz zu dem marinen der Kalksteine im Süden steht.

Der Untergrund des Sand- und Kalksteingebietes erscheint als die stark abgetragene Rumpffläche eines alten Gebirges. Es dürfte hauptsächlich aus paläozoischen (devonischen?) Schiefen mit großen jüngeren Granitmassiven bestanden haben. Die Abtragung des Gebirges war so weit vorgeschritten, daß diese Granite schon auf weite Strecken bloßgelegt waren. Darüber legte sich der Sandstein, entstanden aus den Aufbereitungsmassen der alten Gebirge, entweder als kontinentale (Wüsten-?) Bildung oder als Absatz in einem langsam vorrückenden Meer, und dann erst bildeten sich rein marine Sedimente. Wie schon erwähnt, kann deren Alter zurzeit nicht bestimmt werden; es ist möglich, daß sie mehrere Horizonte umfassen; doch möchte ich darüber keine weiteren Bemerkungen machen wegen des durchaus hypothetischen Charakters, welchen sie notwendigerweise zeigen müßten. Erwähnen möchte ich aber noch, daß Sandsteine im Liegenden der Kalksteine westlich dieses Gebietes zu fehlen scheinen, wenigstens nicht als durchgehender Horizont nachgewiesen sind.

3. Nördliche Hauptkette des Karakorum. Die ersten Spuren dieser Kette wurden schon bei Lager 37 in dem zum

---

<sup>1)</sup> Antlitz der Erde I, S. 565; III 1, S. 348.

östlichsten Panggongsee ziehenden Tal gefunden, nämlich Gerölle von Hornblendegranitit. Aber erst bei Lager 44, östlich des Salamlatales, wurde das Gebiet der Kette selbst betreten. Hier stehen krystalline Schiefer an. Von Gesteinen liegen vor ein graugrüner Glimmerschiefer, ein Stück eines lamprophyrischen Ganges, der diesen Glimmerschiefer durchsetzt, und ein grünlicher Quarzit.

Diese Schieferserie setzt sich nach W fort und ist in den vom Kisupaß nach O und W herabziehenden Tälern zu beobachten, ebenso wie am Passe. Dort tritt zu den Schiefnern noch dunkelgrüner Biotitgranitit.

Endlich mögen noch Stücke von Jadeit erwähnt werden, welche ZUGMAYER am NO-Fuß des Tschangla östlich Leh sammelte. Das Muttergestein ist Biotitgranitit.

STOLICZKA<sup>1)</sup> hat die Hauptketten des Karakorum zwischen Leh und Westende der Panggongseen von SW nach NO gequert. Er fand dort sehr verschieden ausgebildete syenitische Gneisse, feinkörnigen Syenit und Übergänge in Hornblendeschiefer. Auch typischer Gneiss wurde festgestellt, der ohne scharfe Grenze in den Syenit übergeht. Ferner beobachtete STOLICZKA, daß eine Serie von syenitischem Gneiss, Syenitschiefer, Chloritschiefer nördlich vom Tschangla bis zum Westende der Panggongseen sich erstreckt. Ihre NO-Grenze hat diese Zone im Tschangtschenmotale, dort beginnt das Kalkgebiet von Lingzithang mit karbonischen und triassischen Sedimenten.

Die von ZUGMAYER nördlich der Panggongseen gesammelten Gesteine stammen aus der Kette, welche die Fortsetzung jenes von STOLICZKA gequerten Zuges alter krystallinischer Bildungen ist. Die Hauptkette des Karakorum mit NW-SO-Richtung ist noch nördlich der östlichen Panggongseen nachzuweisen, weiter im O hat aber ZUGMAYER dort, wo ihre weitere Fortsetzung liegen müßte (etwa zwischen Lager 33 und 37), nur die jüngeren Ablagerungen gefunden. Es scheint daher, als ob diese Kette hier plötzlich endigt. Möglich ist jedoch auch, daß sie hier stärker abgetragen und dadurch von den jüngeren Ablagerungen verdeckt ist.

Zum Schlusse seien mir noch einige Bemerkungen gestattet.

Es darf angenommen werden, daß durch die dankenswerten Beobachtungen ZUGMAYERS die Gesteine des durchreisten Gebietes, wenigstens ihre Hauptgruppen, bekannt

---

<sup>1)</sup> Records Geol. Survey of India 1874.

wurden. Ebenso dürfte ihre Verbreitung ziemlich genau festgelegt sein. Es muß späterer Forschung überlassen bleiben, eingehendere geologische Untersuchungen dort auszuführen, und ich möchte hier auf die Punkte hinweisen, welche von besonderem Interesse sind.

Am Nordrande des Kwenlun wäre es äußerst wichtig, zu erforschen, welcher Art die tektonischen Verhältnisse zwischen dem alten paläozoischen Gebirge und den jungen Bildungen sind. Ich erinnere daran<sup>1)</sup>, daß am Südrand des Tianschan Überschiebungen vom Gebirge gegen das gesunkene Vorland, das Tarimbecken, an verschiedenen Stellen nachgewiesen sind, daß an anderen Stellen das Gebirge staffelförmig nach Süd absinkt. Vom Südrand des Tarimbeckens fehlen bis heute Beobachtungen über Tektonik, und wir wissen nicht, wie die Hanhaischichten, die dort ähnlich wie am Nordrande mächtig entwickelt sind, sich zu dem alten Gebirge verhalten. Wenn wirklich eine allgemeine Bewegungsrichtung der zentralasiatischen Gebirge gegen Süd vorhanden ist, so müßte sie auch hier in Erscheinung treten. Wenn aber, wie ich glaube annehmen zu dürfen, die zum Teil mit Überschiebungen verbundenen Absenkungen am Südrande des Tianschan nur Folgeerscheinungen des Einbruches darstellen, welcher das Gebiet des Tarimbeckens betroffen hat, so könnten wir auch an dessen Südrand und ebenso am Westrand ähnliche tektonische Verhältnisse erwarten. In der Tat hat BOGDANOWITSCH südwestlich Jangi Hissar im Kaschgargebirge nachgewiesen, daß die devonischen Sedimente dort eine nach Ost, also gegen das Tarimbecken übergelegte Falte bilden. Dies ist aber meines Wissens bisher der einzige bekannte Fall einer gegen das Bruchbecken gerichteten Bewegung des Kwenlun. Deshalb wäre es verfrüht, daraus zu verallgemeinern, um so mehr, als diese Falte auch durch andere Ursachen entstanden sein könnte (Rückfaltung).

Das Alter der Kalksteine in Westtibet ebenso wie das der liegenden Sandsteine zu ermitteln, bleibt eine lohnende Aufgabe. Wir wissen bis jetzt aus dem im Westen anstoßenden ähnlich gebauten Gebiete nur, daß es im Karbon, im Perm, in Trias und Jura vom Meere überflutet war, können aber noch nicht nachweisen, daß die Meeresbedeckung von Karbon bis Jura eine dauernde war, oder daß Oszillationen mit zeitweiser Trockenlegung stattfanden. Die Wahrscheinlichkeit für

---

<sup>1)</sup> LEUCHS: Ergebnisse neuer geologischer Forschung im Tianschan. Geol. Rundschau 1913, H. 3.

diese zweite Annahme ist aber sehr groß, denn das Gebiet liegt ja in den äußeren Teilen der Thetys. Auch zeigt sich ein Unterschied gegenüber dem Gebiete im Westen darin, daß die roten Sandsteine im Liegenden der Kalksteine dort fehlen, woraus geschlossen werden könnte, daß im Osten die rein marinen Bedingungen erst später entstanden.

Die nächsten Angaben über den geologischen Bau dieser südlich des Jarkentbogens gelegenen Zone, östlich der ZUGMAYERSchen Route, bringt HEDIN<sup>1)</sup>. Obwohl seine Querung zwischen  $85\frac{1}{2}$  und  $86\frac{1}{2}$ <sup>0</sup> O.Gr., also etwa 400 km weiter östlich liegt, zeigt sich doch eine auffallende Übereinstimmung vor allem darin, daß auch hier im Osten rote Sandsteine große Verbreitung besitzen. Ebenso kommen junge Effusivgesteine (Andesite) vor, welche die Sandsteine durchbrochen haben und auf deren Oberfläche Krater und Lavaströme bilden. Endlich ist auch der Kalkstein im Hangenden der Sandsteine vorhanden. Die Sandsteine sind meist schwach gefaltet und öfters in Form von Zeugenbergen erhalten, auf denen an manchen Stellen als schützende Decke Andesittuff oder -lava liegt.

Es liegt nahe, anzunehmen, daß auch das ganze zwischen ZUGMAYERS und HEDINs Route liegende Gebiet den gleichen Bau besitzt. Daraus würde hervorgehen, daß der Jarkentbogen in seiner ganzen Länge die gleiche Rolle gegenüber den postkarbonischen bis jurassischen Transgressionen und Ingressionen behauptet hat. Er bildet während dieser ganzen Zeit den Südrand des Angarakontinentes, und dieser Südrand ist nicht mehr vom Meere überflutet worden. Die Thetys bleibt auf das Gebiet südlich des Jarkentbogens beschränkt; ihr Nordufer mag dort im Laufe der Zeiten sich verändert haben durch Ingressionen und Regressionen, die sich im Vorlande des Jarkentbogens abspielten, aber dieser selbst bleibt davon unberührt.

Die letzte Frage von größerer Bedeutung ist die nach dem weiteren Verlaufe der Karakorumkette nördlich der Panggongseen. Die beiden in Betracht kommenden Möglichkeiten habe ich schon erwähnt. Ihre Erforschung ist deshalb wichtig, weil sie die Beziehungen zwischen Karakorum und Transhimalaya aufklären können. Es scheint, als ob beide Gebirge eng zusammengehören. Daran würde auch der sichere Nachweis einer Unterbrechung des Zusammenhanges, etwa durch Grabenbrüche, nichts ändern.

---

<sup>1)</sup> PETERM. Mitt., Erg.-H. 131, 1900; Scientific Results of a Journey in Central Asia 1899—1902, Bd. 6, Teil 2: Geology (BÄCKSTRÖM, JOHANSSON), 1907.