

DIE ALLGEMEINEN
WISSENSCHAFTLICHEN ERGEBNISSE
EINER
FORSCHUNGSREISE DURCH CENTRAL-ASIEN
NORDOST-TIBET UND INNER-CHINA.

VORTRAG
GEHALTEN AUF DEM VII. INTERNATIONALEN GEOGRAPHEN-KONGRESS
IN BERLIN IM JAHR 1899

VON

PROF. DR. K. FUTTERER
(KARLSRUHE)

(SONDERABDRUCK AUS DEN VERHANDLUNGEN DES VII. INTERNATIONALEN
GEOGRAPHEN-KONGRESSES IN BERLIN, 1899)

BERLIN 1900.
DRUCK VON WILHELM GREVE.

Die wissenschaftliche Expedition, über welche ich Ihnen hier zu berichten die Ehre habe, die aus privaten Mitteln meines Freundes Dr. Holderer ausgerüstet und unternommen wurde, hatte für ihre wissenschaftlichen Arbeiten die folgenden Erwägungen zur Grundlage:

Bei der für die Reise zur Verfügung stehenden Zeit von etwa 1½ Jahren und den für sie in Aussicht genommenen Mitteln, ergab sich von selbst die Nothwendigkeit bei der geplanten Durchquerung Asiens grosse Strecken verhältnissmässig rasch zu durchmessen, um zu der Erreichung des geographischen Hauptzieles noch genügend Zeit übrig zu haben, und es auch unter ungünstigen und nicht vor auszusehenden Umständen nicht aus Mangel an Zeit aufgeben zu müssen. Als solches geographisches Hauptziel war ins Auge gefasst, den noch unbekanntem Theil des Laufes des oberen Hoang-ho ganz oder theilweise zu erforschen, der zwischen der Stelle seines Laufes, wo ihn die grosse Pilgerstrasse von Kuku-nor nach Lhasa unterhalb seines Quellgebietes östlich von den Sternenseen überschreitet, liegt und der Einmündung des Baa-Flusses am Süd-Fusse des Dschupar-Gebirges, wo Przewalskij ein weiteres Vordringen entlang dem Fluss aufwärts hatte aufgeben müssen.

Auf dieser Strecke seines Laufes macht der grosse Strom eine scharfe, knieförmige Umbiegung und durchbricht ein hohes Gebirge (Amne-matschin-Gebirge), das Roborowski auf seiner kühnen Reise erreichte, ehe er durch seinen Unglücksfall zur Umkehr, kurz vor Erreichung des Hoang-ho, gezwungen wurde. Es boten sich zwei Möglichkeiten zur Erforschung dieser wichtigen Gebirgsländer Hoch-

Tibets und der dort gelegenen Wasserscheide zwischen den Oberläufen der mächtigsten Ströme China's, des Hoang-ho und Yang-tse-kiang. Es galt entweder zu versuchen, dem Laufe des Hoang-ho vom Oring-nor, der auf bekanntem Wege zu erreichen ist, nach Osten abwärts zu folgen und die Stelle seiner plötzlichen Umbiegung nach Norden und des Durchbruches durch die östliche Fortsetzung des Amne-matschin-Gebirges zu erreichen und von da nach Osten einen Weg ins obere Thal des Tao-ho und nach Min-tschou in der Provinz Kansu, oder nach Südost über die Wasserscheide zum Flussgebiet des Yang-tse-kiang nach der Stadt Sung-pan-ting in der Provinz Sze-tschwan zu nehmen. Oder aber es war zu versuchen, vom Austritt des Hoang-ho aus den Gebirgen Nordost-Tibets, von der engen Schlucht im Dschupar-Gebirge an seinem Laufe aufwärts zu folgen, und so ebenfalls das Knie zu erreichen.

Zuerst bestand die Absicht, den erstgenannten Weg zu nehmen, und ich werde später zu erörtern haben, wie durch eine Reihe unglücklicher Umstände die Expedition schon auf dem Wege zum Tscharing-nor gezwungen wurde, diesen Plan aufzugeben und den zweiten auszuführen zu versuchen, auf dem sie dann bis sehr nahe an das Knie des Hoang-ho und in den obersten Theil des Tao-Thales vordringen konnte.

Ist dadurch die geographische Hauptaufgabe der Expedition bezeichnet, so waren es daneben noch eine Reihe vom geologisch-wissenschaftlichen Standpunkt aus nicht minder wichtige Fragen, denen auf den verschiedensten Strecken des Weges die Expedition ihre Aufmerksamkeit schenkte. Vor Allem war hierfür ein leitender Gesichtspunkt, wissenschaftliche Sammlungen als Ausgangsmaterialien für spätere Untersuchungen zu gewinnen, und in der That zeigte sich am Ende der Reise, dass selbst aus geographisch und im Allgemeinen schon bekannten Gebieten für die Wissenschaft schätzbare Materialien sich ergaben, weil bei vielen der früheren Forscher andere als gerade geologische Gesichtspunkte im Vordergrund standen oder auch die Sammlungen nicht in ausgedehnter und systematischer Weise angelegt werden konnten. Selbst da, wo Dr. Holderer's Expedition auf verhältnissmässig kürzeren Strecken auf Wegen sich bewegte, welche so mustergültige Geologen und Forscher wie v. Richthofen und v. Loczy, Obrutschew und Bogdanowitsch begangen hatten und auf denen nichts wesentlich Neues mehr zu finden ist, glaube ich, dass ein sehr reiches Material grosser photographischer Aufnahmen, wie z. B. der Erosions-Erscheinungen in der Gobi, der Lössgebiete des Wei-ho-Gebietes u. a., zur Ergänzung der früher gegebenen Beschreibungen und Skizzen dienen und wesentlich zur Veranschaulichung dieser merkwürdigen Gebilde beitragen wird.

Ich werde im Folgenden für jeden Abschnitt der Reise diese geologisch und geographisch wichtigen Punkte hervorheben und hier nur im Allgemeinen noch erwähnen, dass zoologische und botanische Sammlungen von Herrn Dr. Holderer angelegt und von einem als Präparator geschulten, deutschen Diener konservirt wurden; meteorologische Betrachtungen wurden von mir mit möglichster Regelmässigkeit dreimal des Tages angestellt und erstreckten sich auf Ableitung von drei Aneroid-Barometern, Schleuder- und Aspirations-Psychrometer, Insolation, Minima der Lufttemperaturen der Nächte und Maxima der Tage, Wind, Bewölkung, Niederschläge. In der Wüste Gobi und während des Marsches durch Nordost-Tibet wurden auch eingehende Bodentemperatur-Bestimmungen vorgenommen.

Eine topographische Routenaufnahme mit geologischen Eintragungen erstreckt sich über 600 km auf dem Wege durch die Wüste Gobi von Hami direkt bis Su-tschou und wieder über etwa 750 km vom Südufer des Kuku-nor bis nach Min-tschou am Tao-ho.

Auf alle diese Reiseergebnisse werde ich im Folgenden nicht weiter eingehen; das Wichtigste der meteorologischen Beobachtungen ist in den Reiseberichten, in den „Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin“¹⁾ mitgetheilt, und die genaue Durcharbeitung erfordert noch längere Zeit; dasselbe gilt von den Höhenberechnungen und Breitebestimmungen, die an wichtigeren Punkten Tibets vorgenommen wurden.

Der erste Theil des Reiseweges der Expedition von Europa durch den Kaukasus, über das Kaspische Meer und durch Russisch-Central-Asien, die Transkaspische Provinz und Russisch-Turkestan bis nach Osch am Fusse des gewaltigen Berglandes des Alai und in der äussersten Südostecke des fruchtbaren Thales von Fergana, bietet zwar sehr viel Interessantes, aber nicht in den Rahmen dieses Vortrages Gehörendes. Die Expedition war am 19. November 1897 von Karlsruhe aufgebrochen und hatte bis Ende des Jahres den Weg bis zum Ende der damals bis an den Syr-darya geführten Bahn zurückgelegt; nach kurzem Aufenthalt in Taschkent, der Hauptstadt des General-Gouvernements Turkestan, wurde mit der Post Fergana durchreist und Osch am 21. Januar erreicht.

Der Übergang über das stark verschneite Alai-Gebirge im Terek-Dawan-Pass bis Kaschgar nahm 16 Tage, vom 26. Januar bis 11. Februar in Anspruch, und es lag an den winterlichen Verhältnissen, wenn zusammenhängende, geologische Beobachtungen nicht gemacht werden konnten und das Hauptinteresse den meteorologischen Be-

¹⁾ Verhandlungen der Gesellschaft f. Erdkunde z. Berlin 1898 No. 5, 6, 1898 No. 8, 9, 1899 No. 2, 3.

obachtungen beim Übergang über ein centralasiatisches Hochgebirge im Winter zufallen dürfte.

Von Wichtigkeit aber für den weiteren Reiseweg, entlang am Nordrand des Tarim-Beckens und Südfuss des östlichen Thien-schan, wurden die Beobachtungen, welche östlich vom Terek-Dawan-Pass und schon auf chinesischem Gebiete bis gegen Kaschgar hin über jene jungen Sandstein- und Konglomerat-Bildungen gemacht werden konnten, die über den durch reiche Fossilführung charakterisirten Kreideschichten folgen und zuerst von Stolizka, nördlich von Kaschgar bei Artusch, beobachtet und dem jüngeren Tertiär zugerechnet wurden, obwohl charakteristische Versteinerungen nicht gefunden werden konnten.

Diese Sedimente der Artusch-Serie sind steil aufgerichtet und haben noch an der Gebirgsfaltung theilgenommen, deren junges Alter dadurch bewiesen wird.

Ganz identische Ablagerungen und ebenfalls in gefaltetem Zustande sind nun in weiter östlicher Erstreckung am Thien-schan nachweisbar und zuletzt östlich von Turfan gefunden worden.

Auf dem Wege der Expedition von Kaschgar über Maral-Baschi, Aksu, Kutscha bis Kurliä, der zuerst in grösserer dann aber in geringerer Entfernung vom Gebirgsfuss am Nordrande des Tarim-Beckens entlang führt und in der Zeit vom 24. Februar bis 1. April zurückgelegt wurde, ist es hauptsächlich das gegenseitige Verhältniss der Vertheilung von Oasen, Sand- oder Kieswüsten und die Ursachen derselben, welche die Aufmerksamkeit der Geologen fesseln.

Die physiographische Beschaffenheit dieses Gebietes ist schon mehrfach Gegenstand der Darstellungen gewesen, und man kann davon als wesentliche Züge das Folgende hervorheben. Durch die Flüsse sind aus dem Gebirge neben Schottern und Sand auch grosse Mengen von Lehm über die flachen Gebiete der Thäler und des grossen Tarim-Beckens ausgebreitet und wo, sei es durch die natürlichen Verhältnisse oder durch die hochentwickelte Irrigation, es gelingt, Wasser hinzubringen, ist fruchtbares Acker- und Oasengebiet, das in einem allerdings häufig durch wüstenartige salzige oder sandige Strecken unterbrochenen schmalen Gürtel den westlichen Theil des Tarim-Beckens umzieht, und die Grösse der einzelnen fruchtbaren Gebiete hängt im Wesentlichen von der Menge des vorhandenen Wassers, also der Stärke der aus den Randgebirgen austretenden Flüsse ab.

Es ist nun charakteristisch, wenigstens in dem von unserer Expedition durchmessenen Theil, dass sich an dem Fuss des ganz kahlen, vegetationslosen, steil aufsteigenden Gebirges eine oft mehrere Kilometer breite Zone einer Kies- oder Schotterwüste anschliesst,

die aus den groben Geröllmassen besteht, welche die Flüsse aus den meist sehr engen, schluchtenartigen Thälern auf das flache Land heraustragen, als flache Aufschüttungskegel an den Thalausgängen aufschütten. Dadurch, dass diese sterilen, aus ganz groben Geröllen bestehenden flachen Kegel benachbarter Thäler sich seitlich zusammenschliessen, entsteht die kontinuierliche, allerdings in ihrer Breite vielfach wechselnde Kieszone, die man als ächte Wüste bezeichnen darf; denn selbst längs der über sie in vielfacher, natürlicher wie künstlicher (zur Bewässerung der weiter aussen liegenden Oasen) Verzweigung herabfliessenden Arme der Bäche oder Flüsse sind meist nur spärliche Gebüsche oder einige niedere struppige Bäumchen, deren Wurzeln zwischen den groben Schottern Halt gefunden haben.

Erst da, wo das Gefälle schwächer wird, wo insbesondere bei Hochwassern aus dem Gebirge nicht mehr die Überschüttung der äusseren Theile der Schuttkegel durch neue Geröllmassen hinreicht, beginnen sich erst wenig mächtige, zungenartig gegen das Gebirge vorgreifende Lehmabsätze zu bilden, die weiter nach auswärts vom Gebirge mächtiger werden, sich zusammenschliessen und auf grössere oder kleinere Strecken hin, dem Gebirgsfusse parallele Lehmzonen bilden, die überall da, wo Wasser hingeleitet wird, als Kulturland brauchbar sind, da wo jenes nur sehr spärlich hinkommt, dürftige Steppenvegetation und Tamarix-Büsche tragen.

Noch weiter nach aussen vom Gebirgsfuss weg, hört diese Lehmzone auf, um der ächten Sandwüste, den Flug- und Dünen-sanden Platz zu machen, die aber an manchen Stellen so weit in die Lehmzone hineinreichen, dass diese fast ganz verschwindet und Kies- und Sandwüste sich berühren. Bei Mangel an fliessendem Wasser und an solchen Stellen, an welchen selbst früher Lehm abgelagert worden war, das Wasser aber andere Wege nahm und keine Vegetation mehr möglich war, wird der Lehm wieder entfernt und zwar durch den Wind, und nur die gröberen Sandkörner bleiben übrig aus den Sandschichten, die überall zwischen den feineren Lehmlagen liegen.

Darin liegt auch die Erklärung für das eigenthümliche Verhältniss der oben erwähnten Vertheilung und Anordnung von Kieswüste, Lehm- und Oasenzone und Sandwüste.

Es findet eine doppelte Saigerung des von den Flüssen aus dem Hochgebirge herausgeführten Materials statt. Zuerst trennt das Wasser die groben Schotter und den feinen Sand und Lehm. Wo die aus feinem Sand und Lehm aufgebauten Ablagerungsflächen noch Vegetation — sei es auch nur kümmerliches Steppengras — zu tragen vermögen, werden durch Zuführung von Staub- oder Lössmaterial durch den Wind diese Flächen eher erhöht als abgetragen, und man kann sehr schön beobachten, wie viele Pflanzen, besonders aber die

Tamarix-Sträucher über die allgemeine Bodenfläche hinauf bis zu Höhen von mehreren Metern sich Hügel gebaut haben, die aus feinem äolischem Material und den vegetabilischen Resten abgestorbener Pflanzentheile bestehen; die Sträucher umhüllen förmlich mit ihren nach unten hängenden Zweigen und Wurzeln den Hügel, der immer höher wächst, während man an anderen Stellen, wo keine Vegetation ist, z. B. zwischen solchen auf einer Lehmfäche entfernter von einander stehenden Vegetationshügeln, die erodirende und den Lehm wegführende Wirkung des Windes in unzweifelhaften Spuren nachweisen kann. Wo nie Wasser heute mehr hinkommen kann, sieht man geschichtete Lehmبانke seitlich ausgehöhlt, angefressen und im Zusammenhange zerstört wie die Zeugenberge der Wüste im kleinen; an solchen Stellen fehlen auch nicht kleinere Flächen von Flugsand zwischen den Vegetationshügeln.

Hier ist also eine zweite Saigerung des Sand- und Lehm-materials durch den Wind zu konstatiren, dessen Wirkung da eintritt, wo Wasser- und damit Vegetationsmangel, den Boden seinen abtragenden und saigernden Kräften frei aussetzt. Das feine Lehm-material wird durch die Luft als äolisches Material fortgeführt, an vegetationsbedeckten Stellen zum Theil wieder aufgefangen und festgehalten, während der gröbere Sand zurückbleibt und allein die weiten, todten Flächen des inneren Tarim-Beckens und der Takkla-Makkan zusammensetzt.

Ich konstatiere hier ferner, und das steht im Einklang mit den gemachten Ausführungen, dass die von der Expedition durchzogenen Oasengebiete, selbst die mächtigen Lehmterrassen bei Kaschgar am Kaschgar-darya oder zwischen Neu- und Alt-Aksu und an anderen Orten, nicht Löss sind, wenn man darunter Material äolischer Ablagerung versteht, sondern ächte fluviatile Bildungen, die wohl aus ächten Lössen nach Art der Schwemmlösse oder Seelösse entstanden sein mögen. Wenn je ächte Löss die Gebirgsabhänge des Thien-schan und der Umrandungen des westlichen Tarim-Beckens in grösserem Maasse bedeckten, wie das z. B. im östlichen Nan-schan der Fall ist, so sind sie längst durch erneute und verstärkte Erosion des fliessenden Wassers herabgeführt und in der Lehmzone und den Oasengürteln des Tarim-Beckens zusammengeschwemmt. Wo nur in ein Thal des Thien-schan eingedrungen wurde, waren die Thalwände kahl, bar aller Vegetation, und nirgends waren auch nur geringe Reste ehemaliger Lössanhäufungen an den Gehängen zu konstatiren.

Das gilt vor allem auch von den engen schluchtenartigen Thälern, welche aus der hohen Kette östlich vom Khan-Tengri (7200 m) nördlich von Aksu, die den Namen Chalyk-tau trägt, herabführen und deren Flüsse vor dem Austritt in das flache Land des Tarim-

Beckens an verschiedenen Stellen eine Bergkette in ächten Durchbruchsthälern durchbrechen, die aus den gefalteten sandig-thonigen und konglomeratischen Sedimenten besteht, welche schon oben als Artusch-Schichten erwähnt und dem jüngeren Tertiär zugerechnet wurden.

Diesen Schichten begegnet man zuerst in mächtigerem Vorkommen am Kik-tau bei Kara-julgun, einem kleinen Dorfe östlich von Aksu, während auch schon im Südwesten von dieser Stadt bei Sai-arük aufgerichtete Schichtköpfe derselben Bildungen mit ostnordostwestsüdwestlicher Streichrichtung und einem Einfallen von 15° nach Südost aus den jüngeren Schottermassen herausragten; es erscheint nach der sonst zu beobachtenden Mächtigkeit dieser Artusch-Schichten sehr wahrscheinlich, dass das Bergland im Südwesten von Aksu, die Kilpinski-Berge, der Irgan-tau und seine westliche Fortsetzung, welche in der Verlängerung der Artusch-Kette fällt, ganz aus diesen jungen gefalteten Sandstein-Mergel- und Konglomerat-Bildungen besteht, die wieder in den Kik-Bergen vorkommen und zwischen Bai und bis östlich von Kutscha eine zusammenhängende Bergkette bilden, die den Namen Kutscha-Tau führt und sich nach Osten in das Bergvorland „Ak-kamüsch“ im Süden der aus alten krystallinen Gesteinen bestehenden Bugur-Kette in bislang noch unbekannter Erstreckung fortsetzen dürfte.

In den Kik-Bergen ist das Streichen der steil aufgerichteten Schichten WNW—OSO, und mit ihm fällt auch die orographische Längserstreckung dieses Gebirgszuges zusammen. Tektonisch sind die Schichten zu einer Antiklinale aufgewölbt mit flach verlaufendem Nordflügel und steilem, fast vertikal gestelltem Südflügel.

Durch ein breites Längsthal von den Kik-Bergen getrennt, erhebt sich im Norden wieder eine aus denselben Schichten gebildete Gebirgskette, welche der Weg von Aksu nach Bai zwischen Tuga-rakdan und Dschurga in engem gewundenem Querthal mit senkrechten Wänden durchquert. Das Streichen der mergeligen, vielfach sehr gypsreichen und sandsteinartigen Sedimente ist hier zuerst im Allgemeinen nach $W\ 30^{\circ}\ N$ gerichtet und das Einfallen mit 35° nach Norden. Weiter nördlich wird das Streichen mehr ein rein ost-westliches mit schwächerem (20°) nördlichen Einfallen, und zwischen den Kupfererzgruben (Malachit und Kupferlasur) östlich von Tuga-rakdan und der Station Dschurga sind mehrere (2) parallele, ost-weststreichende Kämme zu überschreiten.

Auch Dschurga liegt in einem breiten, mit Schottern erfüllten Längsthale am steilen Südabfalle der als Tschol-tau bezeichneten Bergkette, die auf der russischen Karte mit WNW—OSO-Streichen eingezeichnet ist. Der Weg nach Bai geht ebenfalls in engem

Durchbruchsthal durch die hier molasseartigen, weichen Sandsteine, deren Schichten aber von Ost nach West streichen und mit 40° nach Norden einfallen. Ähnlich wie am Nordfusse der Kik-Berge sind die jüngsten Schichten auch hier Konglomerate und gehen ohne scharfe Grenze in die mächtigen Schotter der Ausfüllung des breiten Längsthalles über, das sich bis nördlich von Bai an den Gebirgss Fuss der hohen, vorwiegend krystallinen und paläozoischen Kette des Chalyk-tau ausdehnt.

Der Abfall der Gebirgskette des Tschol-tau ist gegen Norden ganz allmählich, nach Süden dagegen sehr steil, wie längs einer tektonischen Bruchlinie gegen das Längsthal von Dschurga; nach Osten gewinnt die Bergkette an Höhe. Tektonisch und geologisch gehören diese drei unterschiedenen Gebirgsketten unter sich eng zusammen, und der erst östlich von Bai im Süden des Weges nach Kutscha sichtbare Kutscha-tau ist deren östliche Fortsetzung und zwar wahrscheinlich diejenige des Tschol-tau, der aber eine grosse Unterbrechung durch den Thaldurchbruch des Musart-darya erfahren muss.

Dieses Gebirge, das im Süden des grossen Weges von Bai nach Kutscha mit WSW—ONO-Streichrichtung sich erstreckt, war in den ersten Tagen der trüben Luft wegen kaum oder gar nicht zu verfolgen. Erst von Küssel ab wurde es in etwa 10 km südlicher Entfernung sichtbar und auf einer Seiten-Exkursion von mir besucht; kurz vor Kutscha selbst aber wird es in einem engen Durchbruchsthal vom Wege durchquert; im Nordosten von Kutscha dem Thale des Kungei-kok-su aufwärts folgend, hatte ich nochmals Gelegenheit, dieses Kutscha-Gebirge in engem Querthale zu durchziehen. Die hier bei diesen verschiedenen Gelegenheiten gemachten Beobachtungen ergeben nun einmal die geologische Übereinstimmung mit den weiter im Westen konstatierten gefalteten Gebirgsketten; auch hier sind mergelige und thonige Sandsteine, Gypsmergel und oben in den jüngsten Horizonten Konglomerate vorhanden. Das orographische Streichen der Gebirgskette ist $O 15^{\circ} N—W 15^{\circ} S$, und ihre Gipfel erreichen 200—250 m Höhe. Im Nord-Westen von Kutscha sind die Schichten ausnahmslos steil aufgerichtet, haben das Streichen $O 15^{\circ} N—W 15^{\circ} S$ und nördliches Einfallen, das im Norden schwächer (15°), gegen Süden bis zu 75° zunimmt; am unteren Ende der Schlucht im Kutscha-Gebirge nordwestlich von Kutscha ist das Fallen nach Süden gerichtet, und die Axe der derart gebildeten Antiklinalen liegt bei der Station Kurgak.

In der Schlucht der Kungei-kok-su ist das Schichtstreichen Ost-West oder $W 10^{\circ} N—O 10^{\circ} S$ und das Einfallen sehr steil nach Süden gerichtet. Ein sehr breites, schottererfülltes Längsthal

trennt auch hier das Kutscha-Gebirge von der nördlicheren parallelen Kette des älteren Gebirges; aber gelegentlich sehen aus den Auffüllungs-Schottermassen Sandsteinklippen mit nördlichem Einfallen und OW-Streichen heraus und auch an der Nordseite des Längstales ist nochmals eine grosse Antiklinale dieser Sandstein-Schichten zu erkennen, die sich an das alte Gebirge in Süden anlegt.

Dieses Kutscha-Gebirge kann noch 35—40 km östlich von Kutscha verfolgt werden; die Spitzen werden aber nach Osten niedriger, und die Kammlinien sind vielfach aufgelöst durch tief eingeschnittene Querthäler, die aus dem hohen nördlicheren, krystallinen Gebirge herauskommen.

Indessen ist noch von Interesse, dass am Südfuss der als Ak-kamüsch-Vorberge bezeichneten Berggegend etwa in der Mitte zwischen Kutscha und Kurlia bei Yangiabad und Selengar niedere ost-weststreichende Hügelzüge dem über eine breite Schotterfläche in der Ferne sichtbaren grossen und hohen Hauptgebirge vorgelagert sind, und von Querthälern durchzogen werden, in welchen man erkennen kann, dass die Schichtfolge von Lehmen und darüber gelagerten Schottern und Konglomeraten zu einer flachen Antiklinale aufgebogen sind, mit nördlichem Einfallen auf der Nordseite der Hügel-Reihe und Südfällen auf der Südseite. Eine ganz ähnliche Erscheinung ist südlich vor dem Ausgange der Schlucht aus dem Kutscha-Gebirge im Nordwesten von Kutscha zu beobachten.

Der Vollständigkeit wegen sei hier noch angeführt, dass auch noch bedeutend weiter im Osten zwischen Toksun und Turfan und östlich von diesem Orte zwischen Süngüm und Chandu niedere Bergzüge aus denselben Schichten ebenfalls zu Antiklinalen gefaltet auftreten. Am erstgenannten Orte bilden Mergel und Geröllschichten eine flache Antiklinale mit Ost-West-Streichen, während in der Thalschlucht nördlich von Süngüm rothe, thonige weiche Sandsteinschichten und oben Konglomerate einen Sattel mit sehr steilem, südlichem und allmählig abfallenden nördlichem Flügel bilden; das Streichen des hier ebenfalls Tschol-tau genannten Bergzuges geht von Ost nach West, das geologische Streichen zeigt mit $W\ 30^{\circ}N$ — $O\ 30^{\circ}S$ eine Abweichung der Richtung gegen Nord hin.

Das war der östlichste Punkt, wo solche jungen Bildungen in gefaltetem Zustande am Süd-Rande der Gebirgswelt des Thien-schan konstatirt werden konnten; man könnte sogar die beiden zuletzt angeführten Vorkommen als schon zwischen ächten Ketten des Thien-schan zwischenliegende Gebirgs-Glieder betrachten, da ja die Ketten des Kuruk-tau bei Kurlia südlich vom Bagratsch-kul und die mächtige Kette des Tschol-tau im Süden der grossen Depression von Turfan sich vom Hauptstamme des W zu S — O zu N streichenden

Thien-schan abgliedern und nach OSO weiter in die Wüste fortsetzen. Es ist hier nicht der Ort, diese Frage näher zu untersuchen, wo es nur darauf ankam, zu zeigen, dass längs des ganzen Südfusses des Gebirgssystems des Thien-schan gefaltete Bergketten von sehr jungem Alter nachweisbar sind. Wenn auch charakteristische Versteinerungen, welche eine präzise Altersbestimmung erlauben würden, nirgends gefunden werden konnten, so ist doch der ganze Charakter dieser von Westen vom Artusch-tau an bis in den Osten bei Turfan verfolgten Ablagerungen ein derartiger, dass diese letzteren nur als Bildungen eines Meeres oder Sees von jungem Alter aufgefasst werden können. Es ist dieselbe am Ende der Tertiärzeit, vielleicht auch noch in diluvialer Zeit über dem ganzen centralen Theil Asiens vorhandene Wasserbedeckung des Han-hai, dessen Sedimente wir hier vor uns haben. Mit dem Rückzuge dieses Meeres und dem Zurückschreiten der Küstenlinien, der Entstehung von isolirten Becken und Inseln entstanden auch die groben konglomeratischen littoralen Sedimente, welche überall als Abschluss der feineren mergeligen und sandig-thonigen Bildungen zu finden sind; wir werden solchen pliocänen Seeablagerungen in der Nord- und Südzone der Gobi, im mittleren Kuen-lun und auf den Hochländern des nordöstlichen Tibet wieder begegnen, wo sie aber noch horizontal liegen oder nur untergeordnete Störungen erfahren haben.

Für die später zu erörternden geologischen Verhältnisse der Gobi zwischen Hami und Su-tschou und die geologische Bedeutung des Pe-schan sind hier noch einige Bemerkungen nöthig, über den Bau der zwischen Kurlia und Hami vom Reisewege der Expedition durchquerten Ausläufer des Thien-schan, des Kuruk-tau, der östlichen Fortsetzung des Kok-teke bei Kurlia, des Zagan-tiunge, des Argü und Tschol-tau, sowie der östlichen Bogdo-ola-Kette bei Otun-Kosa und der südlichen Theile der Barkul-Berge am Wege von Otun-Kosa bis gegen Hami.

Bei Ischma östlich von Kutscha tritt der Weg nahe an den Fuss der ziemlich NW—SO verlaufenden Hohen Kok-teke-Kette heran, folgt demselben bis Kurlia und geht dann in scharfer nördlicher Biegung über diese Kette im Westen des Durchbruchstales des Kontschedarya, des Abflusses des Bagratschkul-Sees.

Unter den Geröllen, welche die Flüsse aus dem Kok-teke herabführen, überwiegen massige Gesteine und krystalline Schiefer, und am Passübergang besteht das Gebirge aus Graniten, granitischen Ganggesteinen, Hornblende führenden Eruptivgesteinen und Gesteinen der Kontaktmetamorphose, wie Hornfelse, Strahlsteinschiefer und kontaktmetamorphosen krystallinen Kalken. Die Schiefer streichen $W 20-30^{\circ} N-O 20-30^{\circ} S$, sind stark gefaltet und vielfach von Eruptivgesteins-

gängen durchzogen. Nördlich schliessen sich ebenfalls gefaltete kohlenführende Sandsteine an mit demselben Streichen der Schichten. Dieses Gebirge setzt sich als Kuruk-tau weiter nach OSO fort und wurde südlich von Turfan von Grum-Grschimailo über gebirgiges aus O—W und O zu S—W zu N streichenden Ketten bestehendes Gebiet wieder erreicht.

Zagan-tiunge ist der Name eines NW—SO streichenden, wenig ausgedehnten Gebirges, das zwischen Kara-Küsül und Kiumüsch durchquert wurde. Westlich vom ersten Ort und nördlich von Tschukur in den Tasch-kar-Bergen waren Granit in Kontakt mit Crinoiden führenden Kalkschiefern, bei Kara-Küsül überwiegen weit aus Granite mit ausgezeichneter Entwicklung grosser Höhlungen und Löcher an der Oberfläche ganz gleichartigen homogenen Gesteines, auf deren Entstehung später noch zurückzukommen sein wird.

In der Schlucht, die durch das Gebirge in das tief liegende Steppenlängsthal von Kiumüsch hinabführt, stehen gefaltete, quarzitishe Schiefer, Chloritschiefer, schiefrige Serpentine, Sericitschiefer und körnige Kalke an mit Streichrichtung von $W 30^{\circ}N—O 30^{\circ}S$ und steilem nordöstlichem Einfallen; die Serpentine erreichen grosse Mächtigkeit.

Der Tschol-tau, die östliche Fortsetzung des Argü-tag, wird zwischen Kiumüsch und Su-baschi südlich von Toksun vom Wege überschritten, der von der Passhöhe einer steilen nach Norden in die Niederung von Turfan hinabführenden Schlucht folgt, in welcher am Fusse einer mächtigen Lehmwand zwischen hohen Bergen die Station Aga-Bulak liegt, während eine jetzt verlassene Station auf der Südseite des Passes Usme-dian hiess. Die geologischen Verhältnisse in diesem Gebirge sind folgende.

Beim Eintritt in das Gebirge von der Schotterfläche des Längsthal von Kiumüsch sind Granite und Diorite von zahllosen Gängen aller Art durchschwärmt und selbst häufig auch von schiefriger Struktur; dann kommen phyllitische Gesteine, Sericitschiefer, Quarzitschiefer, sehr gefaltet und mit $W 40^{\circ}N—O 40^{\circ}S$ -Streichen und starkem nördlichen Einfallen bis in die Gegend von Usme-dian. Auch die Schieferung in den Eruptiv-Gesteinen folgt WNW—OSO-Richtung.

Nördlich von Usme-dian folgt eine Zone mit Kalkschiefern, Korallen- und Crinoidenkalken, die von diabasartigen Eruptiv-Gesteinen durchsetzt sind, $W 10^{\circ}—30^{\circ}N$ streichen und steil nach Norden einfallen.

Weiter nach Norden kommen wieder Granite und dunkle porphyritische Ganggesteine darin. Erst unterhalb von Aga-Bulak werden Kalksilicat-Hornfelse, granitische Ganggesteine in silifizierten Thonschiefern häufiger; das Schichtstreichen ist O—W und das Einfallen steil nach Süden.

Eine erwähnenswerthe geologische Erscheinung ist im unteren Theile der Schlucht das Hereinbrechen von Strömen von Dünensanden, die oben auf der Höhe des oberen Plateaus, in das der untere Theil der Schlucht eingeschnitten ist, zusammenhängende Massen bilden.

Bei Su-baschi kommen ausserdem rothe Konglomerate vor, die selbst gefaltet, diskordant über den älteren Schichten liegen und selbst unkonform von den jüngeren diluvialen, mächtigen Terrassenschottern, überlagert werden. Also auch hier am Südrande der Depression von Turfan ein Beispiel der Faltung der pliocänen See-Sedimente. Über die jungen gefalteten Bildungen des Tschol-tau westlich und östlich von Turfan ist schon oben gesprochen worden, und auch bei Tschiktüm finden sich dieselben Gesteine aufgerichtet mit Streichen $W_{45}^{\circ}S-N_{45}^{\circ}O$ und Fallen 45° nach Norden. Unter den von der Expedition berührten, am süd-östlichen Theil der Bogdo-ola-Kette gefundenen Gesteinen sind kieselige und Thonschiefer mit dem Streichen $W_{20}^{\circ}S-O_{20}^{\circ}N$ und 50° Fallen nach Norden, Porphyrite, diabasartige Eruptiv-Gesteine mit Adinolen und Desmositen, sowie bei Otun-kosa Diabase und dichte Melaphyre anzuführen, die in grauwackenartigen Schichten aufsetzen, deren Streichen $W_{15}^{\circ}N-O_{15}^{\circ}S$ und deren Fallen 35° Nord ist.

Weiter östlich am Fusse der Barkul-Berge stehen westlich von Tschoglu-tschai noch Grauwacken, Kieselschiefer und Konglomerate an mit ost-westlichem Streichen und steilem Einfallen nach Norden.

Bei dieser Station finden sich Quarzporphyre, Diabase und ein neuer Typus eines Eruptiv-Gesteins, das eine bisher als gesteinsbildend noch nicht bekannte Mineral-Komposition enthält; aber nach Flussgeröllen zu schliessen, nehmen auch Granite, Quarzporphyre, Ganggesteine an der Zusammensetzung dieser Gebirgskette Theil.

Bei dieser grossen Ähnlichkeit der Gesteinszusammensetzung der beiden zuletzt genannten Gebirgsketten und dem OW-Streichen der Schichten in der letzteren scheint es zweifelhaft, ob man sie von der Bogdo-olo-Kette trennen und in der Einsenkung von Otun-kosa wirklich das Ende des eigentlichen Thien-schan annehmen soll, wie das vorgeschlagen wurde.

Die allgemeineren Ergebnisse des Reisewegs der Expedition durch die Wüste Gobi, welche von Hami zuerst in östlicher, dann südöstlicher Richtung vom 5. Mai bis 4. Juni durchmessen wurde, lassen sich dahin zusammenfassen, dass im Norden längs des Fusses des Karlyk-tag ebenso wie gegen Süden entlang dem Fusse der Nan-schan-Berge Depressionen sich befinden gegenüber dem gebirgigen mittleren Theil, dessen Höhe über 1600 m liegt und bis 2400 m

steigt, während, die nördliche Depression unter 1500 m, die südliche unter 1600 m beginnt.

Diese mittlere erhabene Zone oder Hochfläche, welche in verschiedenen Theilen ihrer Erstreckung annähernd parallele Gebirgskämme trägt, hat den allgemeinen Namen Pe-schan, aber die einzelnen Gebirgsketten haben wieder ihre besonderen lokalen Namen.

Auf dem von der Expedition zurückgelegten Wege sind vier mächtige, stärkere und weiter sich ausdehnende Gebirgskämme durchquert worden, deren geologische Zusammensetzung und Tektonik in der Reihenfolge von Nord nach Süd die folgende ist:

Die erste Bergkette besteht vorwiegend aus Graniten, nördlich vorgelagert sind Quarzporphyre, sowie Zonen von flaserigen, glimmerigen und chloritischen Schiefen, sowie flaserigen Gneissen mit dem Streichen $W_{10^{\circ}N}-O_{10^{\circ}S}$ und senkrechter Schichtstellung. Auch Knoten- oder Kontakt-Schiefer kommen mit den Graniten vor; der im Süden gelegene höchste Kammzug dieser Gebirgskette besteht ausschliesslich aus granitischem Gestein.

Die orographische Längserstreckung geht am Nordrande W zu S—O zu N, in der Hauptgranitkette aber mehr O—W. Die Höhen dürften 500 m nach Schätzung nicht übersteigen, was einer Meereshöhe der höchsten Gipfel von 2300 m entspricht.

Eine zweite, südlich davon gelegene, parallele höhere bis 600 m erreichende, sehr weithin sich erstreckende Bergkette mit nur einem Bergkamm folgt mehr der reinen Ost-West-Richtung mit geringer Abweichung gegen WNW. Hier sind vorwiegend Kieselschiefer und silificirte palaeozoische Sedimente ohne Versteinerungen am Gebirgsaufbau betheiligt, die steil einfallen und $W_{35^{\circ}N}$ streichen. Im Süden der sedimentären Zone liegt ein niederes Hügelgebiet aus Granit; und südlich davon liegen Gneisse, die ebenfalls Hügel bilden und von Eruptiv-Gesteingängen durchsetzt sind.

Durch eine breite, mit Schotter erfüllte Ebene getrennt, folgt ein System paralleler, W zu S streichender vielfach aufgelöster Ketten, in deren Kern ebenfalls Granit die Hauptmasse bildet, aber nördlich davon stehen senkrecht gestellte Schiefer an mit dem Streichen $W_{20^{\circ}S}-O_{20^{\circ}N}$, und südlich davon sind vorwiegend Kieselkalke und Kieselschiefer mit zwischenlagernden Granitstöcken und einem Streichen von $W_{10^{\circ}S}-O_{10^{\circ}N}$. entwickelt.

Wieder durch breite Schotterflächen getrennt, folgt weiter im Süden ein hauptsächlich aus alten Eruptiv-Gesteinen bestehendes System paralleler Ketten, von denen die südlichste die höchste ist und über 600 m Höhe (2400—2500 m Meereshöhe) erreichen dürfte; ihr Streichen ist $O_{10^{\circ}N}-W_{10^{\circ}S}$.

Quarzporphyre, Diabas, Schalsteine, Tuffe bilden die Haupt-

masse, aber auch quarzitische, geschichtete Gesteine kommen vor, und manche Eruptiv-Gesteine sind so stark geschiefert, dass sie den Charakter von Schiefeln angenommen haben; das Streichen der Schieferung war in einem Falle $W 20^{\circ}S - O 20^{\circ}N$ bei steilem südlichen Einfallen oder senkrechter Stellung.

Ganz dichte, graue und braune Quarzporphyre setzen die Hauptkette zusammen, und zahlreiche Diabaskuppen sind ihr im Süden vorgelagert.

Thonschiefer und Kontaktschiefer haben bei OW-Streichen senkrechte Stellung; doch überwiegen bei weitem die alten Eruptiv-Gesteine.

Niedere granitische Hügel im Süden dieses hohen Gebirgssystems und schon bedeutend tiefer gelegen erstrecken sich in W zu S—O zu N-Richtung; sie sind goldhaltig, und auch Quarzporphyre finden sich an ihrem Nordfusse; ihre Höhe ist nicht über 200 m, und man kann passend mit ihnen die centrale Erhebung der Gobi oder des Pe-schan endigen lassen.

Denn in der Depression zwischen ihnen und dem Fusse des Nan-schan sind nur kleinere Aufragungen von altvulkanischen Gesteinen oder auch Knotenschiefer (Streichen $W 10^{\circ}S - O 10^{\circ}N$) und Quarzschiefer (Streichen $O 15^{\circ}N - W 15^{\circ}S$) in einzelnen zerstreuten Erhebungen anstehend.

Es war oben konstatiert, dass der Tschol-tau, der bis zur Station Kufi auf dem Wege von Hami nach An-si-fan verfolgt werden konnte, hauptsächlich aus granitischen Gesteinen, aber auch Schiefeln, paläozoischen Kalken und silificirten Thonschiefeln besteht, während die Zusammensetzung der nördlichsten Gebirgskette des mittleren Theiles der Gobi auf unserem Wege zwar auch Granite und Schiefer enthält, aber keine paläozoischen Sedimente, die erst in der zweiten Kette vorkommen, die etwa 20 km südlich von der ersten liegt; ein Zusammenhang ist also nicht ohne Weiteres erwiesen. Ebenso ist die südlichste, allerdings sehr niedere Kette an unserem Wege rein granitisch, während im Kuruk-tau an seiner Berührung mit dem Kokteke bei Kurlia ausser den granitischen Gesteinen noch Kontaktschiefer, krystalline Kalke und Hornfelse vorhanden waren. Ich möchte daher noch nicht die in südöstlichen Richtungen südlich vom Bagratsch-kul-See und südöstlich von der Depression von Turfan vom Hauptstamme des Thien-schan sich abgliedernden Ketten des Tschol-tau und des Kuruk-tau als die nördliche und südliche Grenz-Bergkette der centralen Erhebung der Gobi auf der Strecke Hami-Sutschou ansprechen. Vielfach werden die Bergketten niedriger, verschwinden unter den Schuttmassen; andere erheben sich, und auch die Streichungsrichtung variiert. Alles das erhöht die Unsicherheit

für eine Vereinigung räumlich weit entfernter Gebirgglieder, wenn nicht die evidente geologische Übereinstimmung den Zusammenhang klarstellt, was die mikroskopischen Gesteinsuntersuchungen zeigen werden.

Die Erscheinungen der Verwitterung und äolischen Wirkungen in der Gobi sind in grossen Zügen von Obrutschew beschrieben, sodass ich mich hier darauf beschränken kann, nur einige besondere Erosionswirkungen, deren Erklärung durch ausgiebiges Sammlungsmaterial ermöglicht wird, hervorzuheben.

Die Bildung der sogenannten Schutzrinde ist überall in ausgedehntester Weise vorhanden, sodass häufig im Sonnenglanze die Berge wie aus Erz bestehend aussehen, ganz gleichgültig, welches Gestein die Unterlage bildet; aber besonders schön sind sie an den dichten, im frischen Anbruch hellgrünen homogenen, tuffartigen, silificirten Eruptiv-Gesteinen, die an der Oberfläche dunkelschwarz, und in Folge der Staupolitur stark glänzend werden.

Eine Erscheinung, die jeden Beobachter der Wüste in hervorragendem Maasse interessirt, besteht in der Bildung zahlreicher runder, oft tiefer und umfangreicher Höhlungen, die an den verschiedensten Gesteinen beobachtet werden können, und von wenigen Zoll Durchmesser bis Kopfgrösse und weit darüber erreichen können. Eine grosse Anzahl von Photographien zeigt diese Erscheinung im Grossen, wie sie im Kleinen auch an einer Anzahl von Belegstücken der Sammlungen zu demonstrieren ist. Da diese Höhlungen in ganz homogenen Gesteinen, z. B. Graniten, auftreten, kann nicht an Herauswitterung weicherer, kugelig abgesonderter Gesteinspartien gedacht werden, sondern die Erklärung ihrer Entstehung besteht in einer Kombination der Insolationwirkung der Sonne, durch welche dünne, meist rundliche Stücke der Schutzrinde von einem Gestein abgelöst werden, mit chemischen Vorgängen. Diese abgelösten Scheiben fallen nicht sofort ab, aber in den entstandenen Riss setzt sich Staubmaterial, das vom Winde in alle Fugen hineingetrieben wird. In Folge gelegentlich sich ansetzender Feuchtigkeit durch Regen und Thau lösen sich in diesen Staubschichten unter der noch schützenden Decke gewisse Bestandtheile, z. B. kohlen-saurer Kalk, die Feuchtigkeit beladet sich auch mit Kohlensäure und anderen chemischen Verbindungen und übt auf die Oberfläche des Gesteins, unter der noch schützenden Rinde eine chemische Erosion aus, die zur Vertiefung der Oberfläche und Anlage eines Loches führt; fällt schliesslich auch die Deckelschale ab, so ist doch die Vertiefung schon gross genug, um immer neuen, vom Wind in sie getriebenen Staub festzuhalten; die chemische Aktion schreitet weiter und vergrössert die Höhlung fortwährend. Man sieht besonders an den oberen und hinteren Theilen der Wände ganze Beschlüge

von Salzen, Rinden von Zersetzungsprodukten, deren Analyse unzweifelhaft Aufschluss geben wird über die Natur der dabei wirkenden, chemischen Vorgänge. Wie ein mit Säuren beladener Schwamm sich in eine Kalkoberfläche allmählich eine Vertiefung schaffen wird, wenn immerfort die chemischen Agentien erneuert werden, so hier der Lössbesatz. Natürlich werden nicht alle Mineralien eines zusammengesetzten Gesteins gleichmässig angegriffen, aber doch wird durch die Auflösung und Zersetzung einzelner das Gefüge gelockert, und die korrodirende Wirkung schreitet immer tiefer.

Eine andere Erscheinung, die aus den Wüstengegenden beschrieben worden ist und auffallend erscheint, ist die blatternarbige Oberfläche vieler, auch scheinbar ganz dichter Gesteine. Man kann aber an ausreichendem Material deutlich erkennen, dass immer zuerst ein kleiner Krystalleinsprengling, der leichter löslich ist, als die ihn umgebende meist stark kieselige Grundmasse oder andere Einschlüsse die Ursache bilden. Zuerst wird dieser Krystall oder sonstige Einsprengling oder Einschluss, je nach seiner Grösse, als kleine, lochartige Vertiefung erscheinen; sie füllt sich auch mit Staub, und aus der Zersetzung desselben hervorgehende chemische Aktionen erweitern die obere Ausmündung des Loches, ebenso wie die ausschleifende Wirkung des Windes, sodass schliesslich flache, narbenartige Vertiefungen, die viel breiter wie tief sind, übrig bleiben, die sich seitlich aneinander schliessen und die blatternarbige Oberfläche erzeugen, welche ausserdem noch meist Schutzfärbung trägt.

Und schliesslich soll noch einer dritten eigenthümlichen Erscheinung gedacht werden, die besonders schön auf den grossen Schotterflächen, welche von Nan-schan herabführen, auftritt. Die Schotter sind zumeist solche von reiner Kieselsäure, wie Quarz, Chalcedon, Jaspis, Hornstein u. s. w. oder von sehr quarzreichen, massigen Gesteinen, und diese Erscheinung erklärt sich in derselben Art, wie auch andere Kieswüsten Asiens oder Australiens, nämlich dadurch, dass die Kieselbrocken oder sehr quarzreichen Gesteinsgerölle von der Zersetzung und Zerstörung weniger betroffen werden, als alle anderen leichter löslichen Materialien, sodass schliesslich die ersteren allein übrig bleiben, während die anderen verschwinden. Was aber hier in der südlichen Gobi in ausgezeichneter Schönheit an diesen ursprünglich als Gerölle gerundeten Kieselstücken auftritt, ist die ganz ausserordentliche Zernagung, Zerfressung der Oberfläche und zwar an Kieselknollen, an welchen weder physikalisch noch mikroskopisch oder chemisch Unterschiede einzelner Theile gegen andere nachgewiesen werden können. Und doch sind einzelne Theile gegenüber den anderen widerstandsfähiger gewesen und ragen nun in bizarren Gebilden hervor, und häufig sind geringe Farbennüancen

die einzigen wahrnehmbaren Unterschiede zwischen vertieften und somit korrodirt und den widerstandsfähigen Theilen. An nicht homogenen Geröllen sind diese Unterschiede kaum stärker, aber natürlich leichter zu erklären; aber die Frage drängt sich hier auf, welche Agentien haben diese Wirkungen auf die am schwersten lösbaren Mineralien und Gesteine hier ausgeübt. An Wind-Erosion ist hier schwer zu denken; es fehlt zwar nicht der schleifende Sand, aber ganz abgesehen davon, sind die Erscheinungen diejenigen einer von einer chemischen Lösung unregelmässig zerfressenen Oberfläche und besitzen nicht eine durch die Richtung des Windes irgendwoher bestimmte Orientirung. Es könnten mit chemischen Lösungen beladene Wasser sein, welche diese Wirkung ausgeübt haben; wenn auch zur Zeit, als die Expedition Anfangs Juni diese weitere Geröllmassenflächen überschritt, kein Wasser auf denselben zu sehen war, so fehlte es doch nicht an Spuren, dass zu anderen Zeiten hier Wasser zwischen den Geröllen durchrieselt. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die an der Oberfläche fließenden kleineren Wasser auf kahlen, der Erosion ausgesetzten Gebieten merklich Salze aufnehmen, während die Grundwasser süß sind. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass diese in dünne Arme vertheilt, so weit gegen die Wüste auf den Schuttkegeln vordringenden Wasser zuletzt ziemlich stark mit chemischen Lösungen beladen sind und selbst die Kieselsäure-Gerölle angreifen, wie ja in der Natur und für chemische Erosion weder Kieselsäure noch Baryt unlöslich sind und in grossem Maasse, eines durch das andere ersetzt, vorkommen. Nicht nur die zuweilen vom Nan-schan reich fließenden Wasser, auch solche vom Thau niedergeschlagene Feuchtigkeit und der gelegentliche Regen muss derartig wirken und die Oberfläche der Gerölle von allen exponirten Seiten korrodiren, wie das auch in Wirklichkeit der Fall ist.

Es sollen später Versuche darüber angestellt werden, welche von den durch Gesteinszersetzung unter den dort obwaltenden Umständen gelieferten chemischen Verbindungen und Säuren im Wasser eine derartige Wirkung auszuüben im Stande sind; jedenfalls ergab ein Versuch, einen höheren Kohlensäuregehalt der Luft über den sonnen-durchglühten Schotterflächen nachzuweisen, ein negatives Resultat, und Wasser waren zu jener Zeit dort nirgends vorhanden.

Waren das einige der wichtigeren Punkte der Forschungen in der Gobi, so wird die mikroskopisch-petrographische und chemische Untersuchung noch Manches dem Geologen Interessante bieten, auf das ich hier nicht weiter eingehen will, ebensowenig, wie auf den nun folgenden Abschnitt der Reise, der von Su-tschou über Liang-tschou, Ping-fan-shien und Si-ning-fu an den Kuku-nor ging, da diese Strecken durch v. Loczy's und Obrutschew's vorzügliche For-

schungen ausreichend bekannt sind, und sich ausser einigem Material an Sammlungen nichts Neues bot. — Vom Südufer des Kuku-nor-Sees aus hatte die Expedition, ausgerüstet mit einer Jackkarawane das Süd-Kuku-nor-Gebirge überschritten und befand sich im Osten des Dalai-Dabassu-Sees auf der Route zum Tscharing-nor, als die Führer sich weigerten, weiter mitzugehen und mangels jeglichen Dolmetschers — einer Namens Sobolew war in Su-tschou wegen Betrugerei und Untauglichkeit fortgejagt worden, und ein zweiter, der nicht viel besser war, ein Sarte Namens Mehmed aus Su-tschou, kehrte in Si-ning-fu aus Angst vor Tibet um —, fehlte es an der Möglichkeit, andere Führer für den Weg an den oberen Hoang-ho zu erhalten von der hier im Allgemeinen noch sehr freundlichen tibetanischen Bevölkerung.

Der Mangel an Dolmetschern war allein Schuld daran, dass werthvolle Zeit, fast ein Monat, in der Stadt Danger-tin (Donkyr) verloren ging, bis die Jackkarawane für Tibet ausgerüstet war.

Die Jahreszeit war daher schon zu sehr vorgerückt, Ende August, um ohne Führer und Dolmetscher den weiten Umweg über den Tscharing-nor zu machen, und so wurde denn beschlossen, am Nordfusse des Gebirges, welches die weite Steppenebene des abflusslosen Dalai-Dabassu im Süden begrenzt, und das den Namen Semenow-Gebirge erhalten hat, nach Osten zu ziehen, nachdem noch in Erfahrung gebracht worden war, dass von dort ein von Händlern benutzter Karawanenweg nach Sung-pan-ting in der Provinz Sze-tschwan gehe, der jedenfalls in nicht grosser Entfernung vom Hoang-ho und an der zu erforschenden Umbiegung vorbei gehen musste.

Das Semenow-Gebirge besteht aus mehreren hintereinanderliegenden Kämmen, die vorwiegend aus Graniten und alten krystallinen Schiefen und Quarzporphyren bestehen. Das Streichen der Gebirgsketten geht WNW—OSO und nachdem eine der Ketten, die nördlichste, welche nach Osten hinzieht und sich vom Hauptkamme entfernt, überschritten war, ging der weitere Weg in OSO-Richtung durch ein breites Steppenlängsthal, dessen Abfluss zum Hoang-ho geht. Die nördliche Kette, in welcher nordwestlich vom Übergangspasse mächtige Kalke mit Fusulinen des Permo-Carbon eingelagert vorkamen, begleitet dieses Längsthal auf seiner Nordseite und besteht hier nur noch aus versteinungsleeren grauwackenartigen Sandsteinen und Thonschiefern, welche im Wesentlichen auch die höhere südliche Kette zusammensetzen bis über den Hoang-ho hinaus nach Südosten und auch im Dschupar-Gebirge, das jenseits des Hoang-ho die östliche Fortsetzung des San-si-bei und des Semenow-Gebirges bildet, den Hauptantheil an der geologischen Zusammensetzung nehmen. Das Schichtstreichen ist sowohl im Semenow-Gebirge wie im Dschupar-Gebirge bei meist sehr steiler Aufrichtung

der Schichten mit wenig Abweichungen nach Nord oder Süd ein von West zu Nord—Ost zu Süd gerichtetes.

Der Gebirgscharakter ist ausserordentlich öde, wo die paläozoischen Kalke oder Quarzporphyre an der Zusammensetzung theilnehmen, ragen steile und hohe Felsklippen empor, aber auch sonst sind Abhänge und Thäler vielfach mit Schutt überdeckt und tragen Steppengras und niederes Gestrüpp; in anderen Hochthälern wieder reicht die Steppengrasbedeckung bis ganz hinauf, und nur vereinzelt sehen Felsklippen hervor.

Der Hoang-ho tritt aus einer engen Schlucht zwischen quarzistischen Schiefeln in ein tiefes felsiges Bett eingengt, aus dem Gebirge aus und fliesst zwischen steilen Schotterwänden der alt-diluvialen Schotterterrasse, welche die weite nach Norden gegen Gui-dui (Quei-tae) sich ausdehnende Steppenebene trägt, nach Nordosten weiter. Unter den Schottern sind auch die rothen Konglomerate und weichen pliocänen Sandsteine, der von v. Loczy benannten Quetae-Schichten an der Austrittsstelle des Hoang-ho mit leichter Diskordanz anstehend; von den Berghöhen aus kann man sie auch weiter oben am unzugänglichen Flusslaufe Berge bildend konstatiren.

Der Pass über das Dschupar-Gebirge, etwa 50 km östlich vom Hoang-ho ist nicht sehr hoch und liegt zwischen flachen steppengrasbewachsenen Hügeln; allein weiter westlich steigt das Gebirge zu grösseren Höhen an, während es nach Osten sich immer mehr verflacht.

Das im Süden des Baa-Thales sich erhebende Gebirge besteht aus einer grösseren Anzahl, weiter gegen Süden an Höhe zunehmender paralleler Ketten, die WNW—OSO streichen. Ganz im Hintergrunde steigen vereinzelt, von einander durch grössere Zwischenräume getrennte Gebirgsstöcke auf, deren Umrissformen scharf und sehr zerzackt in starkem Kontrast zu den lang gezogenen flachwelligen Kammlinien der davorgelagerten Ketten bestehen. Auf dem weiteren Marsche nun vom Baa-Flusse in der Entfernung von zwei bis drei Tagereisen vom Laufe des Hoang-ho zeigte es sich, dass dieses ganze Gebirge sehr einförmig gebaut ist und nur aus alten Thonschiefern und Sandsteinen ohne alle Versteinerungen besteht, die aber stark gefaltet sind und im Allgemeinen W_{10^0} — $20^0 N$ nach O_{10^0} — $20^0 S$ streichen.

Am 15. Oktober war die Expedition immer in bergigem, mit Steppengras bis hinauf auf die Höhen bedecktem, aber sehr wenig bewohntem Lande in Südost-Richtung sich bewegend, an einem grossen Flusse, der Sche-tsche genannt wurde, angelangt, und hier bot sich die Möglichkeit, mit einheimischer Führung in einigen Tagemärschen in südlicher Richtung den Hoang-ho zu erreichen. Es

würden einige nicht sehr hohe Gebirgsketten von derselben geologischen Beschaffenheit zwischen Längsthälern, deren Flüsse wie der Sche-tsche-Fluss selbst zum Hoang-ho gehen, überschritten und noch vor Erreichung des Hoang-ho-Thales eine Gebirgskette durchquert, die mächtige Kalk-Riffe und -Massive zwischen Sandstein und Schiefen enthielt. Isolierte mächtigere oder schwächere solcher Gebirgsstöcke, aus einem dem Alter nach aus Mangel an bestimmaren Versteinerungen noch nicht näher identifizirten korallogenen Kalk bestehend, liegen in der allgemeinen, den ganzen Gebirgsbau dieses Theiles von Nordost-Tibet beherrschenden Streich-Richtung WNW—OSO hinter einander und bilden eine geologisch und orographisch sehr hervortretende Zone, deren Erhebungen und zusammenhängende Massive weiter nach Osten hin immer höher, stärker und zusammenhängender werden. Dieses Kalkgebirge liegt auf der Nordseite des Laufes des Hoang-ho, von diesem nur noch durch eine schmale etwa 30 km breite Sandstein-Schiefer-Zone getrennt, und sein Thal selbst folgt derselben Streichrichtung nach WNW; erst in grösserer Entfernung in dieser Richtung nach Westen findet der Hoang-ho eine Durchbruchstelle durch das nach W immer schwächer und aufgelöster gewordene Kalkgebirge.

Die Expedition traf den Hoang-ho in einem sehr breiten (10 km) Steppenthal am Fuss einer etwa 50 m hohen Schotterterasse, die eine Stufe in dieser Thalebene bildet, dahinfliegend in einer Breite von etwa 200 m mit trübem, sehr reissendem Wasser, dessen Geschwindigkeit zu 2,44 m in der Sekunde gemessen wurde. Der Fluss floss hier nahe der rechten Thalwand; jenseits des Flusses und der weiten Steppenebene auf der Schotterterasse erhob sich ein majestätisches schneebedecktes Gebirge, das, soweit es von den Höhen zu übersehen war, im Osten wie im Westen kein Ende fand. Gipfel drängt sich an Gipfel in der etwa 5000 m mittlere Meereshöhe besitzenden Kammlinie, es fehlen alle tieferen Thaleinschnitte von Durchbruchsthälern durch diese Kette. Das Gebirge wurde Sartü-Dangerö genannt und gehört jedenfalls zu dem als Amne-matschin-Gebirge oder Tshi-schi-schan bezeichneten grossen Gebirgsstock, welcher sich in das Knie des Hoang-ho von WNW nach OSO hineinzieht.

Es war leider unmöglich über den Hoang-ho hinüberzukommen; es gab keine Fähren, und wenn die Tibetaner hinübergehen, so geschieht es schwimmend mit den Pferden; aber dazu war am 20. Oktober das Wetter und das Wasser, dessen Temperatur nur +6° C. betrug, nicht mehr einladend, und es war auch keiner der uns begleitenden Führer zu bewegen, hinüber zu gehen, um ein paar Steine von dort mitzubringen. Die ganzen Formen des Gebirges

aber sind die der alten krystallinen und massigen Gesteine. Solche Kamm- und Gipfformen sind nie weichen Schiefen mit harten Einlagerungen oder gar mächtigen Kalkmassen eigen; es können nur harte und auf grosse Entfernungen hin gleichartige Gesteine derartige Oberflächenformen zeigen, und so ist die geologische Zusammensetzung höchst wahrscheinlich eine solche wie die der Central-Alpen, der grossen Granit-, Gneiss- und Protogin-Massive. Unter den Flussgeröllen finden sich hauptsächlich verschiedene Granite, Diorite, Hornfelse, dunkle alte Eruptivgesteine, sowie zahlreiche schwarze Kalke ohne Versteinerungen, aber mit zahllosen durch weissen Kalkspath ausgefüllten Rissen.

Ob der Schnee hier ewig liegt? Im Oktober war das obere Drittel des Sarü-Dangerö stark verschneit, wie wir auf den Märschen schon früher Schneestürme hatten; trotz alles Suchens mit starken Fernrohren war von Gletschern oder auch nur grösseren Firnfeldern nichts zu sehen, und nur eine Stelle sah cirkusthalartig aus. Das breite Flussthal des Hoang-ho kam aus OSO am Nord-Fusse dieses Gebirges entlang, und soweit man den Oberlauf überblicken konnte, war von einer anderen Richtung, etwa einer Umbiegung nach Süden, nichts zu sehen, und auch keine Unterbrechung der nach Osten allerdings an Höhe abnehmenden Gebirgskette des Sarü-Dangerö zu erkennen.

Im Thale des Hoang-ho selbst waren nirgends die rothen pliocänen Seeablagerungen zu finden, wohl aber mehrfach am Wege zum Hoang-ho und zwar nur noch im Norden der Kalkgebirgskette, nicht mehr auf deren Südseite. Lagerplätze der Nomaden (Tibetaner und Mongolen) waren auf der rechten Thalseite des Hoang-ho einige wenige, auf der linken Seite gegen das Gebirge überhaupt keine, dagegen waren die geschützten Seitenthäler stark bevölkert.

Da es im Hoang-ho-Thal selbst flussaufwärts keinen Weg geben soll, kehrten Dr. Holderer und ich auf demselben Wege zum Lager, das am Sche-tsche-Flusse zurückgelassen war, zurück, wo sich während unserer achtägigen Abwesenheit schon Anzeichen von Feindseligkeit der Bewohner gezeigt hatten. Das Lager war mehrfach beschossen worden, Pferde zu stehlen war versucht und von Lamas unserem deutschen Diener vergiftete Milch zugebracht worden, die er einem Hunde vorsichtigerweise gab, der alsbald verendete.

Der weitere Marsch wurde wieder in der alten Richtung nach OSO und Ost aufgenommen, es ging ein breites Steppenthal eines linken Nebenflusses des Sche-tsche-Flusses hinauf. Eine malerische Gebirgskette, das Walru-Gebirge begleitete die Südseite des Thales, dessen Fluss Star-dung-tsche heisst. Hier waren die Thäler von der Bevölkerung ganz verlassen, die öde Steppenfläche zieht sich von den Thälern hoch an den Bergen hinauf, und nur im Hintergrunde der aus Süden

kommenden Seitenthäler sieht man die grotesken Felsenklippen- und Kämme der nach Osten immer mächtiger und höher werdenden Kalkzone, jenseits der das Bett des Hoang-ho liegt.

Mitten im breiten Steppenthal liegt die Wasserscheide zu anderen Flussgebieten; ohne merklichen Übergang beginnen die Wasser nach Südosten zu gehen, und während der Star-dung-tsche zum Sche-tsche und dann direkt nach Westen oder Nordwesten zum Hoang-ho durchbricht, so fliesst das Wasser im Südosten dieser Wasserscheide, das dem Ulan-ser-tsche angehört, in einen grösseren Fluss, den Löttsche-Fluss, dessen Gewässer über Labran und Ho-tschou und nach Nordost fliessend den Hoang-ho erst oberhalb von Lan-tschou erreichen. Das Walru-Gebirge folgt auch dem Oberlaufe des Ulan-ser-tsche und wird höher gegen OSO; auch hier finden sich rothe pliocäne Schotterablagerungen zumeist in horizontaler oder nur wenig geneigter Lagerung. Es zeigt sich aber doch ein Unterschied in der physiognomischen Beschaffenheit der Landschaft, sobald man die Wasserscheide überschritten hat.

In den Flussgebieten, die direkt nach Westen zum Hoang-ho gingen, vom Baa-Flusse an bis zu jener Wasserscheide zwischen Star-dung-tsche und Ulan-ser-tsche, waren breite ebene Thalböden mit maeandrisch fliessenden Flösschen, die Berghöhen relativ niedrig, sanft ansteigend und eine mehr oder weniger starke Lehmdecke über dem anstehenden Gestein. In den Abflussgebieten aber gegen Labran und noch mehr später im Tao-Thal, sind die vertikalen Differenzen viel prägnanter. Man sieht dass die Energie der Erosion hier viel stärker wirkt; überall stehen Felsklippen und Gesteins-Schichtköpfe zu Tage, die Flüsse haben stärkeres Gefälle und schmale enge, oft schluchtartige Thalböden, die Lehmdecke fehlt vielfach, und auch die kontinuierliche Steppengrasbedeckung verschwindet.

Nach mehreren Tagemärschen und nachdem das Thal des Ulan-ser-tsche wieder verlassen war, das weiter unten unpassirbar wird, erreichte die Expedition den Löttsche-Fluss und in wilder Gebirgsgegend am Djem-tsche-Fluss, einem Nebenfluss der Löttsche, den Aufstieg zum Übergang über die Passhöhe und über die Wasserscheide zwischen dem Flussgebiete der über Labran abfliessenden Gewässer und dem des Tao-Flusses, der über Min-tschou nach Osten und von dort nach Norden gehend, oberhalb von Lan-tschou, den Hoang-ho erreicht.

Es war der 6. November geworden, als bei heftigem Schneegestöber der gegen 4000 m hoch liegende Pass überschritten wurde. Nach einigen Märschen durch ein ganz verlassenes ödes Hochthal, das im oberen Theile ohne Wasser war, wurde das grosse Kloster Schinse am oberen Tao-Fluss erreicht.

Der Marsch war mehr nach Osten gerichtet gewesen, ging annähernd im Streichen der Schichten und somit war auch die geologische Zusammensetzung dieser Gebirgsgebiete sehr einförmig; die gefalteten Schiefer und Sandsteine bilden eine sehr breite Zone, deren Streichen WNW—OSO ist und zu der sowohl das Dschupar-Gebirge, die als Dsun-molun bezeichnete Kette südlich davon, und auch die Wasserscheide im Norden des Tao-Thales gegen das Flussgebiet von Labran gehören.

Das geologische Schichtstreichen ist ganz konstant $W 15^{\circ}—20^{\circ}N$ nach $O 15^{\circ}—20^{\circ}S$, wo nur dasselbe gemessen wurde. Aber die südlich davon liegende paläozoische Kalkzone, deren Anfänge wir am Hoang-ho kennen gelernt haben, hat imponirende Höhen und eine massige Entwicklung erreicht; das Gebirge wird als Dschawrek-Gebirge bezeichnet und setzt sich nach Osten fort auf der Südseite des Tao-Thales als der schon altberühmte, schwer zugängliche, wild zerrissene und grossartige Min-schan, als die Wasserscheide zwischen Hoang-ho-Gebiet und Yang-tse-kiang. Wie der Blick von einem der Hochgipfel der Tauern die Felsenwelt der Dolomiten Südtirols zeigt, so stehen hier die Felsnadeln, Thürme, Zacken und Pyramiden auf einer tausendfach in den steilsten Winkeln auf- und abspringenden Kammlinie, die an Höhe alle anderen Gebirgsteile des Tao-Thales weit übertrifft.

Schon vor dem Übergang über den Pass zum oberen Tao-Thal war die Expedition sehr nahe an das kalkige Dschawrek-Gebirge gekommen; die aus demselben herabgehenden Flüsse führten die krystallinen und weissen Kalke, doch selten mit Spuren von Versteinerungen. Auch bei Kloster Schinse waren diese Kalkberge nicht fern, gleich jenseits derselben der Hoang-ho-Lauf, und zwar jedenfalls nicht weit von seiner Umbiegungsstelle. Zu Pferde sollte der Fluss in nur zwei Tagen zu erreichen sein, und es war beschlossen, nochmals unter einheimischer Führung einen Abstecher zu machen, um diese wichtige Stelle zu erreichen. Die Expedition war bisher immer auf einem direkten Wege nach Sung-pan-ting gewesen, und von Kloster Schinse sollte diese Stadt zu Pferde in etwa 6—8 Tagen, mit der Jackkarawane in etwa 3 Wochen zu erreichen sein. Der Geologe freute sich längst schon, dieses interessante Kalkgebirge zu durchqueren, die Wasserscheide zwischen den beiden grossen Strömen zu überschreiten und im Süden derselben die geologische Beschaffenheit der östlichen Fortsetzung des Amne-matschin-Gebirges und des Sarü-Dangerö kennen zu lernen; wenn sich auch die kalten Nächte und die Unbilden des Lagerlebens im November in Meereshöhen von über 3000 m schon sehr fühlbar machten, so waren doch gerade noch für die nächsten paar Wochen so schöne Aufgaben

zu lösen, dass keinen Augenblick irgend eine andere Überlegung, als die einer erneuten Exkursion an den Hoang-ho und Fortsetzung des Weges nach Sung-pan-ting in Betracht kam.

Es waren auch schon Schritte gethan, von den Oberhäuptern der Mönche oder des bei Schinse ansässigen Stammes Führer zu erlangen, als am 10. November ein räuberischer Überfall überlegener feindlicher Horden, die der Expedition schon von weiterher gefolgt waren und nur auf eine günstige Gelegenheit zum Überfalle gewartet hatten, die Expedition fast ihrer sämtlichen Lastthiere, der Pferde und der Jacks beraubte, während es gelang, das Lager zu vertheidigen und vor Plünderung zu schützen.

Da es nicht möglich war, neue Lastthiere zu kaufen und nach sieben Tage dauernden Verhandlungen neue Lastthiere miethweise gegen hohes Entgelt nur unter der von den Mönchen ausgemachten Bedingung gegeben wurden, dass die Expedition auf dem kürzesten Wege nach Tao-tschou und China zurückkehre, war jede Möglichkeit genommen, an die Fortsetzung des Weges und eine neue Hoang-ho-Exkursion noch zu denken, und zwar um so mehr, als jeden Augenblick ein neuer Überfall möglich war, und die Vertheidigungskräfte — es waren nur drei Europäer — zu schwach waren, um mit Gewalt den Durchweg erzwingen zu können.

Am 17. November konnte die Expedition unter starker Bedeckung durch die bei Schinse ansässigen Bewohner in Eilmärschen den Weg nach Tao-tschou antreten, das am 21. November erreicht wurde, und nach einigem Aufenthalte traf sie nach drei weiteren Marschtagen in Min-tschou ein.

Der Weg führt auf der nördlichen Seite des Flusses etwa in der Mitte zwischen der Gebirgskette des West zu Nord nach Ost zu Süd streichenden Tasurchai und dem Tao-Flusse selbst und überschreitet eine Menge von Bergrücken, welche die zahlreichen linken Nebenflüsse des Tao-ho von einander trennen. Der Tao selbst fliesst in enger vielfach tiefer unzugänglicher Erosionsschlucht, welche ganz in die alte Sandstein-Schieferformation eingewaschen ist; ob das Tasurchai-Gebirge die ost-süd-östliche Fortsetzung von einer ebenso streichenden Gebirgskette ist, die auf dem Reisewege der Expedition durch die Berggegenden südlich des Baa-Flusses in grösserer Entfernung annähernd der Marschrouten parallel verlaufend, vielfach von höheren Bergspitzen aus in der Ferne im Osten zu verfolgen war, ist noch nicht zu entscheiden. Schon vom Dschupar-Gebirge aus waren im Nordosten sehr hohe schneebedeckte Gebirgsketten sichtbar, welche allmählich an Höhe abnehmend auch im Osten des Flussgebietes des grossen Sche-tche-Flusses die Wasserscheide zwischen diesem Flussgebiete und den nach NO abfliessenden Gewässern bildete. Indessen

könnte der Tasurchai auch noch zu einer der parallelen Ketten südlich des Dsun-mo-lun als östliche Fortsetzung gehören, da nach den Flussgeröllen der linken Nebenflüsse des Tao-ho die geologische Zusammensetzung hauptsächlich ebenfalls durch Sandsteine und Schiefer gebildet wird.

Dass der Weg das Tao-Thal hinab gerade in der bezeichneten Lage, alle die Seitenthäler und ihre Höhenrücken überschreitet, erklärt sich aus geologischen Gründen sehr einfach, wie denn überhaupt das Tao-Thal ein ausgezeichnetes Beispiel bietet für die Umbildung eines ursprünglichen lösserfüllten breiten und flachen, und vielleicht abflusslosen Steppenthales durch den Beginn und Fortschritt von Erosion durch fließendes Wasser und Einbeziehung in das peripherische Erosionsgebiet.

Überall in der mittleren Zone zwischen der nördlichen Gebirgskette und dem weiter südlich gelegenen Flusse sind noch mächtige Reste einer Lössbedeckung erhalten, welche von rothen, pliocänen Konglomeraten und Sandsteinen, die meist horizontal und diskordant über dem alten, stark gefalteten Sandstein-Schiefer-Gebirge liegen, unterlagert werden. Das ganze weite Tao-Thal war einst ein Seebecken, auf dessen Boden diese Sedimente sich bildeten, ähnlich wie auch auf den Hochflächen NO-Tibets und des Hoang-ho-Gebietes bei Quetae. Nach dem Verschwinden der Wasserbedeckung herrschten auch hier die Verhältnisse, welche die Bildung einer mächtigen Lössaufschüttung ermöglichten und das ganze Thal auffüllten, sodass über die weite, ebene Steppenfläche nur die Wasserscheidengebirge des Tasurchai im Norden und des Min-schan im Süden als Erhebungen emporragten und derselbe Typus der Landschafts-Physiognomie geschaffen war, wie ihn die breiten Hochthäler und Steppenflächen z. B. der abflusslosen Dalai-Dabassu-Steppe heute noch zeigen.

Erst die neu einsetzende Erosion hat das heutige Tao-Thal geschaffen, in der Mitte, längs dem Flusse selbst, allen Löss und die Seebildungen wieder entfernt und noch sein Bett tief in das darunter liegende alte Gebirge eingegraben. Der Tao-Fluss fließt zwischen Tao-tschou und Min-tschou, also schon in weiter unten gelegenen Theile des Laufes in unzähligen grossen Schleifen und Windungen, und hier folgt auch der Weg dem breiteren Thale des Flusses diesem selbst; aus dem Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit allein lassen sich diese vielen maeandrischen Flusswindungen nicht erklären; wenn man aber von einer Höhe aus einen Fluss im breiten Steppenthale Tibets verfolgt, so sieht man ihn genau in derselben Art Kurven und Biegungen beschreiben. Vertieft sich im Laufe fortschreitender Erosion zunächst in dem weichen Lössmaterial, dann in dem ebenfalls noch nicht sehr widerstandsfähigen pliocänen Ablagerungen das ursprünglich

mäandrisch gestaltete Flussthal, so muss es bei noch weiterschreitender Vertiefung in das alte Grundgebirge der Unterlage die schon auf der Steppe vorgezeichneten Laufrichtungen auch in jenes übertragen, und so erklären sich die zahllosen Flusswindungen, die aus wechselnder Gesteinsbeschaffenheit keine Erklärung finden können. Da wo die Lössbedeckung noch erhalten ist — in der Mitte des Thales fehlt sie in Folge der hier am weitesten fortgeschrittenen Erosion, und an den Gebirgsabhängen des Tasurchai ist sie in Folge der reichlicheren Niederschläge herabgespült —, sind in der Mitte zahlreiche Ansiedelungen; es wird Ackerbau getrieben, und der Weg verbindet diese Punkte mit einander, indem er die Höhenrücken zwischen den einzelnen Thälern überschreitet, bis von Tao-Tschou ab das von dort ab erst breitere Flussbett es gestattet, dem Flusse selbst zu folgen. Die Gebirge im Norden und besonders der Min-schan im Süden sind unwirthlich und kahl; aber die Bergrücken der Sandstein-Schieferformation am Tao-Flusse selbst sind sehr malerisch und erinnern an manche Stellen des Rhein-Thales zwischen Bingen und Bonn.

Ich komme zum Schlusse meiner Darstellung. Der weitere Weg der Expedition ging mit einer Maulthierkarawane von Min-tschou zunächst in nordnordöstlicher Richtung über den westlichen Theil des Pe-ling-Gebirges (Shng-so-schan) nach Kung-tchang-fu; nur dieses Stück des Weges war noch neu und ergab einen sehr reichen Fundort von Fusulinen und Brachiopodenkalken auf der Nordseite des Gebirges, wo hohe Kalkklippen zwischen grauackentartigen Sandsteinen liegen. Das Alter dürfte Ober-Carbon oder Perm, nach vorläufiger Bestimmung der Versteinerungen durch Herrn Dr. Schellwien, sein, und das Schichtstreichen ist im allgemeinen das gewöhnliche Kuen-lun-Streichen West zu Nord nach Ost zu Süd.

Von Kung-tschang-fu ging es in nordöstlicher und östlicher Richtung weiter ausschliesslich über Lössgebiete, wo gelegentlich in tiefen Thaleinschnitten Granite oder alte Schiefer mit O—W oder West zu Nord nach Ost zu Süd-Streichen und steiler Schichtstellung angetroffen wurden, und in Tsing-ning-tschou wurde die grosse Strasse, welche von Si-ngan nach Lan-tschou führt erreicht und damit durch v. Loczy's und von Richthofen's Forschungen sehr gut bekanntes Gebiet betreten und auch auf dem weiteren Wege von Ping-liang-fu über Si-ngan durch das Sing-ling-Gebirge bis an den Tan-Fluss bei Lung-kü-tschai nicht mehr verlassen.

Wenn bei den sehr langen und anstrengenden Märschen, die ohne Unterbrechung von Morgens bis Sonnenuntergang dauerten und bei dem schon gut erforschten durchreisten Gebiete, doch auf diesem letzten Theile der Reise noch etwas für die Wissenschaft herausgekommen ist, dann ist es dem Umstande zu verdanken, dass eine

grosse Anzahl photographischer Aufnahmen in den Lössgebieten und über alle am Löss interessante Eigenschaften gemacht werden konnten, die gut gelungen sind und geeignet erscheinen, die bisherigen Beschreibungen auch durch unmittelbare Anschauung zu unterstützen. Die Expedition hatte den Weg von Min-tschou bis zum Beginn der Schiffbarkeit des Tan-Flusses bei Long-kü-tschai in einem Monat zurückgelegt, mit nur wenigen Rasttagen in Ping-liang-fu und Si-ngan.

Mit dem Beginn der Wasserstrassen des Tan- und Han-Flusses, deren Zurücklegung bis Han-kou noch weitere 24 Tage in Anspruch nahm, mussten natürlich die geologischen Forschungen ein Ende finden, ausserdem sind auch diese Gebiete genügend bekannt.

Damit glaube ich die hauptsächlichsten geologischen und geographischen Momente erwähnt zu haben, welche die Arbeiten der Expedition gebildet haben. Es wird noch manches im Einzelnen als Frucht der genaueren wissenschaftlichen Bearbeitung der gesammten Materialien und der sich an die Beobachtungen anknüpfenden Fragen und des Vergleichs mit den schon vorliegenden anderen Forschungsergebnissen zu den Resultaten dieser Forschungsreise gehören, dessen Zeitigung aber noch längere Zeit in Anspruch nehmen und, wie ich glaube hoffen zu dürfen, noch manche Anregung auch fürderhin bringen wird.
