

Vorträge
über
Forschungen und Studien
in Centralasien und China

von

Dr. K. Futterer

Professor an der Gr. Techn. Hochschule in Karlsruhe.

I.

**Beiträge zur Geschichte des östlichen Centralasien und Chinas
während der letzten geologischen Perioden.**

Sonderabdruck aus dem XIII. Band der Verhandlungen des
Naturwissenschaftlichen Vereins.

Karlsruhe.

Druck der G. Braun'schen Hofbuchdruckerei.

1900.

Die Erörterung über die letzte geologische Vergangenheit des centralen und östlichen Asiens ist in letzter Zeit durch mehrere Publicationen¹ und Erweiterungen unserer Kenntnisse in ein neues Stadium getreten, für welches die nachstehend mitgetheilten neuen Beobachtungen von Interesse sein dürften.

Verfolgen wir die Geschichte des inneren Asiens in seiner Entstehung als Festland, so sehen wir nach v. Loczy's umfassenden Zusammenstellungen, dass schon in sehr alten Zeiten zwischen den Carbonmeeren des südlichen und nördlichen China eine scharfe Trennung durch den östlichen, vielleicht auch noch mittleren Theil des Kuen-lun bestand.² Es geht das daraus hervor, dass der Charakter der Meeresfaunen nördlich dieser trennenden Land- und Gebirgs-erhebung in Nordchina, der Dsungarei und weiter westlich von da bis zum uralisch-russischen Carbonmeere und atlantischen

¹ v. Loczy: Palaeontologische und stratigraphische Ergebnisse, in Band III der Wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien. 1899 S. 161.

v. Obrutschew: Geographische Skizze von Centralasien und seiner südlichen Umrandung. Hettner's geogr. Zeitschrift. Bd. I. 1895.

E. Suess: Ueberreste von Rhinoceros sp. aus der östlichen Mongolei (Verh. der K. russ. Mineralog. Gesellschaft St. Petersburg. Bd. XXXVI 1899).

Friedrichsen: Ein Beitrag zur Kenntniss vom Alter und Charakter der sog. Hanhai-Schichten Innerasiens. Petermann's geogr. Mitth. 1900. Heft 1.

² Die Entwicklungsgeschichte wird hier vom Carbon ab dargestellt; für noch weiter zurückliegende Vorgänge siehe: K. Futterer: Die allgemeinen geologischen Ergebnisse der neuen Forschungen in Centralasien und China. Erg.-Heft No. 119 Petermann's Mitth. Gotha 1896 S. 26 und v. Loczy a. a. O.

Ocean derselbe war und sich wesentlich unterscheidet von den südlich des Kuen-lun gefundenen carbonischen Faunen, welche sich dem indischen Typus der Entwicklung in der Salt-Range anschliessen. Auch in der Entwicklung des Carbon sind Unterschiede nachweisbar, indem auf der Nordseite der trennenden Landmasse marines Carbon nur mit dem unteren und den beiden unteren Stufen des oberen Carbon entwickelt ist, und darauf nur im nördlichen China und einem Theil der Shamo zur Zeit des obersten Carbons oscillatorische Hebungen eintraten, welche zu Landbildungen und klastischen terrestrischen Ablagerungen führten. Weiter im Westen aber, im Ural und Thien-schan, im Pamir, im westlichen Tarim-Becken und westlichen Kuen-lun, dauerte die Meeresbedeckung noch viel länger an, wahrscheinlich bis zur Triasperiode.

Ganz anders ist die stratigraphische Entwicklung während derselben Zeiträume in Südchina. Nachdem Niveauveränderungen einige Kohlenbildungen ermöglicht hatten, gewann das Meer wieder grössere Ausdehnung und bedeckte als Permo-Carbonmeer weite Gebiete, deren Ablagerungen grosse Verwandtschaft der Faunen zeigen und im Gegensatz zu der nordischen Entwicklung stehen. In der Salt-Range, im Himalaya, in Westtibet, Birma, Sumatra und Timor sind solche Ablagerungen nachgewiesen und durch die Entdeckung eines reichen Fundorts von Fusulinenkalken (obercarbonischen oder permocarbonischen Alters nach gültiger vorläufiger Bestimmung von Herrn Dr. Schellwien) im Semenow-Gebirge südlich vom Kuku-nor-See in Nordosttibet und im nord-westlichen Theile des Peling-Gebirges nordöstlich von Mintschou wird eine noch weitere Ausdehnung dieses Meeres bis an den Südfuss des mittleren Kuen-lun nachgewiesen. Diese Meeresbedeckung hielt noch bis in die jüngere Triaszeit an und machte dann erst dem allmählich auftauchenden Festlande Platz.

Wir sehen so im Norden schon früher beginnend — am Ende der Kohlenperiode — im Süden erst später gegen Ende der Triaszeit — an dem schon von Alters her bestehenden, von West nach Ost laufenden Festlandskeil des Kuen-lun, neue Festlandsmassen sich angliedern.

Es bestehen Anzeichen dafür, dass die trennende Landmasse des östlichen Kuen-lun weit nach Osten reichte und

schon vom Cambrium an die nördlich und südlich gelegenen Meere trennte.

Die Meere zogen sich im Norden des Kuen-lun gegen Westen zurück und von Osten her wuchs das Festland. Gebirgsbildung und Faltung dauerte südlich vom östlichen Kuen-lun noch länger als im Nan-schan, wo sie schon vor dem Carbon erloschen waren; in den hinterindischen Ketten traten sogar noch in der Triasperiode Faltungen ein.

So war allmählich ein gewaltiger Continent entstanden, der seit der Jurazeit der Abtragung und Denudation unterworfen war, und auf welchem sich Ablagerungen mit Resten von Floren bildeten, die überall im centralen und nördlichen Asien vom Osten bis Westen sich ähnlich sind, aber Unterschiede zeigen gegen die südlichen Floren der Gondwana- und Glossopteris-Bildungen in Indien, Africa und Australien. Auch hierin liegt ein Beweis für die Existenz und Ausdehnung jenes seit Beginn der Jurazeit gebildeten Continents, der von Japan bis zum Altai, vielleicht sogar zum Ural und vom Amur bis Südchina reichte.

Seit jener Zeit hat dieser Continent als solcher bestanden und erst aus der jüngeren Zeit des Tertiär wurden wieder Ablagerungen bekannt, die auf eine neue Meeresbedeckung schliessen liessen.

Schon v. Richthofen hat mit Meisterhand die physikalischen Bedingungen skizzirt, unter denen wir uns jenen Continent unterworfen den abtragenden Wirkungen der Erosion während langer Perioden mit möglichem Wechsel niederschlagsreicher und daran ärmerer Perioden vorstellen müssen. Spärlicherhaltene Reste terrestrischer Ablagerungen der Jurazeit sprechen für reichere Regenmengen, während im Uebrigen die Bedingungen eines sehr trockenen Continentalklimas vorhanden waren. Ein Vergleich mit den Ländern auf dem Plateau des Colorado oder mit den Gebieten Transcaspiens wird als entsprechend angeführt.

Auch während der Kreidezeit änderten sich diese Verhältnisse nicht; nach dem bis jetzt bekannten Vorkommen von marinen Kreideschichten war das Kreidemeer nur im Süden und Westen bis ins Tarim-Becken ausgebreitet, die centralen und östlichen Theile Asiens waren aber Festland.

Die letzten unterscheidbaren continentalen Perioden in der geologischen Entwicklung des Continentes hat v. Richthofen als eine

Erosionsperiode bezeichnet, in welcher sich im wesentlichen die jetzige Oberfläche des Gebietes durch Erosion und Denudation gebildet hat. Darauf folgte die

Steppenperiode, während welcher die centralen Salzsteppen sich auch über das nördliche China ausbreiteten und dann folgt die

Lössperiode d. h. die Zeit des gegenwärtigen Klimas und der Verwandlung des Steppenlandes in Lössland.

Die neueren Forschungsreisen haben nun ergeben, dass man überall im inneren Asien, sowohl in den Niederungen des Tarim-Beckens, wie in der Mongolei und an den Grenzen des nordöstlichen Tibet ausgedehnte Ablagerungen findet, die ihrem Charakter nach nur auf eine weite Meeresbedeckung oder Süßwasserseen zurückgeführt werden können, die noch in ganz junger geologischer Zeit existirt haben müssen, und von denen die heutigen abflusslosen Seebecken die Ueberreste sein können.

Schon v. Richthofen nannte dieses seichte innerasiatische Meer „Han-hai“, dessen Ausdehnung nunmehr vom Westrande des Tarim-Beckens und Thien-schan bis in die östliche Mongolei und an den Chingan und nach Süden über Ordos und Ala-schan bis in die Längsthäler des Nan-schan und den Zaidam festgestellt ist. Diese Ausdehnung kann nun noch vergrößert und auf Grund der später anzuführenden Beobachtungen auch über das ganze nordöstliche Tibet östlich vom oberen Hoang-ho ausgedehnt werden.

Durch glückliche Funde in den lange für ganz fossilleer gehaltenen Sedimenten des Han-hai und ihnen äquivalenter Bildungen von conglomeratischem Charakter, die v. Loczy Quetaeschichten nannte, ist es nun ganz sicher geworden, dass diese Ablagerungen nicht aus einem Meere, sondern aus Süßwasserseen gebildet sind. v. Loczy hat zuerst diese Ansicht betont und nach anfänglichen Bedenken ist auch Obrutschew ihr beigetreten, nachdem er zuerst meinte, dass eine Anzahl grösserer und kleinerer Seebecken, deren letzte

Reste die jetzt noch bestehenden Salzseen sind, jene Ablagerungen gebildet haben könnten.

Durch einen Fund Obrutschew's, den E. Suess¹ neuerdings beschrieben hat, wurde nun für die jungtertiären Han-hai-Ablagerungen in der östlichen Mongolei ihr Ursprung als Süswassersedimente von höchstens mitteltertiärem Alter über alle Zweifel erhoben.

Die Schichten, in welchen Obrutschew die Rhinocerosreste fand, bestehen aus weissen und grünlichen Mergeln, über welchen feinkörnige Conglomerate lagern, welche durch ihre grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Deflation die Oberflächen der isolirten Tafelberge und Zeugen bilden, die im südöstlichen Theil einer ziemlich grossen Einsenkung von 880 m Meereshöhe den Rand des Chuldyin-Gobi-Plateaus auf dem Wege von Urga nach Kalgan etwa 25 km SSO vom Salzsee Iren-dabassun-nor begleiten. Die ganze Gegend ist dort von Ablagerungen des letzten innerasiatischen Meeres gebildet, die Gobi-Ablagerungen genannt werden, etwa 200 m Mächtigkeit besitzen, meist horizontal lagern, und in deren tiefsten Horizonten die Rhinozerosreste gefunden wurden. Da die Sedimente Süswasserbildungen sind, nimmt Obrutschew an, dass das Innerasien in der letzten Tertiärzeit bedeckende Meer schon von Anfang an süsses Wasser hatte. Es liegt nun nahe, diese Erfahrung auf die gesammte bekannte Ausbreitung der Han-hai-Schichten und der Quetae-Bildungen, für die ein pliocänes Alter erwiesen ist, auszudehnen.

Während der Reise von Kaschgar bis Chami habe ich reichliche Gelegenheit gehabt, die Schichten des Han-hai kennen zu lernen, wo sie eine gefaltete Zone von Vorbergen vor den Ketten mit älteren Sediment- und Urgesteinen bilden. Sie werden z. B. zwischen Aksu und Kutscha und noch östlich davon von schluchtenartigen, steilwandigen Durchbruchsthälern der aus den höheren und nördlicher gelegenen Gebirgsketten ausfliessenden Flüsse durchbrochen, und dadurch ist reichliche Gelegenheit geboten, ihren Schichtcharakter genau kennen zu lernen. Es wechseln weiche, meist rothe

¹ E. Suess; Ueberreste von Rhinoceros sp. aus der Mongolei. Verh. Kais. russ. Min. Gesellschaft St. Petersburg 1899. Bd. XXXVI No. 2.

oder gelbbraune sandige Mergel und Thone mit Sandsteinen und die jüngsten Bildungen der sehr mächtigen Schichtserie sind conglomeratisch und grob und infolge der Auflockerung an der Oberfläche durch die Erosion von den am Gebirgsfusse über ihnen lagernden alten diluvialen Schottern der Aufschüttungsdeltas nicht zu unterscheiden.

Sie machen den Eindruck sehr junger Bildungen, wenn schon es nirgends gelang, versteinerte Reste zu finden. Häufig führen sie aber Gyps und Salzefflorescenzen und noch westlich von Kaschgar am Schur-bulak-Passe ist das Wasser der kleinen Bäche, die aus dem Gebiete dieser von Skoliczka Artush-Schichten genannten Mergel und Sandsteine kommen, etwas salzhaltig. Diese beiden Beobachtungen scheinen nicht für Bildungen aus süßem Wasser zu sprechen, da ja gerade Salz und Gyps meist als Bestandtheile littoraler mariner Ablagerungen und Salzseen gefunden werden. Es sollen nun an der Hand des an diesen Ablagerungen gewonnenen Beobachtungsmaterials einige Gesichtspunkte zur Beurtheilung jener wichtigen Fragen, ob marine oder lacustre Entstehung anzunehmen ist, mitgetheilt werden.

Was zunächst den Charakter dieser zuerst von Skoliczka nördlich von Kaschgar beschriebenen Bildungen anbelangt, so sind dieselben durch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet. Der Hauptmasse nach bestehen sie aus Conglomeraten, die meist intensiv rothe oder braunrothe Farbe besitzen und mit weichen, oft lehmigen Sandsteinen von gelbbrauner Farbe wechseln; diese letzteren gehen in rothe oder graue Thone über, in welchen härtere mehr sandige und glimmerige Bänke eingelagert sind.

Die Gypse in den Mergeln sind nicht in Bänkchen und als Fasergyps vorhanden, wie das z. B. im Gypskeuper der Trias der Fall ist, sondern es sind concretionenartige Knollen eines weissen körnigen bis mehliges Gypses, die in unregelmässiger Vertheilung in den weichen Schichten liegen. Gypskristalle wurden nirgends hier gefunden.

In den weichen Sandsteinen und sandigen Mergeln sind Concretionen häufig, deren Bindemittel Eisenhydroxyd ist wie überhaupt auch viele Schichtbänke stark eisenschüssig sind.

Der Salzgehalt dieser Bildungen zeigt sich ebenfalls nicht auf bestimmte Schichtlagen beschränkt oder in einzelnen Bänken besonders reich, wenn auch im Allgemeinen die Thone und Mergel häufiger Salzefflorescenzen zeigen, als die reinen Sandsteine und die groben Conglomerate. Linsen oder Salzbanen finden sich nirgends im Schichtverbande, sondern die Salze treten nur als Efflorescenzen an der Oberfläche auf, und zwar am häufigsten in heruntergefallenen zerbröckelnden und in starker Verwitterung befindlichen Theilen.

Die Oberfläche dieser Artush-Schichten oder Han-hai-Sedimente ist ganz und gar steril, selbst die isolirten Grasbüschel der Steppengräser und Salzpflanzen meiden sie, dafür hat aber die Erosion gewaltig auf ihre Oberfläche gewirkt. Es gibt kein wilder zerschluchtetes, mehr von unzähligen steilwandigen tiefen und vielfach verzweigten Schründen und kleinen Thälchen durchsetztes Gebiet als die Berge und Gehänge, an welchen die weicheren Sedimente dieser Bildungen nackt und kahl die Oberfläche bilden. Die nur seltenen aber heftigen Regen, welche sich über den Thien-schan und seine Vorberge ergiessen, wirken ungemein intensiv und reissen tiefe Furchen ein. Photographien vom Passe Schur-bulak, westlich von Kaschgar und von den weit gegen die Ebene des Tarim-Beckens vorgeschobenen Berge des Kik-tau etwa in der Mitte zwischen Aksu und Bai, die ich bei anderer Gelegenheit wiederzugeben beabsichtige, zeigen aufs Schönste diese intensive und die Oberfläche ausserordentlich zergliedernde Thätigkeit des Wassers.

Es sei nur nebenbei hier erwähnt, dass die hohen Steilwände der Schluchten der Durchbruchthäler und die weichen Sandsteine der kahlen Berggehänge auch der Thätigkeit des Windes, der Deflation, ein durch bizarre und auffallende Bildungen ausgezeichnetes Arbeitsfeld darbieten. Pfeiler, Thürme, Höhlungen sind entstanden unter der ausschleifenden, nagenden und höhlenden Wirkung des Windes und der in Stürmen einhergejagten Sandtheilchen.

Jede Concretion, jede Verhärtung im Gestein, jede durch höheren Eisengehalt ausgezeichnete Schichtlage wird besonders herausgehoben aus den vertieften weicheren Theilen; die

Felsflächen sehen aus, als wären sie mit gigantischen Schriftzeichen bedeckt und man begreift, dass der Aberglaube der Bevölkerung solchen Gebilden eine besondere Bedeutung beimisst.

Am ganzen Südfusse der alten Ketten des Thien-schan schon westlich von Kaschgar ab bis östlich von Kutscha in die Vorberge Ak-kamusch nördlich von Bugur ist überall steile Schichtstellung und intensive Faltung in diesen Schichten zu beobachten. Mehrere Anticlinalen liegen parallel von Nord nach Süd hintereinander und haben im Allgemeinen OW-Streichrichtung; zwischen denselben verlaufen z. B. nördlich der Kikberge bedeutende Längsbrüche, an denen der südliche, gefaltete Flügel abgesunken ist.

Bei Kurlia geht ein Zweig des Thien-schan-Systems gegen Ostsüdost in die Wüste, der Kuruk-tau, den man auf dem Weg nach Chami überschreitet; südlich von Turfan zweigt sich der Tschol-tau, der ebenfalls wie der Kuruk-tau aus massigen Gesteinen, krystallinen Schiefnern und alten palaeozoischen Sedimenten besteht, vom Hauptsysteme des Thien-schan ab und jenseits im Norden desselben beginnt die Thien-schanische Niederung mit Depression der Oberfläche unter den Meeresspiegel, die noch weit gegen Osten reicht.

Auch in dieser weiten Niederung, die im Norden und Süden von hohen alten Gebirgszügen, Bogdo-ola-Kette und Tschol-tau begleitet wird, fanden sich sowohl westlich wie östlich von Turfan wieder die conglomeratischen und Sandsteinbildungen der Han-hai- oder Artush-Schichten. Der Gesteinscharakter ist genau derselbe wie weiter im Westen im Vorlande des Thien-schan; aber hier zwischen den Ketten desselben sind diese Sedimente nicht mehr so stark gefaltet, sondern sie zeigen ohne stärkere Faltung nur verschiedenes, durch Absinken an Brüchen bedingtes, mehr oder weniger steiles Einfallen nach verschiedenen Horizonten und einzelne flache Sattelbiegungen. So liegt z. B. östlich von Turfan zwischen Süngüm und Chandu eine flache Anticlinale von Sandsteinen und Knollenmergeln, deren Streichen von Ost nach West geht. Meine Beobachtungen stimmen in diesem Falle vollkommen mit der Ansicht Obrutschews überein, dass nämlich die Thien-schanische Senkung ein grosser Graben-

bruch ist, dessen letzte Phasen der Entstehung in ganz junge Zeit — nach Bildung der Seenablagerung — zu verlegen sind. Im Westen zwischen Toksun und Liuktschun reicht die Depression 60--70 m unter den Meeresspiegel, nach Osten wird sie immer weniger tief, ist aber beim Brunnen Jan-dun zwischen Chami und Ansi-fan 778 m hoch, weiter östlich am Wege von Chami nach Su-tschou fand ich den tiefsten Punkt etwa 795 m tief, zwischen dem nördlich davon gelegenen Karlyk-tag mit einer Höhe von 5000—5300 m und der ersten höheren Gebirgskette des gebirgigen mittleren Theiles des Gobi (Nordkette des Pe-schan) mit ca. 2600 m hohen Gipfeln; bei Jasy-tschan ist die Höhe dieser etwa 500 km weit von West nach Ost zu verfolgenden Depression schon auf 1700 m gestiegen.

Es ist von grossem Interesse, dass nicht nur hier zwischen alten gefalteten Ketten des Thien-schan solche Seeablagerungen vorkommen, sondern dass ähnliche Sedimente, die auch als jugendliche Seenablagerungen bezeichnet werden, auf Hochflächen weit im Innern des Gebirgssystems des Thien-schan z. B. nordöstlich vom Issyk-kul-See auf der Dschalanasch-Hochfläche zwischen der Nord- und Südkette des transsilienischen Alatau nachgewiesen wurden.¹

Auch an vielen anderen Stellen, die Friederichsen² jüngst in einer sehr verdienstvollen Arbeit zusammengestellt hat, sind zwischen den Ketten des Thien-schan bis weit nach Osten in die Mongolei jungtertiäre Sandstein- und Conglomeratbildungen nachgewiesen worden, von denen es nunmehr ausser Zweifel stehen dürfte, dass sie äquivalente Bildung der Han-hai- und Artush-Schichten sind.

Auch aus dem Wüstengürtel der Gobi sind sie durch Obrutschew³ in der Nähe des Wasserplatzes Kufi zwischen Chami und Ansi-fan aufgefunden worden, und auch ich hatte Gelegenheit, südlich vom Karlyk-tag und ostsüdöstlich von Chami

¹ Sewerzew: Erforschung des Thien-schan-Gebirgssystems 1867. Pet. Mit. Erg.-Heft No. 42, 43.

² M. Friederichsen: Morphologie des Thien-schan. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin. Bd. XXXIV. 1899.

³ Obrutschew: Orographie des centralen Asien und seiner südöstlichen Grenzgebiete (russ.). Iswes. Imp. Russ. Geogr. Ob. 1895. pg. 253.

und im Norden der gebirgigen Erhebung der Gobi, des Pe-schan, isolirte Zeugenberge zu constatiren, welche aus rothen thonigen Sandsteinen bestanden und discordant darüber lagernd eine Decke von Conglomeraten tragen. Bei Lager V, das in einer grossen Depression am Nordfusse der gebirgigen Erhebung der mittleren Gobi (des Pe-schan) an dem direkten Wege von Chami nach Su-tschou, etwa 170 km ost-südöstlich von Chami, an einem breiten, zwischen erhöhten Terrassenabfällen befindlichen Trockenthale liegt, stehen an der Oberfläche der Terrassen überall in der Umgebung Conglomerate als oberste Schichten der Terrassen an; sie sind fest cementirt und bald gröber oder feiner; an dem Terrassenabfalle sieht man unter ihnen rothe Thone der Han-hai-Formation, die discordant von den wahrscheinlich diluvialen Conglomeraten überlagert werden.

Im Süden des grossen von ONO nach WSW ziehenden Trockenthales stehen einige isolirte Zeugenberge; auch hier liegen über gelben und rötlichen, stark mit Salzsäure brausenden, in mächtigen zuweilen grob-knollig abgesonderten Thonen grobe Conglomerate in deutlicher Discordanz; die Oberfläche der liegenden Schichten verläuft unregelmässig und kleinere Dislocationen dieser Schichten erstrecken sich nicht in die Conglomerate des Hangenden. Die ganze mittlere bergige Zone dieses Theiles der Gobi zeigt nirgends ähnliche Bildungen, die als Han-hai-Sedimente angesehen werden könnten. Auf den breiten schottererfüllten Thalbecken zwischen den Bergzügen sind nur ganz junge Schotterbedeckungen, stellenweise mit Terrassenabfällen älterer Schotter gegen die jüngeren Thäler; aber nirgends sind so tiefe Einschnitte, dass die Unterlage dieser höchstens diluvialen Schottermassen sichtbar wird. Diese erhöhte mittlere bergige Fläche der Gobi mit Meereshöhen von über 1600 m könnte möglicherweise frei von der Wasserbedeckung geblieben sein, oder die Seeablagerungen sind überall, wenn sie überhaupt in den breiten Thalbecken gebildet worden sind, durch die jüngeren fluviatilen Ablagerungen verdeckt. Bemerkenswerth ist ferner, dass auch in der Niederung am Südrande des Wüstengürtels unweit im NW von Su-tschou lockere, ganz junge Schotter, die höchstens diluvialen Alters sein dürften, horizontal und discordant

über einer Schichtserie liegen, die aus Kalksandsteinen und Conglomeraten besteht und rothe und gelbliche thonige Bänke enthält, die jedenfalls echte Han-hai-Bildungen sind, nach NNW streichen und mit 30° nach Nordosten hin einfallen.

Auch Obrutschew hat solche Discordanzen beobachtet ebenfalls zwischen unteren gelben und rothen Mergeln und Thonsandsteinen und oberen graugelben und grau-rothen Conglomeraten und construirt darauf eine grosse Transgression eines jüngeren Meeres aus der späteren Tertiärzeit, über die aufgerichteten und dislocirten Ablagerungen der älteren Zone, die als Kreide oder unteres Tertiär aufgefasst wird.

Ich kann mich dieser Anschauung nicht ganz anschliessen und glaube, die Bedeutung jener Discordanz der unteren und oberen Schichten ist überschätzt. Ich könnte eine Reihe von Beobachtungen citiren, wo ähnlich wie hier am Nord- und Südrande der Gobi die älteren gefalteten oder wenigstens dislocirten Han-hai-Ablagerungen von horizontalen, jüngeren Schottern überlagert werden. Die letzteren sind aber allem Anscheine nach immer Bildungen der jüngsten Diluvialzeit, die vielfach ohne merkliche Grenze in die recenten Schotterbedeckungen übergehen, deren Schotter von den Flüssen aus den Gebirgsthalern getragen und weithin flach ausgebreitet werden. Andererseits war in der mächtigen Entwicklung der Han-hai-Sedimente am Südfusse des Thien-schan von einer Abrasionsfläche nichts zu bemerken und östlich von Kutscha bei Selengar sind vor dem Fusse der Berge des Thien-schan ganz junge Lehme, überdeckt mit Schottern, in flache Anticlinale gelegt, die zeigen, dass die tektonischen Bewegungen bis in die jüngste Zeit angedauert haben. Ich möchte daher lieber annehmen, dass die beobachteten Discordanzen solchen localen Störungen junger Sedimente und darauf erfolgter Flusserosion und Aufschüttung neuer fluvialer transgredirender Sedimente entsprechen.

Es ist schwer, die weithin horizontal durch die Flüsse ausgebreiteten Schottermassen, besonders wenn sie in tieferen Lagen schon etwas mehr verkittet sind und conglomeratischen Charakter angenommen haben, von den Conglomeraten der älteren Seenbedeckung im einzelnen Falle zu unterscheiden; aber die transgredirenden Schotter machen überall den Ein-

druck von Flusserassenschottern, welche die älteren leicht dislocirten Seeablagerungen überlagern. Auch v. Loczy¹ hat eine andere Anschauung als Obrutschew bezüglich der Ab-
rasionserscheinungen und einer tertiären Transgression auf dem mongolischen Plateau und in der Gobi, und auf Grund des Vergleichs mit den Ergebnissen der Untersuchungen der tertiären und diluvialen Gebilde Sibiriens durch Tscherski² erweitert v. Loczy seine Ansicht über das Bestehen der noch heute herrschenden physikalischen Verhältnisse seit der jüngeren Tertiärzeit auch auf die Gebiete, welche bisher dem tertiären Han-hai-Meere zugeschrieben wurden. Die weitere Sichtung und Durcharbeitung meines umfangreichen Beobachtungsmateriales ergibt vielleicht noch weitere Anhaltspunkte für die Beurtheilung dieser Transgressionsfrage. Für jetzt will ich mich darauf beschränken zu constatiren:

1. Die Artush-Schichten Skoliczka's im Westen des Tarim-Beckens, die Han-hai-Ablagerungen v. Richthofens im centralen Theile Asiens und die jungtertiären Seebildungen Semenows und Sewerzows zwischen den Ketten des Thien-schan-Systems können als gleichartige Bildungen grosser Seebecken angesehen werden, welche die vorher durch Erosion gebildeten Thalmulden und Depressionen ausfüllten und auf deren Boden bedeutende Massen von Sedimenten aufschütteten.

2. Am Südfusse des Thien-schan oder am Nordrande des Tarimbeckens sind Faltungen und Absenkungen bis in sehr junge Zeiten nachzuweisen und auch die Seebildungen an anderen Stellen sind vielfach nicht ohne Dislocation geblieben, so dass sich die jüngsten fluviatilen Ablagerungen, die nach dem Verschwinden der Seen gebildet wurden, in Discordanz über die älteren Sedimente legen mussten. Beispiele für solche Vorgänge finden sich auch in den älteren Seeablagerungen im Innern des Thien-schan, von wo Sewerzow³ eine deutliche Diskordanz zwischen den bereits dislo-

¹ v. Loczy: Palaeontologische und stratigraphische Ergebnisse in Wiss. Ergeb. der Reise des Grafen Bèla Szechenyi in Ostasien. Bd. III, p. 214. 1892.

² Mémoires de l'Acad. imp. d. sc. de St. Petersburg. VI. Sér. Tome XL.

³ N. Sewerzow: Erforschung des Thien-schan-Gebirgssystems 1867. Pet. Mit. Erg. Heft 43, pg. 42 ff.

cirten und „gekrümmten“ Ablagerungen der alten Seeformation und echtem Alluvium mit groben Geröllen und Lehmen im Aptascha-Gebiete und am oberen Naryn beschreibt. Er hält es für wahrscheinlich, dass die Seeablagerungen älter sind als die eigentlichen posttertiären Anschwemmungen, und dass die sehr mächtigen Seeablagerungen durch späte geologische Hebungen in ihre dislocirte Lage gebracht wurden; palaeontologische Funde für genauere Altersbestimmungen sind von dort auch noch nicht bekannt, doch dürften sie in verschiedenen Seebecken auch verschiedenes Alter haben, und die jüngsten Schichten werden von diluvialen Moränen und ausgewaschenem Gletschermaterial überdeckt.

Für die Lösung der Frage, ob diese weitverbreiteten Ablagerungen im Tarim-Becken einer Meeresbedeckung oder einer grossen Süswasserseenverbreitung ihre Bildung verdanken, sind noch folgende Umstände zu beachten.

Der reichliche Salz- und Gypsgehalt der Schichten scheint auf marinen Ursprung hinzudeuten; Gypsvorkommen in Süswasserablagerungen kennt man z. B. an einem Punkte am Hohen-Höwen im badischen Seekreise, wo in Ablagerungen von Thon unreiner Gyps in undeutlichen Zwillingskrystallen zusammen mit Landthieren und *Testudo antiqua* vorkommt. Gyps- und Salzgehalt von sedimentären Schichten ist aber in marinen Bildungen eine allbekannte und häufige Erscheinung, so dass man für diese Han-hai-Bildungen und ihre Entstehung doch an eine Meeresbedeckung denken könnte.

Dem steht aber gegenüber, dass die Gypse überall in den in Frage stehenden Sedimenten nur als concretionäre Bestandtheile vorkommen und nicht als selbständige Schichten und Ablagerungen, die sich schon primär bei der Entstehung der Schichtfolge ausgeschieden hatten. Indessen können locale Ursachen an den Gestaden von Flüssen wie z. B. am Parana in Südamerica¹ oder am Hohen-Höwen zur Ausscheidung von Gypsconcretionen im sandigen Lehme führen und von mir selbst sind am Südrande der Gobi, im Bereiche der von den Flüssen des Nan-schan in die Wüste vorgeschobenen

¹ Burmeister: Zeitschrift der Deutschen Geolog. Gesellschaft. 1858. S. 425.

Lehmdecken zahlreiche Gypskristalle aufgefunden worden. Auch in der Umgebung von centralasiatischen Salzseen pflegt Gyps vorzukommen und auch in den als Süßwasserablagerungen gebildeten Quetae-Schichten Loczy's im Thale des Sining-ho und am Hoang-ho sind Gypskristalle zu finden.

Die Bildung dieser Gypse dürfte denselben Ursachen zuzuschreiben sein, welche zu Salzausscheidungen führen, welche ja vielfach die ersteren auch begleiten.

Was nun diesen Salzgehalt der Schichten anbelangt, so ist durchaus kein Anzeichen dafür zu finden, dass er primär mit den Schichten selbst gebildet wurde. Wo man die letzteren oder die Flüsse, die aus ihnen abfließen, mit Salzgehalt trifft, sind überall die Bedingungen der ariden Klimate mit intensiver chemischer Zersetzung und Verwitterung der Gesteinsoberfläche bei mangelnder Auslaugung der entstandenen Zersetzungsproducte gegeben. Zahlreich sind überall die Salzeffloreszenzen, welche die lockeren Aufschüttungsböden, besonders die Lehme, durchdringen. So erklärt sich auch der Salzgehalt der vielfach sandig-thonigen und lehmigen Han-hai-Sedimente sowie der spärlichen und sie nur temporär berieselnden Wasser.

Sind doch die grossen Durchbruchsthäler durch die tertiäre Vorkette am Südfusse des Thien-schan im Winter zum Theil ganz ohne Wasser!

Die in die Wüste aus den Randgebirgen gehenden ursprünglich süßes Wasser führenden Flüsse werden salziger, je länger sie über zersetzte Böden fließen und durch Verdunstung an Wasser verlieren. Die Bedingungen der in der Wüste versiegenden Wüstenbäche oder der an ihrem Ende existirenden Salzseen sind dieselben wie diejenigen abgeschürfter Meeresbuchten, die der Austrocknung ausgesetzt sind. Wie sich hier Gypse und Salze ausscheiden, so wird aber auch in kleinerem Maasse im ariden Gebiete gelegentlich circulirende Feuchtigkeit in durchlässigen Schichten durch Verdunstung und Concentration locale Salz- und Gypsbildungen veranlassen können, wie man sie in der That auch als concretionäre Bildungen beobachtet, aber nicht als primäre Schichten. Von dieser Seite aus stehen demnach der Auffassung der Han-hai-Sedimente am Nordrande des Tarim-

Beckens als Süßwasserbildungen keine Bedenken mehr entgegen, und wir haben uns nur noch mit der Frage der weiteren Verbreitung zu befassen. Das Vorkommen der ausgedehnten alten dislocirten Seeablagerungen zwischen den älteren Ketten des Thien-schan ebenso wie dasjenige der Artush- und Han-hai-Schichten ist schon besprochen; es ist auch schon erwähnt, dass Loczy's Quetae-Formation in den Thälern des Sining-ho und Hoang-ho, die aus rothen Conglomeraten und thonigen Sandsteinen besteht, als Aequivalente dieser erstgenannten Bildungen aufgefasst werden müssen, und ihr Alter ist durch den Fund von *Stegodon insignis* Falc et Caut. als Pliocän festgestellt, ebenso wohl wie die jüngeren Han-hai-Schichten der östlichen Mongolei in eine jedenfalls nicht ältere Altersstufe als höchstens mitteltertiär eingereiht werden.

v. Loczy hat die „Verbreitung dieser Ablagerungen seichter, durch Austrocknen verschwundener oder eingeengter Binnenwässer“ in der pliocänen Zeit vom gebirgigen Rande des grossen chinesischen Tieflandes einerseits bis zum Himalaya, andererseits bis zu dem etwas niedrigeren Hochplateau der Provinz Jünnan erkannt.

Ich kann auf Grund meiner eigenen Erfahrungen nur feststellen, dass die rothen Conglomerate und thonigen Sandsteine der tertiären Seeablagerungen des Thien-schan, über welchen die Aufschüttungen der Glacialzeit discordant liegen, sich vollständig decken mit dem, was v. Loczy über seine Quetae-Schichten und deren Charakter und Verbreitung schreibt, und was durch neue Beobachtungen erweitert werden kann.

Das ist nämlich die Feststellung, dass die Quetae-Schichten in Nordosttibet noch weit in den Thälern des älteren gefalteten Gebirges verbreitet sind und auch im Tao-Thale — überall aber nur mit geringen tektonischen Störungen — sich finden, und dann ferner der Nachweis diluvialer Ablagerungen von ähnlichem Charakter, wie er den Quetae-Schichten eigen ist, auf einer Hochsteppenfläche des Kuku-nor-Gebietes mit einer unzweifelhaften Süßwasserfauna von Muscheln und Schnecken.

Es folgen hier im Auszuge einige der Beobachtungen über diese Verhältnisse von dem Theile Nordosttibet, der

zwischen dem Salzsee Kuku-nor und dem obersten Theile des Tao-Thales liegt, und es sei mit der Beschreibung des Fundortes der Diluvialfauna der Anfang gemacht.

In dem etwa 50 km breiten Steppenthal, das sich südlich vom Süd-Kuku-nor-Gebirge bis an den Nordfuss des Semenow Gebirges erstreckt, östlich von dem als Dalai-Dabassu auf den Karten bezeichneten See, fanden sich in etwa 3200 m Meereshöhe sehr bemerkenswerthe und an Muschel- und Schneckenresten reiche Süßwasserablagerungen unter folgenden Verhältnissen.

Vom Südfusse des Süd-Kuku-nor-Gebirges senkt sich eine weite Steppenebene allmählich hinab gegen Süden zur Mitte des Thalbodens, der zwischen niederen, aber steil abfallenden, mit Steppengras dicht bewachsenen Ufern einen kleinen, in zahllosen macandrischen Windungen nach Osten gehenden Fluss enthält. Die Böschung am Flusse selbst wird meist nur vom Riedgrase gebildet, das Wasser ist tief und der Boden weich und morastig, nur an wenigen Stellen kann dieses kleine Wasser zu Pferde passiert werden, wo eben etwas Geröll am Boden liegt und festen, tragenden Untergrund bildet.

Vielfach sind in diesem tiefsten Theile des ebenen flachen Thalbodens auch kahle, vegetationslose Stellen mit grauem und gelblichem Lehm Boden, die mit Salzefflorescenzen bedeckt sind, die nach einer qualitativen Untersuchung hauptsächlich die für aride Regionen charakteristische durch klimatische Ursachen gebildeten Salze: Kochsalz und Glaubersalz, daneben noch etwas Kalisalze enthalten. Dagegen fehlen Nitrate und Phosphate.

Das ganze weite Thal ist nur von den Aufschüttungsmassen der es im Norden und Süden einfassenden Bergzüge gebildet und naturgemäss werden diese abgelagerten Fluss-sedimente gröber gegen den Fuss des Gebirges hin. (Vgl. Figur I.)

Beiderseits am Süd-Kuku-nor-Gebirge, wie am Semenow-Gebirge, fließen die Gebirgsbäche mit süßem Wasser in breiten Geröllbetten, und nach dem Austritte aus dem Gebirge zeigen weite Ueberschüttungsfächen auf den flachen Schuttkegeln an, dass zu Zeiten durch Hochwasser enorme Mengen von grobem Gerölle weit gegen die Mitte der Thalweitung

getragen werden. Ende August aber versiegten die Wasser der Bäche schon bald nach ihrem Austritt aus dem Gebirge und die ausgedehnten Schotterbetten waren ganz trocken und kaum wesentlich vertieft auf der Oberfläche des flachen Schuttkegels, ein Beweis dafür, dass die Wildwasser häufig ihre Wege auf demselben verlegen. Die Schotterbetten sind oft ohne eigentliche Ufer auf demselben Niveau wie die Oberfläche neben ihnen, die mit isolierten, dürrtigen niederen Büschen und Gräserstöcken bedeckt ist, an Stellen, wo schon die Farbe und die Oberfläche der Schotter verräth, dass sie lange nicht von Wasser überfluthet und bewegt wurden. An solchen schon vor langer Zeit aufgeschütteten

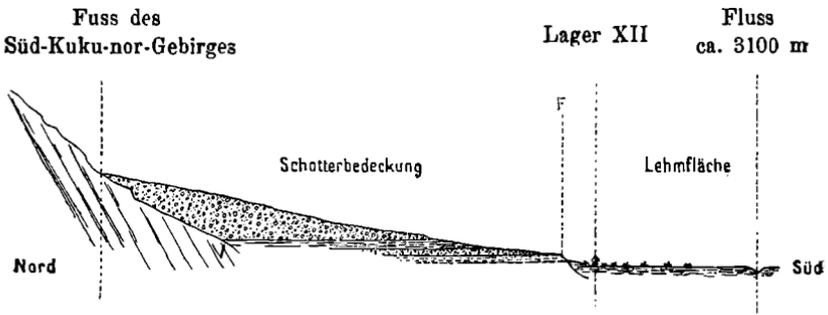


Fig. I. Profil vom Südabhange des Süd-Kuku-nor-Gebirges bis zur Mitte der Steppenfläche.

Schottern der Aufschüttungskegel sieht man die Einflüsse der Erosion der Oberfläche, der Deflation, und Schutzrinden wie Windschliffe sind allerdings nur in den Anfangstadien der Bildung zu constatiren.

Die Wasser versickern zwischen den Geröllen, aber es scheint, dass sie weiter gegen die Mitte des Thales zu wieder an die Oberfläche treten und Quellen bilden, an denen die Lagerplätze der Karawanen und der Nomaden sich befinden.

Das Lager XII, in dessen Nähe der zu besprechende Fundpunkt liegt, befand sich etwa 15 km vom Gebirgsfusse des Süd-Kuku-nor-Gebirges und noch 5 km von dem Flüsschen in der Mitte.

In ganz geringer Entfernung nach Norden vom Lagerplatz zog sich von Westen nach Osten ein 10 m hoher Steilrand, der eine Schotterterasse bildete, und offenbar die Schotter und Bildungen älterer diluvialer Thalaufschüttungen von den Ablagerungen der jüngeren Periode der Thalaufschüttung abgrenzt.

Der Terrassenrand erwies sich als sehr vielfach ausgebuchtet durch tiefe Einschnitte, die gegen das Süd-Kukunor-Gebirge hinauf führten, aber ganz wasserleer waren, obgleich sie nur der Erosion fließenden Wassers ihre Entstehung verdanken können.

An den bis zu 5 m tiefen steilen senkrechten Erosionswänden kann man einen vielfachen Wechsel von feinen lehmigen und gröberen Schotterlagen erkennen, und an der Oberfläche wird häufig zwischen den Schottern und den Pflanzenbüschen und Grasstöcken Lehm sichtbar in immer grösseren Mengen gegen die Mitte des Thales hin.

In dem jüngeren Thalbette, südlich der Terrasse, ist an der Oberfläche überall Gras, wo noch Wasser hinkommt, und gerade bei dem Lagerplatze brach aus lehmigem Boden eine Süßwasserquelle hervor, welche in ihrer Umgebung den Boden sumpfig machte, aber nach kurzem Laufe wieder versiegt war. In den Lehmwänden neben der Quelle finden sich zahlreiche Süßwasserthiere (Planorbis, Pisidium u. a.). Schotterflächen fehlen hier ganz, und gegen die Mitte hin wird auch auf der Lehmfläche die Vegetation immer spärlicher, Salzefflorescenzen erscheinen häufiger auf den kahlen Stellen des Thalbodens und erst am Flüsschen in der Mitte erscheint die Steppengrasdecke wieder.

Die Oberfläche dieses jüngeren Thalbodens zeigt auch Unebenheiten und eingewaschene Wasserläufe, in deren Vertiefungen Süßwasser auf kurze Strecken zu Tage tritt.

Ganz ähnliche Verhältnisse sind auf der Südseite des Thales beim allmählichen Anstieg zum Fusse des Semenowgebirges; auch von diesem kommen breite Schotterströme ohne Wasser herab und erst in der Nähe des Gebirges führen sie süßes Wasser. Der Terrassenrand des älteren Thalschotter ist aber auf dieser Seite stärker aufgelöst und nicht so continuirlich sichtbar wie auf der Nordseite.

An den bastionen- oder kegelartig zwischen den Thaleinschnitten vorspringenden Theilen der Terasse fallen schon von weitem durch ihre hellgelbliche Färbung die Lehme auf, die von größeren Kies- und Schotterbildungen bedeckt werden und horizontal lagern.

Die Ausdehnung dieser Lehme ist noch weit nach Osten an ihrer Färbung am Terrassenrande zu verfolgen, aber nur an einigen ganz benachbarten Stellen erwiesen sich die Schichten als sehr fossilreich; etwa 1,5 km östlich vom Lager XII der Expedition wurde das beistehende Profil aufgenommen, aber schon in geringer Entfernung traten Aenderungen ein in der relativen Mächtigkeit der einzelnen unterschiedenen Horizonte, so z. B. verschwand die an Resten reiche Schicht B und die groben conglomeratischen Bildungen A lagen direct über ganz fossilfreien gelblichen, sandigen Lehmen.

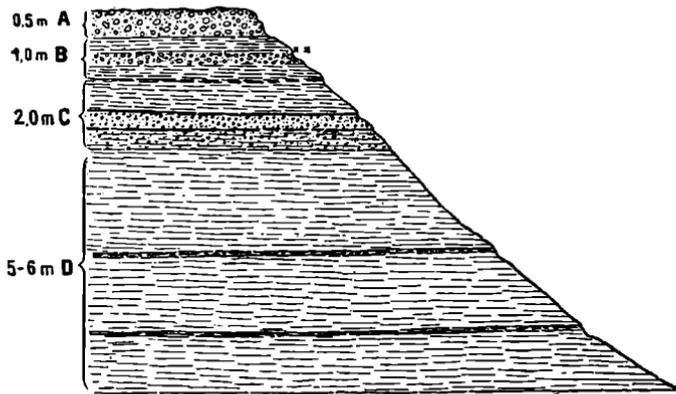


Fig. II. Schichtfolge des Fundpunktes F in Fig. I.

A. 0,5 m mächtige lockere mürbe Sandsteine und conglomeratische Bänke mit zahlreichen Süßwassermuscheln und Schnecken (*Corbicula fluminalis* Müll. var. *oxiana* v. Martens, *Valvata piscinalis* Müll. var. *cucunorica* Andr., *Limnaeus* aus der *lagotis*-Gruppe). *Planorbis (Gyraulus) sibiricus* Dnkr.

B. 1 m braungelbe, sandige Lehme, brausen stark mit Salzsäure, von sehr feiner Schichtung und mit sehr vielen Muscheln und Schnecken. (*Corbicula fluminalis* Müll. var. *oxiana* v. Mart., *Valvata piscinalis* Müll. var. *cucunorica* Andr., *Planorbis (Gyraulus) sibiricus* Dnkr. Besonders die Lage X X ist fossilreich.

C. 2 m mächtige feinsandige gelbliche Lehme mit einzelnen eisenreichen Bänken mit zahlreichen Schälchen von Pisidien, die neuen Arten angehören und *Planorbis (Gyraulus) sibiricus* Dnkr.

D. Hellgelbe fossilere eisenhaltige sandige Lehme.

Die oberste Schicht A. ist bald mehr als feinkörniger Sandstein mit discordanter Parallelstruktur, bald mehr als grobes, eisenschüssiges Conglomerat entwickelt. An der Oberfläche haben die Gerölle dunkle Oberfläche und Ueberzüge von Eisenhydroxyd. Die Sandsteine und Conglomerate sind nur lose verkittet und zerfallen leicht an der Oberfläche.

Die Schicht B. ist besonders reich an *Corbicula* und *Valvata*, die schönen *Limnaeus* fehlen hier; nach abwärts werden die Fossilien seltener und es folgt die Schichte C., ohne scharfe Abgrenzung gegen B.; sie führt einige Bänke, die sich durch höheren Eisenhydroxydgehalt auszeichnen, mehr braun gefärbt sind und zahlreiche Pisidien enthalten.

In der Schicht D. ist nichts mehr von organischen Resten zu finden; sie besteht aus hellgelben, sandigen Lehmen, die sehr reichlich stark eisenschüssige Concretionen und Lagen enthalten, die durch solche Concretionen ausgezeichnet und härter sind als der Lehm.

Herr Prof. Andreae, der diese Fauna untersuchte und die darin enthaltenen neuen Arten beschreiben wird, spricht sich über den Charakter derselben dahin aus, dass es eine an Arten sehr spärliche aber an Individuenzahl sehr reiche Fauna von palaearktischem, nicht ostasiatischem Charakter ist, doch weichen alle Formen etwas von den allgemein und in Europa verbreiteten Typen ab. Die Formen entsprechen den in diluvialen Faunen bei uns gefundenen Arten durchaus, und das stimmt auch mit den Lagerungsverhältnissen, die oben dargestellt wurden, wonach die Ablagerungen in einem diluvialen Flusslaufe oder wahrscheinlicher kleinen Seebecken mit Süßwasser entstanden sind.

Dieses Resultat ist nun in so ferne interessant, als dadurch bewiesen wird, dass in dem Gebiete der heute abflusslosen und salzhaltigen Seen, wozu der nur wenig weiter nördlich gelegene Kuku-nor und der westlich gelegene Dalai-Dabassu gehören, ausgedehntere Süßwasserablagerungen entstehen konnten.

Beim Lager XII selbst, bei der Süßwasserquelle auf dem alluvialen Thalboden, sind ebenfalls Lehme, deren Ablagerung bedeutend jünger sein muss als die Schichten der alten Terasse, welche erstere einige der Formen (*Planorbis* [*Gyraulus*] *sibiricus* Dnkr. und *Pisidium obliquatum* Andr.) als gemeinsame Formen mit der obersten Schicht A. des oben mitgetheilten Profils enthalten.

Dies beweist, dass sich die einzelnen Formen dieser Fauna während langer Zeiten nicht wesentlich verändert haben. Zu ähnlichen Schlüssen haben auch die Untersuchungen der Lössschnecken der Lössgebiete Chinas geführt, die sich von den recenten Schnecken nicht unterscheiden, und auch die Süßwassermollusken chinesischer Seen hat man als sehr nahe verwandt gefunden mit solchen, die in Europa dem jüngsten Tertiäre angehören.

Derartige fossilführende Bildungen sind mir während des weiteren Verlaufes der Reise in Nordosttibet nicht mehr wieder begegnet, dafür aber in ausgedehntem Maasse rothe conglomeratische und Sandstein-Ablagerungen, deren Verbreitung ganz allgemein sich nach den breiten Thalmulden im erodierten alten Gebirge richtete; während dieses durchweg steil gefaltet war und die Streichrichtung W zu N—O zu S constant beibehielt, lagen diese jungen Bildungen fast immer horizontal oder nur mit sehr geringen Neigungs-Winkeln in unregelmässiger Weise einfallend und waren von nur sehr unbedeutenden Störungen, jedenfalls nie von einer Faltung betroffen.

Es ist das die von v. Loczy Quetae-Schichten benannte Formationsstufe, welche dem jüngsten Tertiäre angehört, wie durch Versteinerungen nachgewiesen werden konnte, und die durch Süßwasserseen gebildet wurde.

Leider gelang es mir auch nirgends, versteinerte Reste in diesen immer ganz gleichartig ausgebildeten Quetae-Schichten nachzuweisen, aber die Vertheilung des Vorkommens und die Beschränkung dieser Schichten im Vereine mit ihrer horizontalen Lagerung auf den weiten Thalböden längs der Gehänge des älteren Gebirges Nordosttibets lassen sich nur durch die einstige Existenz grosser Wasserbecken in den einzelnen Thalmulden erklären.

Die Hochebene von Quetae dehnt sich nach Süden bis zum Dschupar-Gebirge aus, aus dessen engem Felsenthale der Hoang-ho die Gebirgswelt Tibets verlässt und tief eingegraben in canalartigem Bette zwischen den Conglomerat- und Sandsteinwänden eben dieser Quetae-Formation dabinfliesst.

An der Austrittsstelle selbst, discordant an die alten Schiefergesteine, welche das Dschupar-Gebirge zusammensetzen, anstossend sind die Quetae-Schichten von mächtigen diluvialen Schottermassen in horizontaler Lagerung überdeckt, während die hier aus einer mannigfaltigen Schichtfolge von Conglomeraten, Sandsteinen und kohligem thonigen Zwischenlagen bestehenden älteren Schichten, die den Charakter einer Süsswasserbildung haben, schwach nach NNW einfallen und in deutlicher Discordanz von den diluvialen Flussschottern überdeckt werden. Die verticale Höhe von der Oberfläche der mächtigen Schotter bis zur Ueberlagerungsfläche auf den Quetae-Schichten beträgt etwa 500 m, ist aber in mehrere Terrassenabfälle gegliedert.

Der Charakter dieser Schichten, die nur mit Vorbehalt zu den Quetae-Schichten gestellt werden können und vielleicht eine alt-diluviale Flussablagerung darstellen, weicht etwas ab von der typischen Entwicklung dieser pliocänen Süsswasserbildungen. Im Thale des Baa-Flusses aber waren typische Quetae-Schichten nur weit unten in der Nähe von seiner Einmündung in den Hoang-ho in bedeutenden Höhen sichtbar; dann wieder im Gebiete des Sche-tse-Flusses, wo sie ausgedehnte Höhenzüge zusammensetzten, ferner wieder im Thale des Ulan-Flusses und schliesslich in ausgezeichneter Weise im oberen Tao-Thale. (Figur III.)

Hier sind die geologischen Verhältnisse sehr charakteristisch und zeigen, dass vor der Ablagerung dieser rothen Sandsteine und Conglomerate das Tao-Thal selbst schon zwischen dem alten Gebirge des Tasurchai im Norden und dem Min-schan im Süden erodirt war und eine weite flache Wanne bildete. Auf dieser entstanden die Quetae-Schichten und füllten in grosser Mächtigkeit den Thalboden auf. Es war zu dieser Zeit das weite Thal ein grosses Seebecken und erst als diesem durch die einsetzende Erosion ein Abfluss geschaffen wurde, begann die Bildung des heutigen Bettes des Tao-ho, die zur Folge

hatte, dass der Fluss selbst und seine seitlichen Zuflüsse tief in die Seeablagerungen einschnitten und sie in einzelne Theile trennten; aber die Erosion schritt noch über den Thalboden des alten praepliocänen Tao-Thales hinab in die krystallinen Schiefer und alten Gesteine ein und legte diese besonders am Tao selbst und im unteren Theile seiner Nebenflüsse frei unter den discordant darüber lagernden Seesedimenten. Auch an den Gebirgen im Norden und Süden setzte die Erosion ein und beschränkte die heutige Verbreitung der Quetae-Bildungen nur auf eine mittlere Zone am Laufe der Nebenflüsse; oben an den Gebirgen und in der Mitte längs des am tiefsten erodirten Hauptthales fehlen sie.

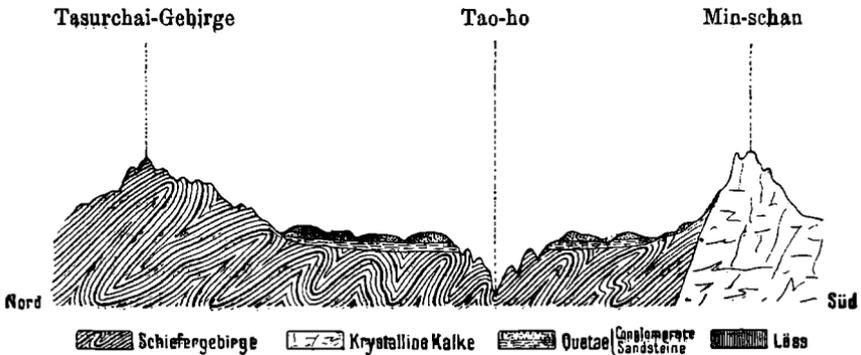


Fig. III. Schematisches Profil durch das Tao-Thal oberhalb von Tao-tschou.

Die Ueberdeckung mit Löss auf den Resten der Quetae-Formation ist allgemein und erstreckt sich auch in die Nebenthäler, soweit sie nicht schon im Grundgebirge fließen; hier nehmen ihre sonst breiten muldenförmigen Thäler felsigen schluchtenartigen Charakter an, wie ihn das Hauptthal selbst besitzt, das bis in die Höhe von Tao-tschou von seinem Oberlaufe her ganz wild und unpassirbar ist. In diesen engen Schluchten fehlt meist auch der Löss. Die beistehende Figur gibt diese geologischen Verhältnisse schematisirt wieder.

Da das Flussbett des Tao-Flusses infolge seines wilden Felsen- und Schluchtencharakters oberhalb von Tao-tschou unpassirbar ist, geht der von Tibet nach China östlich herabführende

Weg in einiger Entfernung nördlich vom Flussbette des Tao im Gebiete der Quetae-Schichten und Lössablagerungen und steigt über alle Bergketten, die zwischen den vom Tasurchai-Gebirge von Norden herabkommenden Nebenflüssen liegen, und deren Passübergänge zumeist von diesen Quetae-Schichten gebildet werden, während in den Tiefen der Seitenthäler die steil gestellten Schichten des Grundgebirges getroffen werden. Die Basis der Süßwasserseebildungen liegt noch über 3000 m Meereshöhe bei Tao-tschou.

Die Seelösse v. Richthofens sind identische Bildungen, welche die Ausdehnung der Süßwasserbecken noch weit nach Osten im nördlich des Sing-ling-Gebirges gelegenen Theile Chinas darthun, die zu den Provinzen Kansu und Schensi gehören. Nördlich davon in der Mongolei sind äquivalente Bildungen in den Gobi-Ablagerungen Obrutschew's nachgewiesen, so dass demnach ein ungeheueres Gebiet Innerasiens und Chinas von Süßwasserbecken eingenommen war, die theils infolge von andauernder Ausfüllung, theils aber auch durch Abflüsse nach den peripherischen Theilen und dem Ocean und die dadurch eingeleitete Erosion verschwinden mussten. Die hochgelegenen abflusslosen Steppenebenen Tibets und Innerasiens sind für den ersteren, das Stromgebiet des oberen Hoang-ho und des Tao-Flusses typische Beispiele für den zweiten Fall, der auch im westlichen Thien-schan sich wiederfindet.

Die Auffüllung der Seebecken hat schon vom jüngeren Tertiär ab begonnen und setzt sich in den abflusslosen centralen Theilen noch heute fort. Die allgemeinen physikalischen und meteorologischen Verhältnisse dürften, wie v. Loczy nachwies, seit dem Ende der tertiären Zeit dieselben geblieben sein wie sie auch heute noch sind; das zeigen vor allem die recenten und diluvialen Süßwasserfaunen, welche dort einen den jüngsten Tertiär- und Diluvialbildungen Europas ähnlichen Faunen-Charakter besitzen. Auch die Schnecken des älteren und jüngeren bis recenten Löss zeigen keine bedeutenderen Unterschiede.

Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten dieser Periode sind das rauhe, trockene Klima mit hohen Temperaturschwankungen, sehr rauhem continentalem Winter, grosser Seltenheit und

Unregelmässigkeit der Niederschläge und infolge davon Mangel an fliessendem Wasser und an Pflanzenwachsthum.

Erst seitdem diese Bedingungen nach dem Verschwinden der meisten der Süsswasserseen eingetreten waren, konnte der Wüstengürtel Centralasiens seine heutige Physiognomie annehmen und durch die starke mechanische Verwitterung der Oberfläche verbunden mit der intensiven Thätigkeit der Deflation die Aufschüttungen der Sandflächen in einer inneren Zone und des feineren Lössmaterials in einer ausserhalb der Wüsterregionen gelegenen Zone bewirken.

Da die vorherrschenden Winde von NW und WNW constant kommen, die den Sand und Löss von dem Orte ihrer Entstehung fortführen, sind die grössten Verbreitungsgebiete der Sandflächen und Lössgebiete im Süden und Südosten der kahlen Felswüstenzonen zu finden, und zwar die ersteren im Westen in der Takla-Makkan, im Osten im Ala-schan, Ordos und der südlichen Mongolei; die letzteren bilden die Lössgebiete in Kansu, Schensi und Schansi und an den Gehängen der südlichen und westlichen Umrandungen des Tarim-Beckens. v. Obrutschew¹ hat berechnet, dass bei einer angenommenen Maximalmächtigkeit des Lösses in Ostkansu von 400 m und jährlicher Ablagerung von einer 1 mm starken Schicht von Löss durch den Wind 400 000 Jahre nöthig wären für die ganze Zeit seit Beginn der noch andauernden Periode der Lössbildung.

Es darf also angenommen werden, dass dasselbe continentale trockene Klima über dieselben Theile Asiens herrschte seit der Tertiärzeit, welche auch heute noch ein solches besitzen.

Von grossem Interesse sind, wie schon v. Loczy hervorhebt, die neuesten Untersuchungen der tertiären Bildungen in Sibirien, die fast ausschliesslich fluviatilen und lacustren Ursprungs sind, und die Feststellung, dass nur im Mündungsgebiete des Jenissei ein posttertiäres Meer etwas weiter vordrang in das Land.

Da auch im westlichen Sibirien nur Süsswasserbildungen von posttertiärem Alter vorkommen, fällt nun auch die An-

¹ v. Obrutschew: Geographische Skizze von Centralasien und seiner südlichen Umrandung. Hettner's geogr. Zeitschrift Bd. I. 1895. pg. 282.

nahme einer marinen Verbindung zwischen dem Aralo-caspischen Meere und dem nördlichen Eismeere, und es zeigt sich, dass die Ufer des Meeres im Norden und Osten des heutigen Continentes auch in der posttertiären Zeit nicht viel verschieden von ihren heutigen Umrissen gewesen sein können, während Ost- wie Westsibirien mit zahlreichen Süßwasserseen bedeckt war. Auf dem Lande dagegen lebte in Gebieten, deren Boden heutzutage immer gefroren ist, eine Thierwelt, die der interglacialen Fauna Europas entspricht. Es waren in der posttertiären Periode selbst in den Berggebieten Ostsibiriens nur wenige Gletscher vorhanden, die nicht weit hinabreichten.

Auch in den hochgelegenen Gebieten Nordosttibets vermochte ich nirgends in den weit über 3000 m Höhe gelegenen Thälern Moränen oder sonstige Spuren eines früheren Vorhandenseins von Gletschern nachzuweisen und auch im Gebirge Sarü-Dangerö, am oberen Hoang-ho, dessen Gipfel 6000 m Höhe erreichen, waren keine Spuren von Gletschern zu entdecken.

Die Eiszeit, welche die Physiognomie Europas so sehr veränderte, ist im Norden von Sibirien wie in den höchstgelegenen Bergländern Centralasiens fast ohne Einfluss geblieben und die europäische und nordasiatische Säugethierfauna des Diluviums reichte jedenfalls bis zum Kuen-lun nach Süden. Vom Norden reichte keine gewaltige Eisbedeckung über das niedere nördliche Sibirien, weil eben im Norden ein hochgelegenes Continentalgebiet fehlt, von welchem herab die Eisströme sich hätten nach Süden und über den Continent ergießen können, wie sie von Skandinavien durch die Ostsee nach der norddeutschen Tiefebene kamen.

Wir haben so im Grossen die Jahrhunderte umfassende Geschichte des Herzens des grössten Continentes an unserem Auge vorüber ziehen sehen. Wir haben die einzelnen Phasen der Veränderungen aus spärlichen Resten organischer Wesen aus den Schriftcharakteren der Gesteine und ihrer Verbreitung mühsam erschlossen und die weiterstreuten Trümmer zu einem einheitlichen Bilde zusammengestellt.

In weit zurückliegender geologischer Vergangenheit taucht wie ein Keil der östliche Kuen-lun, als Rückgrat Asiens, aus

unendlicher Meeresfläche auf. Nördlich und südlich sehen wir die Continentalmassen im wechselnden Kampfe das Meer zurückdrängen und auf dem entstandenen Continente die Kräfte des Wassers und des Windes an der Umgestaltung arbeiten. Der ursprünglichen Erosion, welche die Hauptzüge der verticalen Unterschiede schuf, machte das trockener und continentaler werdende Klima mit der Vergrösserung des Continentes und dem Aufsteigen gewaltiger Gebirgsketten im Südosten, welche die feuchten Winde der See vom Innern ferne hielten, ein Ende. Die Aufschüttungen der Thäler und Seebecken mit gewaltigen Massen von Sanden, Lehm und Schottern brachte die weitausgedehnten Ebenen hervor, welche den Fuss der Berge verhüllen und sie mantelartig bis zum Krügen umgeben und die Thalvertiefungen ausfüllen.

Wie sich im Hochgebirge der Alpen das wallende Nebelmeer in die Thäler legt und nur die höchsten Spitzen den Strahl der Morgensonne auffangen, und von oben gesehen die Oberfläche dieses Meeres sich in alle Tiefen und Thäler hineinzieht, so liegt über dem Continente schwer das Meer der Schotter und Sande. Salzige, austrocknende Seen im letzten Stadium ihres Daseins, von den Bergen der Randgebiete rieselnde Flüsschen, die im Sand- und Schotterfelde untergehen, salzige Tümpel an lehmigen Stellen in breiten Flussthälern sind die verschmachtenden Ueberreste der einst weit verbreiteten Seen und ihrer Zuflüsse.

Das atmosphärische Wasser mangelt durch lange Zeiträume und die seltenen, aber gewaltig niederstürzenden Strichregen entfesseln die Kraft des fliessenden Wassers auf kurze Zeit, das Alles vernichtend und mit sich reissend in die Tiefe stürzt und mit weit ausgebreitetem Mantel von Trümmern und Schutt das Land am Fusse der Berge überschüttet.

Die extremen Wirkungen der nur sehr selten, aber mit grosser Gewalt stürmenden Wildwasser sind im Gebirge unverkennbar und zeigen sich noch weit hinaus in die Wüste.

Während der Trockenheit zersetzt sich das Gestein, die Hitze und Abkühlung lockern sein Gefüge, der Frost erweitert die Spalten und Risse, chemische Kräfte zersetzen die lockeren Böden und das sich bildende Salz ertötet die Vegetation, wo nicht fliessendes Wasser noch in genügender Masse

hinkommt, um die vegetationsfeindlichen Salze hinwegzuführen und im Salzsee zu concentriren.

An den steilen Berggehängen hält sich keine Lehm- und Humusschicht; sie sind infolge davon jeder Pflanze baar und auch die wilden Schottermassen an ihrem Fusse bieten nur kümmerliche Existenzbedingungen für vegetabilisches Leben.

Das sind die Verhältnisse, die dem Innern Asiens seinen unwirthlichen Charakter über enorme Strecken aufgeprägt haben, und der Process der Austrocknung, der in letzter Linie für Alles das verantwortlich zu machen ist, geht auch heute noch weiter, wie er schon seit langen geologischen Zeiten die Wüsten und Einöden geschaffen hat, die aber durch die Erzeugung des fruchtbaren Lösses eine nicht versiegende Quelle der Fruchtbarkeit für die Randgebiete werden.
