

Beiträge
zur
Geologie und Palaeontologie
von Ostasien

unter besonderer Berücksichtigung der Provinz **Schantung**
in China.

I. Teil

mit 5 Beilagen
und 2 Figuren im Text.

VON

Dr. TH. LORENZ

Privatdocent für Geologie und Palaeontologie
an der Universität Marburg.

1905.

Herrn

Hofrat Professor Dr. **Gustav Steinmann**

in Hochachtung und Verehrung

gewidmet.

Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Ostasien unter besonderer Berücksichtigung der Provinz Schantung in China.

I. Teil.

Hierzu 5 Beilagen und 2 Textfig.

Einleitung.

Im Frühjahr 1902 hielt ich mich unentschieden über das Ziel meiner Reise in Shanghai auf, als mir v. RICHTHOFENS Buch: „Schantung und seine Eingangspforte Kiautschou“ in die Hände fiel. Die Darstellung des geologischen Teiles dieser Arbeit fesselte mich so ungemein, daß ich das Verlangen empfand, die Geologie Schantungs durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Die einstimmig anerkannte wissenschaftliche Bedeutung des Autors war mir eine sichere Gewähr für eine schnelle geologische Orientierung. Durch meine Studien in den Alpen war mir der große Forscher kein Unbekannter mehr. Schon vor einem halben Jahrhundert hatte v. RICHTHOFEN die Grundzüge des Gebirgsbaues in Vorarlberg und im Rhaetikon mit genialem Blick richtig erkannt und dadurch eine Grundlage geschaffen, auf der wir jetzt weiter bauen. Eingedenk des Genusses, den mir das Studium seiner Forschungen auf heimatlichem Boden bereitet hatte, ward in mir der Gedanke wach, auch im fernen Osten seinen geistigen Spuren zu folgen.

Leider mußte ich wissenschaftlich unvorbereitet die Reise antreten. Die schwebenden Probleme und offenen Fragen in der Geologie Chinas waren mir zu jener Zeit völlig unbekannt. Umso dankbarer benutzte ich die Grundlage, die v. RICHTHOFEN in seiner Geologie von Schantung gegeben hat.

Es war am 13. Mai 1902, als ich in Tsingtau, dem Hafenplatz unserer Kolonie Kiautschou, eintraf. Das Gouvernement verschaffte mir in dankenswerter Weise ein Empfehlungsschreiben vom Vizekönig von Schantung, sodaß ich ohne Beanstandung im Lande umherstreifen konnte. Ich reiste zu Pferde, was mir eine große Ungebundenheit und Schnelligkeit der Bewegung ermöglichte.

Der Mangel an jeglichen Karten¹⁾ reifte in mir den Entschluß, eine Routenaufnahme im Maßstabe 1 : 250 000 vorzunehmen. Anspruch auf Exaktheit kann sie natürlich nicht machen. Von Dorf zu Dorf stellte ich die Himmelsrichtung fest, fragte nach den Entfernungen und trug die ungefähre Konfiguration des Geländes zu beiden Seiten des Weges auf der Karte ein. Auf diese Weise erhielt ich eine topographische Unterlage für meine geologischen Aufzeichnungen.

Was nun die geologischen Resultate meiner Reise betrifft, so fußen diese teils auf eigenen Beobachtungen, und teils auf denen Anderer. Ganz besonders habe ich danach gestrebt, das unendlich reiche und wertvolle geologische Beobachtungsmaterial v. RICHTHOFFENS kritisch zu verarbeiten und nach großen, einheitlichen Gesichtspunkten mit meinen Neubeobachtungen in Einklang zu bringen. Es war gerade diese Arbeit, die viel Zeit in Anspruch nahm. Außerdem habe ich die ganze einschlägige Literatur über Asien durchgearbeitet, soweit sie mir zugänglich und bekannt war. Die einheitliche Zusammenfassung der verschiedenen geologischen Reisergebnisse halte ich für durchaus nötig, um zur richtigen Lösung größerer Probleme zu gelangen. Bei den geologischen Arbeiten über Asien vermißt man leider mit wenigen Ausnahmen²⁾ den Versuch gegenseitigen Anschlusses und das Streben nach großzügiger Auffassung. Die Erdgeschichte aber ist stets großzügig angelegt. Die Geologie Asiens läßt sich aus den wenigen, zufälligen Beobachtungen einzelner kleiner Forschungsgebiete heraus nicht begreifen. Bei den großen materiellen und physischen Opfern solcher Forschungsreisen ist dieser Mangel lebhaft zu bedauern, denn die Wissenschaft zieht nicht in dem Maße aus ihnen Nutzen, wie es wohl im Bereiche der Möglichkeit läge.

In umso hellerem Lichte erscheint das Reisewerk v. RICHTHOFFENS³⁾ über China. Zur Zeit seiner Entstehung existierte noch keine nennenswerte Vorarbeit. Ihn kann daher der Vorwurf mangelnden Anschlusses nicht treffen; gerade so wenig wie es der Arbeit an großzügiger Anlage fehlt.

Nach Durcharbeitung des großen v. RICHTHOFFENSchen Werkes möchte ich nicht versäumen, an dieser Stelle meine Dankbarkeit und Bewunderung für den großen Meister auszudrücken. Die Resultate meiner Arbeit fußen zum größten Teil auf seinen

¹⁾ Die topographischen Karten aus der Plankammer der kgl. Preuß. Landesaufnahme im Maßstabe 1 : 1 000 000 bekam ich erst nach meiner Rückkehr zu Gesicht.

²⁾ In erster Linie gehört zu diesen v. RICHTHOFFEN.

³⁾ China 2. 1882, u. 4. 1883.

Ergebnissen und bilden nur eine verschwindende Ausgestaltung an dem Riesenbau v. RICHTHOFENScher Forschung über China.

Außer den Arbeiten v. RICHTHOFENS über Schantung liegt eine geologische Skizze von dem Kgl. preußischen Bergmeister KOERFER vor. Diese wurde im Auftrage und auf Kosten des Reichmarineamts hergestellt. Dafür, daß die Arbeit auf Kosten des Staates und mit Aufwand von sehr langer Zeit angefertigt wurde, hätte man etwas Besseres erwarten dürfen. Man merkt Text wie Karte den Mangel an geologischer Schulung an. Das Kohlenfeld von Poschan in Schantung hatte bereits v. RICHTHOFEN richtig aufgenommen. KOERFERS Kartierung ist dagegen fehlerhaft. KOERFER hat nicht einmal vermocht, die ONOstreichende Längsverwerfung unmittelbar südlich von Poschan -- die wichtigste Störungslinie jenes Gebietes -- in richtiger Form auf die Karte zu bringen! Immerhin bleibt seine Karte eine Bereicherung unserer geologischen Kenntnisse, namentlich für die Gebiete, die v. RICHTHOFEN nicht bereist hat. — Als einen Beitrag zur Paläontologie von Schantung besitzen wir seit kurzem eine glänzende Arbeit von MONKE¹⁾. Darstellung und Ausführung sind hervorragend. — Neuerdings hat der englische Paläontologe CRICK²⁾ einige Nautiloideen von Tschingtschoufu beschrieben. Den geologischen Schlußfolgerungen dieses Fachgenossen kann ich mich nicht ganz anschließen. — RINNE³⁾ veröffentlichte letzten Winter eine Arbeit über Schantung, die sich lediglich auf die Untersuchung vulkanischer Gesteine erstreckt.

Die Resultate meiner Forschungen bestehen aus einem geologischen und einem paläontologischen Teil. Beide liegen schon seit einem halben Jahre mit allen Beilagen druckfertig vor. In letzter Stunde habe ich mich noch entschlossen, den ganzen paläontologischen Teil nebst den Fossiltafeln als 2. Teil etwas später folgen zu lassen. Der Grund hierfür liegt darin, daß ich bei dem Studium der kambrischen Trilobiten interessante, weiterschauende entwicklungsgeschichtliche Beziehungen entdeckt habe, deren endgiltige Veröffentlichung ich erst nach genauerem vergleichenden Studium an größeren kambrischen Trilobitenfaunen aus schwedischen Sammlungen wagen möchte.

Stratigraphischer Teil.

Die Stratigraphie Schantungs hat durch meine Untersuchungen eine Förderung erfahren. Was an geologischen Karten über

¹⁾ Oberkambrische Trilobiten von Yen-tsy-yai. Jahrb. Kgl. Preuß. geol. L.-A. 23. 1902.

²⁾ Geol. Magazine 11. 1903.

³⁾ Beitrag zur Gesteinskunde des Kiautschou-Schutzgebietes. Diese Zeitschr. 56. 1904.

Schantung vorliegt, stammt von v. RICHTHOFEN aus dem Jahre 1886 und von KOERFER, Berlin, 1901. Die geologischen Darstellungen v. RICHTHOFENS, die auf den Feldaufnahmen seiner Reise im Jahre 1869 beruhen, sind in den Hauptzügen bewunderungswürdig richtig. Die Karte KOERFERS weist naturgemäß einige Fortschritte auf; nur ist sehr zu bedauern, daß er sich ganz schematisch an die provisorische Schichtenfolge v. RICHTHOFENS anlehnt.

In Nachfolgendem habe ich meine geologischen Beobachtungen in Schantung mit den Erfahrungen anderer in Zusammenhang gebracht und nach Formationen gegliedert.

Das Archaeikum oder Grundgebirge.

v. RICHTHOFEN hält die Unterlage der palaeozoischen Sedimentscholle in Schantung für Urgneis. Er sieht in ihr die Urerstarungskruste unseres Planeten. Ich muß bekennen, daß ich typischen Gneis sehr wenig auf meiner Reise angetroffen habe, obgleich ich große Strecken auf dem vermeintlichen Grundgebirge zurückgelegt habe. Was ich als Unterlage des Palaeozoikum sah, war meist ein körniger Granit. Zu demselben Resultat ist auch RINNE gekommen, der besonders das Kiautschou-Pachtgebiet vom petrographischen Gesichtspunkt aus durchforscht hat. Auch er hat anstatt des Gneises auf der KOERFERSchen Karte Granit als hauptsächlichstes Gestein angetroffen. Man darf wohl mit Recht behaupten, daß das Archaeikum in Schantung sehr zurücktritt. RINNE traf Gneis nur auf einer kleinen Insel bei Tsingtau. Der viel verbreitete körnige Glimmergranit im Grundgebirge ist höchst wahrscheinlich algonkisch¹⁾. Neben diesem tritt noch ein ganz junger Granit auf, der allem Anschein nach tertiären Alters²⁾ ist. Letzterer ist mehr von lokaler Verbreitung, während ersterer in großer Ausdehnung das wirkliche Grundgebirge in Schantung im Liegenden der palaeozoischen Sedimente vertritt.

Algonkium.

Diese Formation mit ihren Sedimenten und vulkanischen Gesteinen ist in Schantung außerordentlich verbreitet. Nach v. RICHTHOFEN haben die algonkischen Sedimente im nördlichen China eine Mächtigkeit von 3—4000 m. In Schantung sind sie durch metamorphische Kalke (Urmarmor), Glimmerschiefer, Granite, Serpentine, Diabase, Amphibolite, Epidotite etc. vertreten.

¹⁾ Die Beweise hierfür findet man bei der Beschreibung der algonkischen Formation.

²⁾ Zu diesem rechne ich z. B. die granitischen Gesteine des Tschangshan und die von RINNE untersuchten Granite des Lauschan. Beide haben die mesozoisch-tertiären Sandsteinschiefer durch Kontakt verändert. Ganz exakt ist die Altersbestimmung dieses Granites nicht zu erbringen.

Auf meiner Reise habe ich diese verschiedenen Gesteinsarten selbst gesehen und später durch mikroskopische Untersuchung als solche erkannt. In der Hauptsache ist die mächtige Sediment- und Ergußgesteinsdecke durch Gebirgsabtragung wieder verschwunden. Ihr Gesteinsmaterial tritt uns in den zeitlich darauffolgenden palaeozoischen Schichten der angrenzenden Gebiete in neuer Auflage entgegen. Die gewaltigen granitischen Eruptivstöcke, die am Schluß des Algonkium aufstiegen, sind durch die postalgonkische Denudation freigelegt worden. Sie spielen in der Stratigraphie Schantung eine große Rolle. Die palaeozoischen Sedimente ruhen diskordant auf den abradierten Schichten des Algonkium.

Der Nachweis des algonkischen Alters jenes Granites, der in großer Verbreitung in Schantung die Unterlage des Palaeozoikum bildet, ist leicht zu erbringen. Wir sehen keine Kontaktwirkung des Granitmagmas auf die kambrischen Sedimente, sodaß ihr Alter sicher praekambrisch sein muß.

Nun ist die Frage zu entscheiden, ob der Granit archaisch oder algonkisch ist. Hierfür eignen sich die Untersuchungsergebnisse an Schlifften dieses Grundgebirgsgranits aus Bohr-
löchern¹⁾ bei Fangtse in Schantung. Die eine Probe erwies sich als körniger Biotitgranit, der absolut nicht verdrückt war. Der Glimmer war schön begrenzt. Die Quarze zeigten keine unzulöse Auslöschung. Starke Zusammenpressung und Gebirgsfaltung konnte dieser Granit nicht durchgemacht haben. Archaisches Alter ist daher ausgeschlossen, weil am Ende des Archaeikum erwiesenermaßen eine intensive Gebirgsfaltung im nördlichen China Platz gegriffen hatte, deren Spuren der Granit, wenn er schon dagewesen wäre, unfehlbar aufweisen müßte. Hiernach bliebe nur noch die Möglichkeit algonkischen Alters übrig. Also führt uns eine einfache, klare Beobachtung in logischer Gedankenfolge zu dem Ergebnis, daß der weitverbreitete **Granit**, der in **Schantung** als Unterlage der Sedimente auftritt, **algonkischen Alters** ist. Er entstand gleichzeitig mit der gewaltigen algonkischen Dislokation. Die Spuren der algonkischen Gebirgsfaltung konnte er daher nicht an sich tragen. Und postalgonkische Zusammenpressungen der Gebirge sind im nordöstlichen China nicht mehr eingetreten. Die nachfolgenden Dislokationen (im Tertiär) bestehen zur Hauptsache nur aus Vertikalverschiebungen²⁾.

¹⁾ Ich verdanke die Gesteinsproben Herrn Bergassessor KRAUSE von der Schantung-Bergbaugesellschaft in Berlin.

²⁾ Ich möchte nicht die Tatsache verschweigen, daß andere Proben eines glimmerarmen Granits aus einem anderen Bohrloch aus derselben Gegend von Fangtse stark verdrückt waren. Diese Partien gehörten

Neben diesem Hauptherd granitischen Magmas findet sich eine bunte Serie von Ganggesteinen verschiedenster chemischer Abstufung. Auch Serpentin kommt vor. Er durchzieht den algonkischen Urmarmor (bei Wua-loa-tze, 30—40 km südlich von der Stadt Kiautschou etc.) in feinsten Lamellen. Diese Serpentin-durchtränkung bietet unter dem Mikroskop eine herrliche Wiederkehr des Bildes von *Eozoon canadense*, jener vermeintlichen Morgenröte organischens Lebens.

In genetischem Zusammenhang mit den basischen Eruptiva steht sehr wahrscheinlich das Vorkommen von Diamanten. Das Alter dieser Edelsteine wäre demnach ein außerordentlich hohes. Wir treffen in Schantung die Diamanten nur in diluvialen Seifen an. Es wäre nun sehr wünschenswert, Erfahrungen darüber zu sammeln, mit welcher Art von Gesteinsbrocken die Diamanten auf ihrer sekundären Lagerstätte vergesellschaftet ist, um ihre Altersbestimmung über allen Zweifel zu erheben.

Einige Zonen von Glimmerschiefer (vgl. z. B. Kartenskizze A) treffen wir an. Sie treten nur noch in wenigen isolierten Muldenkernen auf. Also ist das Maß der Abtragung des algonkischen Gebirges gewaltig. Welch' unendliche Zeiträume müssen verflossen sein, wenn wir bedenken, daß Gebirge von vielleicht gewaltigeren Dimensionen als unsere Alpen in der Zeit zwischen der algonkischen Faltung an Schluß des Algonkium und der Wiederbedeckung durch das palaeozoische Meer eingeebnet worden sind.

Auf das Algonkium¹⁾ folgt als wichtigste Formationsgruppe

das Palaeozoikum.

Es liegt tafelförmig, ohne erhebliche Faltungerscheinungen, in diskordanter Lagerung auf den Schichtenköpfen der archaischen und algonkischen Formation. Schon v. RICHTHOFEN hat in der Topographie auf den Gegensatz hingewiesen, den die bankig gelagerten Sedimente und das körnig zerfallende Grundgebirge bilden. Überschaute man z. B. von der Confuciuskapelle oben auf dem Heiligenberge bei Tai-gan-fu den hohen Teishan, so bleibt einem geographisch geschulten Beschauer der Kontrast zwischen den langgezogenen parallelen Linien des Deckgebirges und den gerundeten, welligen des Grundgebirges in unauslöschlicher Erinnerung.

jedenfalls lokalen Quetschungen an, die die Verwerfungen begleiten, welche jenes Gebiet betroffen haben. Im genügenden Abstand von diesen Störungslinien ist der Granit unverändert.

¹⁾ Das Algonkium umfaßt ungefähr eine ebensolange Zeit wie das ganze Palaeozoikum.

Untersinische Schichten.

Diese legen sich als ältestes Palaeozoikum diskordant über das Grundgebirge. An der Basis liegen vornehmlich kalkarme Schichten: Quarzite, Tonschiefer oder auch Sandsteine. Bemerkenswert ist, daß die offenkundige palaeozoische Transgression sich hier ohne Bildung von Basalkonglomeraten vollzogen hat.

Südlich Liu-pu in der Taischankette (vgl. Profil A—B u. C—D zu Kartenskizze A.) bestehen die unteren Schichten aus Quarziten, Kalkschiefern und bunten Rauchwacken. v. RICHTHOFEN¹⁾ hat den gleichen Horizont 30 km weiter westlich auf seiner Reiseroute Taiganfu—Tsinanfu angetroffen. Am Nordausgang des Dorfes Masz südlich Wei-hsiën (vgl. Profil durch die Kohlenfelder, unten auf Beilage V) beginnt diese Formation mit gelben Sandsteinen, auf die rote Mergelschiefer folgen. Bei Tschang-liutschang (vgl. Profil J—X zu Kartenskizze C) liegen zu unterst rote, graue, sandige Mergelschiefer mit Sericitschüppchen. Dann folgen erst quarzitische Kalkschiefer. Also fehlen auch hier grobe Transgressionsprodukte trotz erwiesener Transgression.

Fossilien sind aus diesen Schichten in Ostasien nicht bekannt. Eine direkte Parallelisierung mit dem Kambrium Europas und Amerikas ist daher noch nicht möglich. In dem Falle folgt man vorläufig am besten v. RICHTHOFENS Vorschlägen und bezeichnet die Sedimente als untersinische Schichten. Sie würden ungefähr dem Unterkambrium unserer europäischen Schichtenfolge entsprechen.

Obersinische Schichten.

Die Formation besteht petrographisch aus schmutziggelben¹⁾, sandigen Mergelschiefern, Kalkschiefern und ruppigen Kalken. Ein häufiger Wechsel der verschiedenen Ausbildungen ist hier die Regel. Deswegen erkennt man schon aus der Ferne die Felswände als zu dieser Formation gehörig. Die bankigen Kalke treten als Leisten hervor, und die feinen Schiefer bilden meist Hohlkehlen. Die Schutthalden sind sehr charakteristisch, sie haben stets eine bräunliche Färbung. Der Gesteinscharakter der Formation ist treffend als schüttig zu bezeichnen. Bei Tsching-tschou-fu tritt in den obersinischen Schichten ein eisen-schüssiger, glaukonitischer, spätiger Kalk auf, der lagenweise von zerbrochenen Trilobitenschalen erfüllt ist. Er bildet einen wahren Schalengrus (Lumachelle). Diese Lagen entsprechen nach den Fossilfunden dem europäischen und amerikanischen Oberkambrium. Südlich Masz haben die mittelkambrischen Schichten

¹⁾ China 2. S. 196.

das Aussehen unseres deutschen Muschelkalkes. Daneben treten grünliche, feinschiefrige Mergel auf und Kalkschiefer, die lebhaft an die Effingerschichten der Schweiz erinnern.

Innerhalb der obersinischen Formation treten einige charakteristische Horizonte auf, die für eine rohe Gliederung von Wert sein dürften. In den obersten Lagen gleich unter den bankigen, reinen Silurkalken findet sich eine Schicht mit einem homogenen Kalkkonglomerat. Ich habe dasselbe an verschiedenen Punkten von Schantung anstehend¹⁾ angetroffen. Ein Handstück dieses Konglomerats von Tsching-tschou-fu habe ich näher untersucht und an ihm zuerst erkannt, daß das Gebilde nicht mechanischer Entstehung, sondern organogen ist. In einer vorläufigen Notiz²⁾ hierüber habe ich die Ansicht vertreten, daß es sich um Kalkalgen handle. Die Auffassung hat sich als irrig erwiesen. Nach weiterer eingehender Untersuchung ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß hier Spongien vorliegen. Ich zögere indessen, schon jetzt Endgültiges darüber auszusagen. Ich werde die Untersuchungen fortsetzen und später darauf zurückkommen.

Es ist gewiß kein Zufall, daß v. RICHTHOFEN in der Provinz Liautung (Mandschurei) ebenfalls in den obersten Schichten der obersinischen Formation die gleiche Bildung angetroffen hat. Er hat dieses Konglomerat als Wurmalk bezeichnet. Wir finden darüber folgende Angaben³⁾, die ich wörtlich folgen lasse:

„Aus tieferen Schichten⁴⁾ kommen Bruchstücke von Kalk herab, welche ungemein charakteristisch und der sinischen Formation eigentümlich sind. Es sind dies außer den bereits erwähnten globulitischen Kalken die Narbenkalke von Saimaki und gewisse halbkristalline, dunkelrotbraune Kalke mit lang elliptischen, wurmförmigen Zeichnungen, die ganz regellos angeordnet sind und nur von rundscheibenförmigen Einschlüssen herrühren können. Das Innere derselben ist grau und von dichter Textur. In Schantung schleift man Kugeln davon. Ich pflegte

¹⁾ Erstens südlich Tsinanfu (vgl. Profil A—B zu Kartenskizze A), zweitens südlich vom Kohlenfeld Putzuen oben in der Taishankette, dort wo die Grenzmauer nächst der Wasserscheide über das Gebirge hinweg zieht (vgl. Kartenskizze C), drittens 4 km westlich Tsching-tschou-fu und viertens südlich von Laiwu (vgl. Profil G—H Kartenskizze A).

²⁾ Ascosomaceen, eine neue Familie der Siphoneen aus dem Cambrium von Schantung. Zentrabl. f. Min., 1904 S. 193.

³⁾ v. RICHTHOFEN, China 2. S. 99.

⁴⁾ Es handelt sich um ein Profil bei Hsiau-sörr in der chinesischen Provinz Liautung in der Mandschurei. Das Hangenste bilden bankige Kalke mit untersilurischen Orthoceren. Darunter folgen die obersinischen Schichten mit dem interessanten organogenen Konglomerat.

diese Gesteine in meinem Tagebuch als Wurmalk zu bezeichnen⁴.

Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß hier ein gleichaltriger Horizont vorliegt. Die Vermutung bedarf natürlich der Bestätigung. Es wäre sehr wünschenswert, wenn später Forschungsreisende auf den wichtigen und interessanten Horizont besonders achten würden.

Weitere, leicht kenntliche Horizonte bilden globulitische Kalke, die in Ostasien in den obersinischen Schichten eine enorme horizontale Verbreitung gehabt haben. Die Globulite sind ziemlich große Oolithe, die das Aussehen von grobkörnigem Roggen haben. Sie besitzen konzentrische und radialstrahlige Struktur. Meist bestehen sie aus kristallinem Kalk. In letzterem Falle ist jede Struktur abhanden gekommen. An einigen Exemplaren erkennt man in der Mitte einen deutlichen länglichen Hohlraum. Eine besonders charakterisierbare organische Struktur läßt sich nicht feststellen. Trotzdem scheinen mir die weite horizontale Verbreitung und die Beschränkung auf ganz bestimmte Horizonte auf ihre organische Natur hinzuweisen. Diese Umstände machen ihre Deutung als chemisch-mechanische Bildungen unwahrscheinlich.

Im Profil A—B zu Kartenskizze A südlich Tsinanfu (vgl. Beilage V) sehen wir die stratigraphische Beziehung der beiden Globulitenhorizonte zu dem organogenen Kalkkonglomerat. Die Reihenfolge deckt sich mit den Beobachtungen v. RICHTHOFENS in der Mandchurei. Er unterscheidet in den sog. Lungmönnschichten von Liautung einen unteren und einen oberen globulitischen Kalkhorizont und als obersten Horizont den Wurmalk, den ich oben mit dem organogenen Kalkkonglomerat identifiziert habe. Auch in Korea ist die Verbreitung der globulitischen Kalke in gleichaltrigen Schichten durch GOTTSCHE¹⁾ bekannt geworden. Hinsichtlich der Verbreitung der Oolithe in den obersinischen Schichten Asiens sind die Angaben von v. TOLL²⁾ sehr interessant. Er berichtet von Oolithoiden aus mittelkambrischen Schichten aus den entferntesten Teilen Sibiriens. Vom Olenek im Norden bis zur mittleren Tunguska im Gouvernement Jenisseisk im Westen hat er diese Globulite angetroffen. Die Entfernung von Olenek bis nach Schantung beträgt praeter propter 4000 km — also eine recht bedeutende Verbreitung des Oolithhorizontes.

Das Alter der obersinischen Schichten entspricht ungefähr dem Mittel- und Oberkambrium. Die von mir in Schantung

¹⁾ Geologische Skizze v. Korea. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss., Berlin 1886. 2.

²⁾ Über die Verbreitung des Untersilurs und Cambriums in Sibirien. N. Jahrb. f. Min. 1895 2.

gesammelten Fossilien aus den Schichten ergaben mittel- und oberkambrisches Alter. Das Nähere hierüber wird man im zweiten Teil dieser Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Ostasien finden. Die erste Beschreibung von Fossilien aus sinischen Schichten Schantung verdanken wir MONKE¹⁾. Die von ihm beschriebene Fauna ist oberkambrisch und stammt vom Jen-tsy-yai (auf $\pm 36,1^0$ Breite und $118\frac{1}{2}^0$ Länge östl. Greenw.)

Silurkalke.

Diese Formation ist zuerst von mir einwandfrei in Schantung nachgewiesen worden. v. RICHTHOFEN²⁾ hat die Schichten irrtümlicherweise für Unterkarbon gehalten. Er schreibt hierüber: „Da bisher in Schantung keine Schichten gefunden worden sind, welche den Perioden des Silur und Devon entsprechen, so folgt auf die sinischen Schichten sofort die Steinkohlenformation.“ Dieser selben Täuschung unterlag KOERFER, als er seine geologische Karte von Schantung entwarf.

Das Silur besteht vorwiegend aus reinen marinen, bankigen Kalken. Der Gesteinswechsel von den obersinischen Schichten zum Silur ist im Ganzen genommen klar und nicht zu übersehen. Die Grenze gegen die kambrisch-sinischen Schichten ist nicht scharf. Es vollzieht sich ein allmählicher Übergang. Gegen die obere Grenze des Silur tritt eine solche Änderung in der sonst gleichen Gesteinsbeschaffenheit dieser Formation ein, die auf eine erhebliche Meeresveränderung schließen läßt. Wir finden nämlich manchenorts einen Horizont, der aus einer eisenschüssigen, kavernoösen, tonig-sandigen Rauchwacke besteht. Anderswo sehen wir als oberen Abschluß der marinen Kalke eine poröse, dolomitische Breccie. In dem nachfolgenden Abschnitt über die geologische Entwicklungsgeschichte Schantungs werden wir sehen, daß die Gesteinsmerkmale auf große geologische Veränderungen in der Verteilung von Festland und Meer hindeuten. Die dolomitisch-salinaren Bildungen spiegeln eine gewaltige **Regression** des Meeres wieder, die sich etwa zur **mittleren Silurzeit** in **Schantung** vollzogen hat.

Das silurische Alter der marinen Kalke ist durch Fossilfunde gesichert, die ich in den oberen Schichten dieser Formation auf dem Gipfel des Hoschan (vgl. Profil T—U zu Kartenskizze C, Beilage V) und südlich von Wentzo bei Santefan (vgl. Profil T—L zu Kartenskizze C, Beilage V) gemacht habe.

In den Silurkalken finden sich hier und dort Eruptivgesteinslager und Stöcke, mit denen Eisenerzlager verknüpft sind. Die

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Schantung und Kiautschou. Berlin 1898. S. 60.

meisten Lagerstätten sind unbedeutend und für den Abbau nicht lohnend. Das bedeutendste liegt am Tië-shan im Norden nahe der Eisenbahn Wei-lsiën—Tsinanfu (vgl. Kartenskizze D auf Beilage I und Profilaussicht auf Beilage V). Der Erzbringer ist ein Augitporphyrit.¹⁾ Es treten dort etliche Erzgänge auf, die größtenteils durch Eruptiva verunreinigt sind. Großen bergbau-lichen Wert scheinen die Vorkommnisse nicht zu haben.

Diese Erzlagerstätte fiel umso mehr in meiner Beurteilung ab, als ich mir kurz vorher in den großen Eisenerzgruben im Tajeh-Bezirk in der Provinz Hupeh in Central-China das Erzlager genau angesehen hatte. Dort finden sich dieselben geologischen Verhältnisse. Anstatt 4—7 m Mächtigkeit wie in Schantung haben wir ein Eisenerzlager von 100 m Mächtigkeit und von vielen km Ausdehnung. Mit einem solchen Vorkommnis dürfte das von Schantung nicht konkurrieren können.²⁾

Es gibt in Schantung fast überall kleine Eisenvorkommnisse. Manchmal deutet die auffällige Rotfärbung des Bodens schon darauf hin, daß im Untergrunde Eisenerze vorhanden sind. Nördlich und südlich von Tsinanfu finden sich kleinere Eisenerz-lager dieser Art. Das Eruptivgestein hat hier den Silurkalk marmorisiert. Nördlich von Tsinanfu haben wir am Kontakt mit dem Eruptivgestein eine eigentümliche Fazies der Kontaktbildung, über deren Natur ich mir nicht klar geworden bin. Sie erscheint als grusiger Sandkalk.³⁾

Südwestlich von Laiwu (vgl. Kartenskizze A, Profil F—E) erhebt sich ein kleiner Granitstock, der die Silurkalke direkt aufgewölbt hat. Aufwölbung durch Faltung habe ich sonst in Schantung nicht viel beobachtet.

Nördlich von Laiwu bemerkte ich ebenfalls eine kleine Eisenerzlagerstätte im Kontakt von Silurkalk mit Granit. Hier sah ich den sonst dunklen Silurkalk hell und marmorisiert.

Devon.

Während des größten Teils dieser Periode existierte in Schantung Festland. Aus Gründen der vergleichenden Geologie

¹⁾ Herrn Prof. Dr. BECK in Freiberg i. S. bin ich sehr zu Dank verbunden für die Bereitwilligkeit, mit welcher er sich der Mühe unterzogen hat, einen Teil meiner Dünnschliffe durchzusehen.

²⁾ Ich halte daher den Optimismus nicht für gerechtfertigt, den z. B. Exzellenz Fischer in der Kolonialgesellschaft zu Berlin vor einem größeren Publikum hinsichtlich des Eisenreichtums Schantungs und seiner Bedeutung als wichtigen wirtschaftlichen Faktors an den Tag gelegt hat. Fischer, Reiseeindrücke aus Schantung. Berlin. 1902.

³⁾ Herr Privatdozent Dr. REINISCH in Leipzig, dem ich meine vulkanische Gesteinssammlung zur Beschreibung übergeben habe, wird vielleicht hierüber Ausführlicheres berichten.

glaube ich, daß das oberste Devon in den Sedimenten vertreten ist, die sich auf den marinen mittelsilurischen Kalken befinden.

Gegen Ausgang des Silur war Schantung von Meeresbedeckung frei. Erst am Ende des Devon setzte die große Transgression ein¹⁾, die sich in dem ganzen mittleren Asien nachweisen läßt. Direkt handgreifliche Beweise wie Fossilfunde liegen hierfür noch nicht vor. Aber andere nicht weniger gravierende Gründe sprechen dafür.

Die marinen Silurkalke endigen nach oben mit einer Korrasionsfläche, die aus der Festlandszeit nach der obersilurischen Meeresregression stammt. In den Aushöhlungen der unebenen Flächen befinden sich Lager von Töpferton, deren Entstehung von den Auswaschungen der Silurkalke bei Eintritt der Transgression herrührt. Auf die zeitliche Unterbrechung der Sedimentbildung setzte nach erfolgter Transgression wieder die Sedimentation ein. Der Zeitpunkt der erneuten Meeresbedeckung ließe sich direkt bestimmen, wenn man in den Basalschichten der neuen Sedimentreihe Fossilien gefunden hätte. Die ersten bekannt gewordenen Fossilien stammen aber aus Schichten, die ca. 60—100 m über der korrodierten Festlandsfläche liegen. Indem wir nun von diesem paläontologisch fixierten Zeitpunkt nach Maßgabe der 100 m Sedimente, die uns von der Korrasionsfläche trennen, zurück rechnen, sind wir in der Lage, ungefähr den Zeitpunkt der großen Transgression zu ermitteln. Die fraglichen Fossilien gehören dem Mittelkarbon an. Also muß die Transgression weiter zurückliegen als das Mittelkarbon. Daher wäre es wahrscheinlich, daß die Transgression zur Unterkarbonzeit stattfand. Um der geologischen Wahrheit möglichst nahe zu kommen, tun wir gut, die geologischen Verhältnisse der Nachbargebiete in Betracht zu ziehen.

Im ganzen westlichen China, von der Provinz Shensi im Norden bis Kwangsi im Süden, ist der Nachweis einer mittelbez. oberdevonischen Transgression erbracht. Auf demselben Meridian (115¹/₃°) finden wir im Norden bei Nertschinsk in Transbaikalien ebenfalls die Spuren einer oberdevonischen Transgression. Eine Transgression von solcher Verbreitung dürfte in den dazwischen liegenden Gebieten nicht spurlos vorübergegangen sein. Da wir in Schantung tatsächlich die Anzeichen einer großen Transgression haben, die ungefähr in dieselbe Zeit fällt, so dürften wir nicht fehl gehen, wenn wir hier einen zeitlichen Zusammenhang annehmen und das Alter der **Transgression**

¹⁾ Im Abschnitt über die geologische Entwicklungsgeschichte von Schantung komme ich auf dieses geologische Ereignis ausführlicher zurück.

in der **Provinz Schantung** im Hinblick auf die oberdevonische Transgression des westlichen Asiens für **oberdevonisch** erklären. Die geologische Entwicklungsgeschichte der Nachbargebiete muß aushelfen, solange ergiebiger Fossilfunde den direkten Beweis nicht möglich machen.

Das Oberdevon besteht aus Sandschiefern, Mergelschiefern oder Konglomeraten. Da diese Schichten die Niederschläge einer neuen Meeresbedeckung darstellen, so lernen wir daraus, daß die petrographischen Anzeichen einer Transgression nicht immer in grobklastischen Sedimenten zu bestehen brauchen!

Die Schichten des Oberdevon lagern konkordant auf den Ablagerungen des Silur. Konkordanz¹⁾ bei stattgehabter Transgression ist besonders bemerkenswert und lehrreich, da oft bei längerer Unterbrechung des Meeresabsatzes Diskordanz der Lagerung eintritt.

Karbon.

Diese Formation folgt in gleichförmiger Lagerung auf das Oberdevon. Das Gestein besteht aus reinen oder quarzitischen Kalken, rötlichweißen oder schwarzen kohligem Mergeln, Sandschiefern oder konglomeratischen Sandsteinen. Wichtig ist die Formation durch die Steinkohlenflöze, die sie birgt. Die Kohle kommt in mehreren Flözen übereinander vor. Die Mächtigkeit wechselt außerordentlich von 4 m bis zu kleinen Schmitzen. Die Güte der Kohle ist sehr verschieden. Die Flöze verlieren zuweilen an Wert durch großen Gehalt an Schwefelkies. Oft werden sie durch Sandführung unbrauchbar. Immerhin ist auch gute, wertvolle Kohle dabei, deren Aufsuchen natürlich Zeit, Geduld und Geld kostet. Besondere Schwierigkeit bietet dem Abbau z. T. die tektonische Zerstücklung der Sedimentdecke durch Verwerfungen. Gleichzeitig im Zusammenhang hiermit steht eine reiche Durchdringung der Flöze mit harten Silikatgesteinsgängen (Basalt, Andesit), die für den Abbau ebenfalls hinderlich sind.²⁾

Die Mächtigkeit der Flöze in horizontaler Ausdehnung ist nicht konstant, sondern bedeutenden Schwankungen unterworfen. Die Vorausberechnung der Gesamtkohlenschätze Schantungs hat in den meisten Fällen zu viel zu großen Werten geführt, da man den günstigsten Fall als Norm angenommen hat.

Durch fossile Pflanzenreste, die ich aus etlichen Kohlenflözen Schantungs mitgebracht habe, steht das karbonische

¹⁾ Ein solcher Fall ist mir auch von Wimmis in den Freiburger Alpen bekannt, wo die Couches rouges (Obere Kreide) konkordant auf Jura liegen ohne grobklastische Basalschichten der transgressiven Decke.

²⁾ In einem besonderen Kapitel komme ich noch im Speziellen auf die Schantungkohlenfelder zurück.

Alter der Steinkohle fest. Aus den verschiedenen Kalkbänken, die in den Mergeln und Sandschiefern auftreten, ist jetzt schon eine ansehnliche marine Fauna in Schantung zusammengelassen. Die exakte Bearbeitung derselben hat ein unterkarbonisches Alter ergeben. Die wichtigste Fundstätte für die marinen Karbonfossilien liegt bei Poschan.

Perm.

Die roten, grünen, gelben schiefrigen Sandsteine des Karbon setzen ohne Unterbrechung nach oben ins Perm fort. Die Periode ist besonders durch vulkanische Tätigkeit ausgezeichnet. Die Entstehung der in Schantung ungemein verbreiteten Porphyrite und deren Tuffe fällt in diese Periode. Schantung stand bei den vulkanischen Vorgängen unter Meeresbedeckung. Daher finden wir überall marine Tuffsedimente in Form von Tuffsandsteinen und auch Gesteinsgläser an, deren Entstehung wohl auf submarine Lavaergüsse zur Permzeit zurückzuführen sind.

Es steht außer Zweifel, daß ein großer Teil des vulkanischen Gesteinsmaterials von porphyritischem Habitus jungtertiären Alters ist und deswegen als Andesit angesehen werden muß. Hierfür spricht die Beobachtung, daß die Gesteinsgänge in Sedimenten auftreten, die im Hangenden von zweifellos jurassischen Schichten liegen¹⁾.

Besonders hervorheben möchte ich, daß die in Schantung vorkommenden Konglomerate²⁾ aus Porphyritmaterial nicht dem Perm angehören, sondern jüngeren Alters sind. Die Bildung dieser Konglomerate setzt notwendigerweise voraus, daß der Porphyrit schon fertig vorlag. Da der Porphyrit permisch ist, so müssen die Konglomerate sicher postpermisch sein.

Mesozoikum.

Aus diesem geologischen Zeitabschnitt kennen wir in Schantung erst seit kurzem einwandfrei nachgewiesene Ablagerungen. Es ist das Verdienst POTONIÉS³⁾, durch phytopaläontologische Untersuchungen zum erstenmal die Existenz von Jura in Schantung sicher erwiesen zu haben.

Die seit langem bekannten Juravorkommnisse (Kohlenflöze) am Altai, in der Mongolei, in der Provinz Tschili im nördlichen

¹⁾ So zwischen Fangtse und Wei-hsiën. Das jurassische Alter der Schichten ist durch Pflanzenreste unzweifelhaft.

²⁾ Nicht zu verwechseln mit Eruptivbreccien, die ebenfalls in Schantung und höchst wahrscheinlich von jung-tertiärem Alter vertreten sind.

³⁾ FUTTERER, Durch Asien 3. 1, 1903.

China und neuerdings in der Mandschurei ließen es bei der gleichen geologischen Entwicklungsgeschichte des ganzen Gebietes wahrscheinlich erscheinen, daß auch in Schantung diese Formation vorhanden sei. Die Vermutung war auch deshalb naheliegend, als über dem Karbon noch eine mächtige Decke von Sedimenten folgt. Es fehlte nur an Beweisen, die POTONIÉ endlich erbracht hat.

Ich möchte konstatieren, daß schon v. RICHTHOFEN¹⁾ im Jahre 1869 bei Tsing-ko-tschwang (auf der Koerferschen Karte bei Tschouen-kou auf 36° Breite und 117³/₄° Länge östlich von Greenwich) ein Kohlenvorkommnis mitteilte, dessen Pflanzenabdrücke der verstorbene Phytopalaentologe SCHENK für liasischen Alters ansah. Die geologische Lagerung stimmt mit dieser Bestimmung vollkommen überein. Im Profil liegen die kohlenführenden Schichten bedeutend **über** den karbonischen Flözen. Aus irgendwelchen Gründen ist die Bestimmung von SCHENK selbst wieder abgeändert worden. Das ist die Ursache, daß nicht schon damals die Verbreitung der Juraformation in Schantung allgemein bekannt wurde.

Das Mesozoikum tritt in Form von kompakten und schiefrigen Sandsteinen auf, denen unbedeutende Kohlenflöze eingeschaltet sind. Soweit mir bekannt ist, sind jetzt an drei Stellen in Schantung jurassische Kohlenflöze nachgewiesen worden. Bei Fangtse, südlich Wei-hsién, bei Putschi südlich von Tschangshan und bei Tsing-ko-tschwang im Talbecken von Hsintai. Marine Fossilien sind im Jura bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Die Frage nach der Abgrenzung des Mesozoikum nach oben muß einstweilen noch offen bleiben. Ich neige der Ansicht zu, daß die Absätze bis ins Tertiär hinein reichen. Die dauernde Regression des Meeres halte ich für ganz jung, worauf ich im Abschnitt der geologischen Entwicklungsgeschichte noch zurückkommen werde.

In den Sedimenten dieser Periode stecken häufig Eruptivgesteinsgänge, die aus der jüngsten Dislokations- und Eruptionsperiode des Tertiär stammen.

Tertiär.

Höchst wahrscheinlich reichen die vorhin erwähnten Sandsteinschichten bis in diese Periode. Vorläufig läßt sich nichts Gewisses darüber sagen.

Tertiären Alters sind gewisse Schotter, Tone und Sandsteine,

¹⁾ China 2. S. 192 und 193.

die mit einander im bunten Wechsel manche Talbecken ausfüllen (z. B. bei Hsingtai und bei Itschoufu). Nach v. RICHTHOFEN erreichen die Sedimente bei Hsintai eine Mächtigkeit von 1—2000 Fuß. Die Entstehung der Konglomerat- bzw. Schotterbildung schließt an den Zeitpunkt an, wo die tertiäre Hauptdislokation in Schantung sich vollzog. Erst durch die Verwerfungen wurden die bisher zugedeckten Formationen freigelegt und der Zerstörung preisgegeben. Die gewaltigen Niveauunterschiede bewirkten naturgemäß eine rapide Abtragung der Gebirge. Daher erklärt sich auch die unverhältnismäßig große Mächtigkeit der Ablagerung aus so junger Zeit.

Als jungtertiär muß man die große Tuffterrasse auffassen, die sich am Vorderrand des Schantungberglandes südlich der Linie Tsching-tschou-fu-Wei-hsiën und in östlicher Verlängerung bis an die Eisenbahnstrecke Nanliu-Tsingtau erstreckt. Die Tuffe von Tsching-tschou-fu samt ihren Lavaergüssen liegen horizontal auf einer denudierten, schwach geneigten Scholle paläozoischer Sedimente. Also muß ihre Bildung in eine Zeit fallen, wo die Aufrichtung der paläozoischen Schichten schon vollendet und eine bedeutende Abtragung der Schichten bereits vor sich gegangen war. Diese vulkanischen Ausbrüche fallen nicht mit der Hauptphase der Dislokation zusammen; sie gehören schon einer posthumer Phase an. Dasselbe Alter haben sehr wahrscheinlich die Basaltdecke von Töngtschou-fu bei Tschifu und der Basalt von Tschout'sun an der Straße Wei-hsiën-Tsinanfu.

Schon v. RICHTHOFEN erwähnt aus dem Vulkangebiet bei Wei-hsiën Basalte, Dolerite, Trachyte und deren Tuffe. Ich habe eine Vulkankuppe mit dem Namen Jang-shan 14 Li östlich von Tang-kia-fangse (an der Straße Wei-hsiën-Tschingtschou-fu) am Nordrande des oben erwähnten großen Tufffeldes von Wei-hsiën genau untersucht und einen typischen Plagioklasbasalt mit frischem Olivin gefunden.

Sehr wichtig ist ein von v. RICHTHOFEN¹⁾ aufgenommenes Profil durch das Tufffeld südöstlich von Wei-hsiën. Trachytische Konglomerate bzw. Breccien wechsellagern daselbst mit geschichteten Sanden und Tonen. Diese Beobachtung bestätigt das, was ich nach dem geologischen Entwicklungsgang schon für sehr wahrscheinlich hielt, nämlich daß in Schantung die Meeresbedeckung mit Wechsel der Tiefe und Verbreitung vom Paläozoikum bis ins Tertiär reicht hat.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß ein großer Teil der unter dem Namen Augitporphyrit gehenden Eruptiva als

¹⁾ China 2. S. 212, f. 48.

Augitandesite dem Tertiär angehören. In den Fällen, wo die vulkanischen Gesteine in Schichten stecken, die über den jurassischen Kohlenflözen liegen, ist die Unmöglichkeit des paläozoischen Alters der Gesteine und die Wahrscheinlichkeit ihres jungen Alters erwiesen. Mehr als Wahrscheinlichkeitsbeweise, die immerhin auch einiges Gewicht besitzen, lassen sich für die Altersbestimmung der vielen Eruptiva in Schantung nicht erbringen.

Quartär.

Diese Formationsgruppe ist durch diluviale und alluviale Absätze vertreten. Wenn wir auch unzweideutige Glacialbildungen, wie Moränen, nicht kennen, so sind doch eiszeitliche Absätze nicht zu verkennen. Hierher gehören die horizontal lagernden Diluvialschotter, die die breiten Täler ausfüllen. In ihnen finden sich die Diamantlagerstätten Schantungs, die seit einigen Jahren von sich reden machen.

Das wichtigste Gebilde bildet der Löß. Er ist die Ursache für die außerordentliche Fruchtbarkeit der breiten Ebene, die sich im Norden ausdehnt und buchtenartig in die Talkessel des Berglandes eingreift. Über die Entstehung des Lösses möchte ich mir einige Bemerkungen in dem Abschnitt über die geologische Entwicklungsgeschichte Schantungs vorbehalten.

Die merkwürdige Verbreitung des Lösses ist für v. RICHTHOFEN ein ungelöstes Problem geblieben. Während wir den Löß in West-Schantung überall antreffen, fehlt er im östlichen Teil Schantungs gänzlich. Der Versuch v. RICHTHOFENS, die eigentümliche Verbreitung des Lösses dadurch zu erklären, daß er in Ost-Schantung eine hohe Gebirgsbarriere sich durch Hebung entstanden denkt, scheint mir etwas gewagt. Die Scheidewand hätte wohl die Ablagerung von Löß auf ihrer Südseite verhindern, dagegen auf der Nordseite nicht beeinträchtigen können. Also ist damit das Fehlen des Lösses im östlichen Schantung noch nicht erklärt. Auch halte ich die Annahme solch' gewaltiger säkularer Hebungen in so junger Zeit für sehr unwahrscheinlich. Derartige Hebungen bis zur Alpenhöhe hätten gewaltige Veränderungen in der Meeresverteilung hervorrufen müssen. Auch scheint mir die Vorstellung, daß diese enorme Gebirgshebung nach so geologisch kurzer Zeit wieder völlig verschwunden sein soll, etwas kühn. Ein solches Auf und Nieder der Erdkruste innerhalb derart kurzer Periode ist unvereinbar mit unseren bisherigen Erfahrungen über Niveauschwankungen.

Nimmt man für die Aufschüttung des Lösses regelmäßige Kontinentalwinde aus NW an, die staubbeladen von dem innerasiatischen Plateau kamen, so findet sich vielleicht in der ver-

schiedenen Verteilung von Festland und Meer nordwestlich von Schantung eine plausible Erklärung. Während der durch die Luft transportierte Staub auf seinem Wege aus den innerkontinentalen Steppen in südöstlicher Richtung vor dem westlichen Schantung über Festland strich, berührte die Staubwolke, die sich gegen das östliche Schantung hin bewegte, schon größere Wasserflächen, die eventuell schon innerhalb der Regenzone gelegen und dadurch den vorzeitigen Niederschlag des Staubes bewirkt haben mögen.

Diese Andeutung soll weit davon entfernt sein, eine endgültige Lösung des Löbproblems in Schantung darzustellen. Sie gibt nur einen Gedankengang wieder, der sich mir bei Beschäftigung mit diesen Fragen aufgedrängt hat, und der möglicherweise zum Ziel führen könnte.

Spezieller geologischer Teil.

Auf meinen Streifzügen durch Schantung habe ich an Orten, die mir von besonderem geologischen Interesse schienen, Profile aufgenommen gemacht, die ich hiermit der Öffentlichkeit übergeben möchte. Jeder, der in unkultivierten Ländern gereist ist, kennt die unendlichen Schwierigkeiten, auf die man stößt, wenn es gilt, in kürzester Zeit ein geologisches Bild von einer Gegend zu entwerfen. Trotz der Lückenhaftigkeit¹⁾ meiner Aufnahmen glaube ich die Profile nicht vorenthalten zu dürfen, da geologische Forscher, die nach mir in jene Gegend kommen, vermutlich jede Vorarbeit mit Dank entgegennehmen werden. Auf einem Teil meiner Reise habe ich eine Routenaufnahme gemacht, da es mir an topographischer Unterlage für meine geologischen Beobachtungen fehlte. Die chinesischen Ortsbezeichnungen sind lediglich dem Klang nach wiedergegeben.

Die Routenaufnahme in den verschiedenen Gebieten meiner Reise in Schantung habe ich zu Kartenskizzen zusammengestellt und die Lage der aufgenommenen Profile darauf durch Tracen vermerkt. Die verschiedenen Kartenskizzen habe ich mit A, B, C, D und E bezeichnet. Zwei Profile habe ich gegeben, ohne daß dazu eine Kartenskizze vorliegt. Wo diese aufgenommen sind, ist genau auf dem Profil hervorgehoben.

Profile zur Kartenskizze A.

Die Profile A—B und C—D verlaufen südlich der Provinzial-Hauptstadt Tsinanfu in nordsüdlicher Richtung von der

¹⁾ Der Geologe Dr. L. SIEGERT in Berlin wird demnächst bedeutend mehr bringen, da er ein Jahr in dem Gebiet gereist ist, wo mir nur ca. 5 Wochen zuzubringen vergönnt war.

großen Ebene gegen die hohe Taishankette. Der Weg durchschneidet eine nach Nord geneigte Scholle von palaeozoischen Sedimenten. Diese ist von zwei Haupt-Längsverwerfungen durchschnitten, deren Alter aus später zu erörternden Gründen sich als Tertiär erweist. Die Unterlage der Sedimentscholle ist ein eruptiver Granit algonkischen Alters. Er ist nicht stark gepreßt und zeigt an den kambrischen Schichten keine Kontaktwirkungen. Als Ausgangspunkt für die stratigraphische Gliederung des Profils dient die Fossilfundstelle bei Tschuang-ung-yae. In einem gelbbraunen, dichten, globulitischen Kalk fand ich dort die neue Trilobitengattung *Lioparia*¹⁾ und von Brachiopoden die Gattung *Orthis*. Nach Analogieschlüssen liegt hier mittleres Mittel-Kambrium vor. Für die Stratigraphie bemerkenswert ist die Existenz von zwei verschiedenen Horizonten mit Globuliten. Darüber liegt ein Horizont homogenen Kalkkonglomerats²⁾. Die Globulite sind, wie v. RICHTHOFEN schon vor 35 Jahren mutmaßte, organogen. Sie scheinen immer in gleichen Horizonten aufzutreten. Dieselben Globulitenhorizonte wiederholen sich in einem Profil, das v. RICHTHOFEN³⁾ 15 km östlich von Poschan gesehen hat. Ferner kehren sie überall in der Mandchurei wieder. Auch GOTTSCHNE konstatierte sie in Korea. Das Kalkkonglomerat zitiert v. RICHTHOFEN als sog. Wurmalk. Dasselbe homogene Konglomerat fand ich im Oberkambrium bei Tsching-tschou-fu in Schantung. Es wäre sehr wünschenswert, wenn über die Verbreitungen dieser Konglomerate, die den Wert von Leithorizonten zu haben scheinen, weitere Beobachtungen angestellt würden.

Auf die sandigen, unreinen Kalko und Kalkschiefer des Mittelkambrium folgen im Profil nach oben reine, massige Kalkbänke vom Aussehen der Schweizer Hochgebirgskalke. Über deren silurisches Alter geben Profile Aufschluß, die von unserem Profil A—B und C—D bei Tsinanfu etwa 60 km weiter östlich liegen. (vgl. Profil T—U zu Kartenskizze C.)

Der Nordrand des Taishan-Gebirges stellt ein Bruch dar, auf dem Lavamasse aufgestiegen ist, deren Reste wir jetzt in Form kleiner Kuppen in der Ebene bei Tsinanfu antreffen. Infolgedessen sind die Kalke in der Kontaktzone verändert und weisen höchst interessante Mineralneubildungen auf. Mit dem vulkanischen Magma sind, wie so oft in Ostasien, so auch bei Tsinanfu am

¹⁾ Im 2. Teil dieser Arbeit wird man das ausführliche Paläontologische finden.

²⁾ v. RICHTHOFEN hat ein Profil ca. 20 km weiter westlich auf der Paßstraße zwischen Tsinanfu-Taiganfu aufgenommen und dort dieselben stratigraphischen Horizonte gefunden.

³⁾ China, 2. S. 206.

Nordrand des Schantungberglandes Eisenerze zu Tage getreten. Dislokation, Austritt vulkanischer Massen und Bildung von Eisenerzlagerstätten finden wir in ganz Schantung mit einander verknüpft.

Profil E—F zeigt uns südlich der Taishankette unweit der Stadt Laiwu ein wichtiges Profil. Im Liegenden: mittel- bis oberkambrische Sandkalkschiefer mit Fossilien, darüber reinere Kalke, die anderenorts Silurversteinerungen führen, und darauf ohne merkliche Diskordanz klastische Sedimente mit Kohlenflözen. (Devon-Karbontransgression). Aus den soeben erwähnten Kalkschiefern des Liegenden stammt die von mir zu beschreibende Fauna der oberen Abteilung des Mittelkambrium von Laiwu.¹⁾

Einige Kilometer weiter östlich liegt das Profil G—H, das kein Profil von Bedeutung sein soll und nur in groben Zügen das Gesehene wiedergibt. Auch hier wieder algonkischer Granit als Grundgebirge, darüber die untersinischen Schichten in üblicher Ausbildung; darauf die mittelkambrischen Sandkalkschiefer mit dem charakteristischen Konglomerathorizont. (Wurmalk v. RICHTHOFENS). Aus diesen Schichten werde ich eine eigentümlich gebaute Gastropode beschreiben und abbilden¹⁾. Sonst ist das Profil eine Wiederholung der vorhergehenden.

Profil J—K nördlich von Laiwu zeigt uns eine nicht abbauwürdige Eisenerzlagerstätte in Begleitung eines jüngeren granitischen Eruptivgesteins nebst reichen Tuffbildungen. Die Kohle des Karbons soll hier nach den Erfahrungen der Chinesen sehr schlecht sein.

Profil L—M und N—O zeigen die Oberdevon-Transgression über sinische Kalke. Im Liegenden finden wir bankige Kalke, auf die in konkordanter Lagerung (sogenannte maskierte Diskordanz) polygene Konglomerate als typische Transgressionsprodukte folgen. Zu unterst sind die Komponenten kopfgroß. Die Bestandteile des Konglomerats entstammen den sinischen Kalken der Unterlage. Der Kitt ist ein eisenschüssiger Sandkalk. Die polygenen Basalkonglomerate des Devon-Karbon gehen nach oben in die weit verbreiteten roten und gelben Sandschiefer über. Zwischen dieser Kalkscholle und dem Grundgebirge liegt noch etwas produktives Karbon eingeklemmt.

Profil P—Q gewährt einen Einblick in den geologischen Plan des bekannten Kohlengebietes von Poschan. Das Profil wurde von mir am 6. Juni 02 aufgenommen, ohne daß ich die v. RICHTHOFENSche Karte gesehen hatte. Das v. RICHTHOFENSche²⁾ Profil weicht

¹⁾ Der paläontologische Abschnitt wird als II. Teil dieser Arbeit etwas später erscheinen.

²⁾ China 2. S. 208.

von dem meinigen nicht wesentlich ab. Ich sammelte an dieser Stelle einige klägliche Fossilien, um deren Bestimmung ich Professor FRECH in Breslau bat, der als guter Kenner des Palaeozoikum gilt. Es ist ein *Lophophyllum* spec. und eine *Athyris ambigua*, Sow. aus der Viséstufe des Unterkarbons. Von derselben Stelle stammt die reiche Unterkarbon-Fauna v. RICHTHOFENS, die FRECH¹⁾ bearbeitet hat. Die ausgelaugte und mit Töpferton bedeckte Transgressionsfläche auf den bankigen silurischen Kalken sah schon v. RICHTHOFEN; er hielt aber das produktive Karbon für Oberkarbon und machte fälschlicherweise den Silurkalk im Liegenden zu unterkarbonischem Kohlenkalk. Durch die palaeontologische Arbeit von FRECH wissen wir, daß die Kohlenflöze dem obersten Unterkarbon angehören, und durch meine Untersuchungen ist es jetzt sicher, daß die Kalke im Liegenden nach Analogie mit andern fossilführenden Profilen am Hoschan u. s. w. silurischen Alters sind.

Danach gestaltet sich die stratigraphische Auffassung von dazumal und von heute folgendermaßen:

v. RICHTHOFEN 1882:	LORENZ 1905:
Oberkarbon	Unterkarbon
	(Transgression)
Unterkarbon (Kohlenkalk)	Silur.

Profil zu Kartenskizze B.

Profil A--B²⁾ zeigt in klassischer Weise die Transgression des Devon-Karbon über das Grundgebirge. Diese Stelle ist zugleich ein Beweis dafür, daß das große **Sandsteinareal** östlich des 119. Längengrades — auf der KOERFERSchen Karte als große, gelb angelegte Fläche dargestellt — **nicht** die Deckschicht einer großen Einbruchscholle ist, unter der man in der Tiefe die ganze Profilerie zu erwarten hat, wie z. B. bei obigem Profil A—B und C—D südlich Tsinaufu. KOERFER faßt das große Gebiet zwischen Kiau-tschou, Ankiu und Kütchou als ein Senkungsgebiet auf. Dem ist sicherlich nicht so. Man hat einen völligen Einblick in die Schichtenfolge dieser Gegend, aus dem das Fehlen der sinischen (Kambrium-Silur) Schichten ersichtlich ist³⁾. Das Alter der Sandsteine ist dasselbe wie das der Schichten,

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1905. 2.

²⁾ Die Lokalität liegt südlich Tschou-tschöng 35,8° Breite und 119° Länge östlich von Greenwich.

³⁾ Südlich der Stadt Kiau-tschou ist die untere Grenze der Sandsteinschichten ebenfalls in Form eines Basalkonglomerats auf dem Grundgebirge aufgeschlossen. Auch hier ist nichts von sinischen Schichten zu sehen.

in denen die karbonischen Kohlenflöze im westlichen Schantung auftreten. Daher hätte man stratigraphisch in dem großen Sandsteingebiet um Kiautschou herum wohl Steinkohle erwarten dürfen. Die Ursache des Fehlens der Flöze östlich einer Linie, die etwa durch den Meridian von Ankiu geht, liegt darin, daß die im Karbon wiederholte Meeresregression sich in diesem Gebiete nicht bis zur Festlandsbildung entwickelt hat. Für Kohlenbildung waren deshalb die Bedingungen nicht erfüllt. Das bedeutet für die Praxis, daß man in diesen Gebieten auf keine Bodenschätze in der Tiefe zu hoffen hat, wenn man nicht schon hier und da Kohlenschmitzen an die Oberfläche treten sieht.

Profil C—D wurde von mir am 18. Juni 1902 aufgenommen. Ich konstatierte damals als Erster produktives Karbon auf deutschem Schutzgebiet und empfahl, wegen der hervorragend günstigen Lage Bohrungen vorzunehmen. Ein Jahr später hat RINNE¹⁾ diese Insel genau untersucht und ausführlich darüber berichtet.

Profil zu Kartenskizze D.

(Siehe Beilage IV.)

An der Hauptstraße Wei-hsiën-Tsinanfu trifft man an einer Lokalität Töpferton als Ausfüllung der Unebenheiten der silurischen Kalke sehr schön aufgeschlossen. Dann folgen darüber Sand-schiefer des Oberdevon und Karbon.

Profilsansicht zu Kartenskizze E.

(Siehe Beilage IV.)

Dieses Profil zeigt uns den Kontakt der mächtigen Vulkanmasse des Tschang-shan mit permo-mesozoischen Schichten. Der Sandschiefer ist deutlich durch die vulkanische Lava gefrittet.

Profile zu Kartenskizze C.

(Siehe Beilage V.)

Profil T—U liefert uns einen Beweis dafür, daß die marinen Kalke, die über den sinischen Sandkalkschiefern des Kambrium liegen, nicht dem Unterkarbon angehören, wie v. RICHTHOFFEN und KOEFFER annehmen, sondern silurischen Alters sind. Ausschlaggebend sind untersilurische Fossilien, die ich oben auf dem Gipfel des Hoschan sammelte. Etwas südlich vom Hoschan fand ich auf dem Wege von Wentso gegen die Taishankette in denselben Kalken des Hoschan ebenfalls untersilurische Fossilien. Die Auflagerungsfläche von Karbon auf Silur ist im Profil T—U

¹⁾ Diese Zeitschr. 56. 1904.

durch die Einebnung und Bedeckung mit Löß nicht sichtbar. An verschiedenen Stellen in Schantung finden sich aber an der Transgressionsschicht Auswaschungserscheinungen in Form von Hohlräumen, die mit feinem Töpferton erfüllt sind.

Profil W—V zeigt an der nach Norden geneigten Gebirgsscholle flexurartigen Abbruch nach W gegen das Kohlenfeld von Putzuen zu. Ich habe das Profil so wiedergegeben, wie ich es seiner Zeit in der Eile aufgenommen habe.

Profile X—Y und X'—Y' zeigen die Auflagerung der kambrischen Schichten auf dem Grundgebirge und Querverwerfungen tertiären Alters.

Profile, zu denen keine Kartenskizze vorliegt.

(Siehe Beilage V.)

Diese Profilansicht gibt uns ein ungefähres Bild der Kontakt-erzlagertätte am Tie-shan (= Eisenberg). Mit dioritischem, bez. diabasischem Magma sind die Eisenerze aufgestiegen.¹⁾ Bemerkenswert ist, daß die Erzlagertätten in ganz China auf die gleiche Weise entstanden sind. Diese Analogie besteht besonders mit der berühmten Eisenerzlagertätte in der Provinz Hupeh am Jangtschiang unterhalb Hankow.

Das unterste Profil auf Beilage V zeigt uns in schematischer Weise die geologischen Verhältnisse im Gebiete unseres deutschen Kohlenbergwerks bei Wei-hsiën. Wir haben das Bild eines Bruchgebirges, das durch Absinken einzelner Schollen entstanden ist. Bei der nachträglichen Abtragung durch die Gewässer sind die einst viele hundert Meter hohen Horste fast bis auf das gleiche Niveau mit den eingebrochenen Schollen eingebuchtet. Diese Zerstücklung des einstigen Tafellandes ist jüngeren Datums. Sie fällt etwa in die Tertiärzeit, zu der z. B. auch unsere deutschen Mittelgebirge, die Alpen u. s. w. entstanden sind.

Das große Kohlenfeld ist jetzt durch eine Granitzone in einen nördlichen und einen südlichen Teil gegliedert. Vor der Gebirgsstörung lag in dem ganzen Gebiet eine zusammenhängende, einheitliche, kohlenführende Schichtendecke in übergreifender Lagerung auf dem Grundgebirge und den Silurkalken. Wie das Profil zeigt, liegen die flözführenden Schichten im Norden direkt auf dem Grundgebirge, während im Süden Silurkalke die

¹⁾ Bei der beschleunigten Art meiner geologischen Untersuchungen kann ich natürlich nur ein flüchtiges Bild liefern. In der Nachbarschaft werden voraussichtlich noch mehr Eisenerzgänge von mehr oder weniger großer Reinheit auftreten. Ich habe nur die Gänge gesehen, die von der Schantungbergbaugesellschaft durch einen Schürffraben freigelegt waren.

Unterlage bilden. Die Schichten fallen nördlich Fangtse ca. 15° nach N ein.

Geologische Entwicklungsgeschichte von Schantung.

Hierzu Beilage III.

Auf folgenden Seiten will ich in kurzen Zügen die geologische Vorgeschichte der Provinz Schantung, des Hinterlandes unserer Kolonie Kiautschou, zu entwerfen versuchen. Ohne die klaren und wahrheitsgetreuen Beobachtungen v. RICHTHOFENS wäre ich heute dazu nicht imstande. Nur auf dieser Grundlage konnten meine eigenen Forschungen zu einem nennenswerten Resultate führen. Dessen wollen wir in Dankbarkeit für unsern großen Meister, der viele Jahre seines Lebens in harter Arbeit der geographischen und geologischen Erforschung Ostasiens geopfert hat, stets eingedenk bleiben. Das Bild, das ich mich zu entwerfen anschicke, enthält manches Neue für unsere geologische Erkenntnis des fernen Ostens. Vor allem bringt es neue Gesichtspunkte für eine befriedigende Lösung des viel umstrittenen Problems der bogenförmigen Anordnung der Gebirge.

Ohne uns in die unfruchtbare Diskussion über die Entstehung unseres Planeten einzulassen, wollen wir den geologischen Entwicklungsgang Schantungs sogleich mit der Zeit der Bildung der ältesten Gesteine, der archaischen Gneise, beginnen. Ich wies schon im stratigraphischen Teil darauf hin, daß die urältesten Schichten in Schantung durch ausgedehnte, spätere Granitintrusionen ziemlich verdrängt sind. Trotz alledem findet man dieses Gestein hier und da in typischer Ausbildung. Sehr interessant wäre es, in dem Gneis die Urerstarrungskruste unseres Planeten zu sehen, wenn wir sichere Belege dafür hätten. Solange sie nicht erbracht sind, müssen wir gerade so gut die Möglichkeit zulassen, daß wir es mit archaischen Sedimenten, d. h. Absätzen des Wassers zu tun haben, die durch wiederholte Eruptivgesteinsdurchdringungen und Wärmezufuhr (Gebirgsdruck) vergneist sind. Die Gneisnatur ist kein Hinweis auf ein besonders hohes Alter. Durch die neuesten Untersuchungen¹⁾ der sächsischen geologischen Landesanstalt wissen wir z. B., daß typische Gneisschichten aus palaeozoischen Sedimenten (Silur) durch Injektion und Kontaktmetamorphose entstehen können.

Für die Länge der archaischen Periode haben wir keinen Anhalt, da sich wegen der gleichmäßigen Zusammenfassung und

¹⁾ H. CREDNER und E. DANZIG, Das kontaktmetamorphische Palaeozoikum an der südöstlichen Flanke des sächsischen Granitgebirges. Centralblatt f. Min. 1905.

der Gleichförmigkeit der Gneise keine genaue Mächtigkeit ermitteln läßt.

Die älteste Störung, die wir kennen, vollzog sich am Ende des Archacikum. Es haben sich solche fundamentalen Katastrophen im Laufe der Erdgeschichte häufig ereignet. Doch besitzt diese älteste eine Besonderheit, die keine der nachfolgenden aufweist. Sie ist es gerade, auf die ich die Lösung eines bisher unverstandenen geomorphologischen Problems zurückführen möchte. Am Ende der archaischen Periode wurden die horizontallagernden Schichten durch seitlichen Zusammenschub gepreßt und aufgerichtet. Die ursprünglich einfache Lagerung komplizierte sich. Durch den fortgesetzt seitlich wirkenden Druck gelangten die Schichten allmählich in die steile Stellung, in der wir sie heutzutage im Gebirge noch sehen. Die vorhin erwähnte Eigentümlichkeit der archaischen Gebirgsbildung besteht darin, daß all' die Mulden und Sättel, die durch den Zusammenschub gebildet wurden, durchweg in nordwest- bis südöstlicher Richtung streichen¹⁾. (Vgl. hinten Beilage II, die geotektonische Übersichtskarte von Schantung.) Der **Zusammenschub** vollzog sich bei der **archaischen Gebirgsbildung** aus **SW**. Alle späteren Prozesse der Gebirgsbildung haben ein Streichen, das mehr oder weniger senkrecht zu der archaischen Streichrichtung steht. Das **normale Streichen aller postarchaischen tektonischen Vorgänge** ist **NO—SW**.

Diese Tatsache ist von hervorragender Bedeutung für das Verständnis der Geomorphologie Ostasiens. Später komme ich darauf zurück. Vorläufig mag die Feststellung einer ersten archaischen Dislokation mit einem Streichen von NW—SO genügen.

Auf sie folgt eine Zeit der Denudation. Nach beendeter Abtragung und Einebnung des archaischen Faltengebirges setzt eine gewaltige Transgression ein, mit der das algonkische Zeitalter beginnt. Die Gesteine aus jener Periode sind ihrem Material nach von verschiedener Entstehung. Wir finden neben echten Meeresabsätzen auch vulkanische Gesteine. Die Gneisglimmerschiefer (z. B. südlich Wangtai zwischen Poschan und Laiwu) sind als kontaktmetamorphe algonkische Sedimente aufzufassen, die von Magma injiziert sind. Die Quarzite und Marmore stellen die echten Meeressedimente dar. In den Ur-marmoren bei Wua-loa-tze unweit Tsingtau fand ich Ophicalcit.

¹⁾ So der Hsiau-tschu-shan und Ta-tshu-shan südwestlich von Tsingtau; ferner im Grundgebirge südwestlich von Poschan (nach v. RICHTHOFEN) und bei Töng-tschou-fu nordwestlich von Tschifu ebenfalls u. s. w.

Serpentin ist hier in feinsten Lamellen eingedrungen und hat die bekannte organische Struktur nachgeahmt, über die in der Mitte des verflossenen Jahrhunderts soviel hin und her gestritten worden ist. Nach Analogie mit andern Vorkommnissen hätten wir es hier mit einem „*Eozoon chinense*“ zu tun. Die Mächtigkeit der algonkischen Absätze mißt in Schantung etwa 200 m. In Shansi sollen sie nach v. RICHTHOFEN¹⁾ 3000 m betragen. Welch' lange Zeit muß doch diese Periode umfassen, aus derem reichhaltigen organischen Leben uns so gut wie nichts erhalten geblieben ist.

Am Schluß des Algonkium hebt von neuem eine gewaltige Umwälzung in unserer Erdrinde an. Tiefgehende Muldenfalten wechseln mit Antiklinalen ab. Aus den spärlichen, aber untrüglichen Resten dieser Zeit können wir uns ein Bild von der Intensität der Vorgänge machen. Mit Sicherheit dürfen wir aus den wenigen Tatsachen den Schluß ziehen, daß am Ende des Algonkium in Schantung ein alpines Hochgebirge existiert hat. Gleichzeitig mit den tektonischen Vorgängen vollzog sich am Schluß des algonkischen Zeitalters eine intensive vulkanische Tätigkeit. Ausgedehnte Lakkolithe von Granit erstarrten im Innern der Gebirge, die durch die nachfolgende Abtragung entblößt als Massive zu Tage traten. Die Richtigkeit der Vorstellung ergibt sich aus den Untersuchungen an Dünnschliffen dieses Urgebirgsgranits. Die Wirkungen der algonkischen Gebirgsfaltung läßt er nicht erkennen. Er muß also zu der Zeit noch nicht fertig vorgelegen haben. Die palaeozoischen Sedimente überlagern ihn. Da sich nach dem Algonkium in dem Erdrindenteil, dem Schantung angehört, keine starke Zusammenpressung der Schichten mehr ereignet hat, und die palaeozoischen Sedimente nicht im geringsten kontaktmetamorph beeinflußt worden sind, so ergibt sich mit Gewißheit, daß die betreffenden Granite nur jungalgonkisch sein können.

Wie ich oben ausdrücklich hervorhob, besaß die **archaeische** Faltung die Streichrichtung **NW—SO** und die **algonkische NO—SW**. Als die algonkische Zusammenfaltung einsetzte, lag durch die archaeische Gebirgsbildung schon eine Differenzierung der Erdkruste in Richtungen größten und kleinsten Widerstandes vor. Kam die Druckwelle bei der algonkischen Gebirgsbildung senkrecht auf die Richtung der tektonischen Linien der archaeischen Dislokationsperiode, so trat als Effekt je nach der Stärke und Beschaffenheit der tektonischen Kraftwelle eine Überhöhung der Antiklinalen oder Übertiefung der Synklinalen etc. etc. ein. Der Verlauf der alten archaeischen

¹⁾ „China“ 2. S. 708.

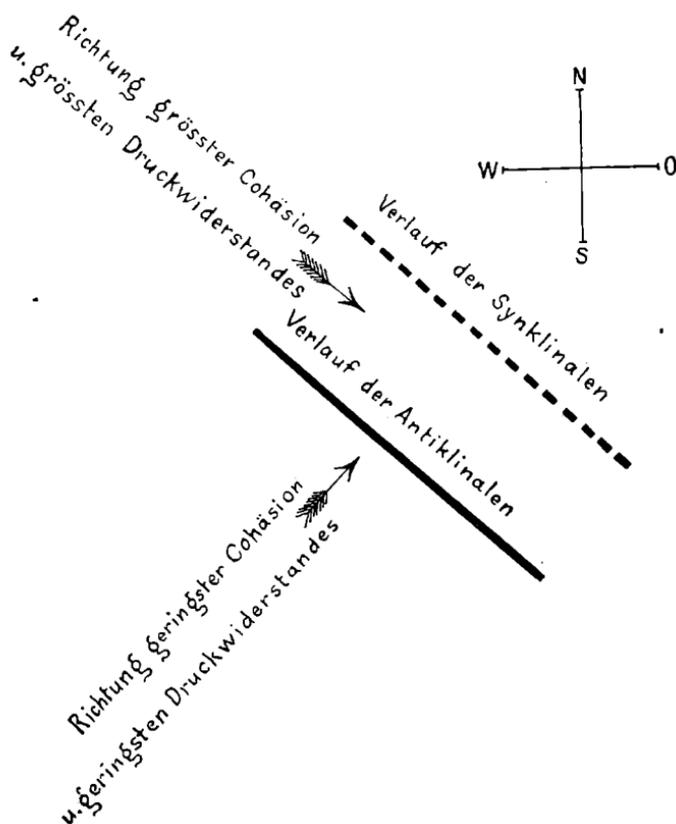


Fig. 1.

Streichrichtung wurde nicht verändert. — Der Effekt war ein anderer, sobald die algonkische Faltungswelle nicht ganz senkrecht, sondern schräg zu den tektonischen Linien des Archaeikum verlief. Die alten archaischen Antiklinalen, als Richtungen grössten Widerstandes, repräsentieren jetzt eine passive Kraft, die sich mit der neuen aktiven der algonkischen Faltung nach dem bekannten Parallelogramm der Kräfte auszugleichen hat. Die Wirkung dieses Spannungsverhältnisses ist theoretisch eine geradlinige Ablenkung der ursprünglichen Streichrichtung der algonkischen Dislokationswelle. Aber dadurch, daß die eine Kraftkomponente (die passive Widerstandskraft) infolge der Gesteinsverschiedenheit oder durch die ungleiche Abtragung des archaischen Faltengebirges nicht konstant ist, entsteht jene

charakteristische Torsion der tektonischen Linien, auf die v. RICHTHOFEN besonders in der jüngsten Zeit die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

Ein Blick auf unsere geotektonische Übersichtskarte von Schantung — Beilage II — zeigt das typische Bild dieser Torsionen. Es besteht scheinbar eine Gesetzlosigkeit in der Anordnung der tektonischen Linien. v. RICHTHOFEN¹⁾ sagt sogar von der Tektonik Schantungs: „Kein erkennbares Gesetz beherrscht die Anordnung der Ketten“. Nach den obigen Darlegungen löst sich das bisher unverstandene, scheinbar verworrene Chaos der Linien ohne Schwierigkeiten in ein System auf, dessen Grundzüge sich folgerichtig aus der Interferenz der restierenden archaischen Antiklinalen und Synklinalen und der algonkischen Gebirgsbildung ergeben haben.

Mit der algonkischen Gebirgsbildung war in Schantung die Physiognomie der Erdkruste geschaffen, wie sie in den Hauptzügen noch heute besteht. Die nachfolgende tertiäre Dislokation brachte nur eine Wiederholung der tektonischen Linien, wie sie im Prinzip seit dem Algonkium festgelegt waren.

Nach der Bildung des algonkischen Hochgebirges begann eine lange Zeit der Abtragung. Die Nivellierung muß soweit vorgeschritten gewesen sein, daß stellenweise die algonkischen Schichten ganz verschwunden waren und das archaische Grundgebirge frei zu Tage trat.

Mit dem Beginn einer neuen Meeresbedeckung fängt für uns das paläozische Zeitalter an. Das Meer überflutete einstweilen nur das ganze westliche Schantung und eine kleine Nordecke des östlichen. Der größte Teil von Ostschantung blieb Festland und ragte als Eiland aus dem kambrisch-silurischen Meere auf.²⁾ Die kambrische Transgression schritt langsam von Westen nach Osten vor, sodaß im Laufe der Zeit immer weitere Gebiete vom Meere erobert wurden. Das ist der Grund, wes-

¹⁾ China. 2. S. 236.

²⁾ Die partielle Transgression in Schantung findet ihre Analogie auch im übrigen China. Nach den geologischen Profilen und Tagebuchaufzeichnungen v. RICHTHOFENS ergibt sich mit zwingender Notwendigkeit, daß im Kuen-luen zur Zeit der kambrischen Meeresbedeckung eine breite nördliche und eine südliche Zone als Halbinsel über Wasser lagen, die sich ungefähr bei dem 112. Längegrad zu einem breiten Festlandsrücken vereinigten, der sich dann noch weiter nach Osten erstreckte. Auch der meridional gestreckte Hoschan in Shansi war Festland zu jener Zeit. Das gleiche betrifft die Halbinsel Liautung und den größten Teil von Korea. Nur bei Wu-ho-shui und bei Mukden in der Mandschurei greift buchtenartig in NW—SO (!) (alte archaische Richtung) verlaufenden Senken das kambrisch-silurische Meer ein.

wegen wir von Westen nach Osten gehend immer jüngere Sedimente dem Grundgebirge aufliegend konstatieren. Der Verlauf der Kontinentalschwelle ist in Schantung zur Hauptsache meridional. (vgl. geotektonische Übersichtskarte — Beilage II —), ihre Entstehung ist als posthume Bodenbewegung der großen algonkischen Dislokationsperiode anzusehen.

Die altpaläozoische Meeresbedeckung dauerte ohne erhebliche Änderung der Meeresgrenzen bis etwa in die mittlere Silurzeit. Mit **Ausgang** des **Silur** trat in ganz **Nordchina** nördlich des Kuen-lun durch langsame Hebung des Meeresbodens **Festlandsbildung** ein.

Als Beweis mag das von mir gesehene Profil am Hoschan zwischen Tsinanfu und dem Kohlenfeld von Poschan gelten (vgl. Beilage V, Profil zu Kartenskizze C, Profil T—U). Reine marine Untersilurkalken tauchen unter flözführende Sandschiefer des Unterkarbon. Das gleiche sehen wir bei Santefan südlich Putzuen (vgl. Kartenskizze C auf Beilage I). Auch hier legen sich fossilführende Untersilurkalkschiefer konkordant unter flözführende Sandsteinschiefer der Karbonformation¹⁾. An vielen Punkten in Schantung sehen wir bei gleichsinnigem Einfallen der Schichten eine wellige Korrasionsfläche an der Grenze von Silur und Karbon. Hierin liegen hinreichende Hinweise auf eine Unterbrechung der Sedimentation und Meeresbedeckung. Als Anzeichen für eine Meeresregression muß die dolomitische Rauchwacke²⁾ betrachtet werden, in welche die rein marinen Silurkalken manchenorts nach oben enden. Die Feststellung dieser Tatsache auf Grund positiver geologischer Forschungen bedeutet einen Fortschritt in der Erkenntnis des Entwicklungsganges von Nordchina und der umliegenden Gebiete.

v. RICHTHOFEN vertritt in seinem Werk über China die entgegengesetzte Ansicht. Nach ihm trat gerade in Nordchina während des Silur und Devon eine so bedeutende Vertiefung des Meeres ein, daß überhaupt keine Meeresabsätze sich bilden konnten. Hierin glaubte er eine hinreichende Erklärung für das rätselhafte Fehlen von Devonversteinerungen nördlich des Kuen-

¹⁾ Ich möchte der Exaktheit wegen darauf hinweisen, daß die Wiederbedeckung der Untersilurkalken schon mit dem Oberdevon beginnt. Da die devonischen Schichten nicht sehr mächtig sind, so rede ich der Kürze wegen von Karbon auf Untersilur.

²⁾ Bei Kaiping in der Provinz Tschili (v. RICHTHOFEN, China 2. S. 286) endigen die Silurkalken nach oben in Dolomite, gerade wie westlich von Peking (Ebenda S. 300), desgl. bei Poschan (ebenda S. 203, Fig. 41). Ich fand diesen dolomitischen Rauchwackenhorizont als oberen Abschluß der marinen Silurkalken bei Santefan südl. Putzuen in Schantung. (Siehe meine Karten C Beilage I.)

luen gefunden zu haben. Die sicheren Anzeichen von silurischer Regression, unterdevonischer Festlandsperiode und nachfolgender jungdevonischer Transgression, auf die ich hinzuweisen verschiedentlich Gelegenheit gehabt habe, erweisen zur Genüge die irrtümliche Auffassung v. RICHTHOFENS.

Mit dem mittleren, bezw. **oberen Devon** setzt die **Transgression** ein, aber von so ungeheurer Ausdehnung, daß alles unter Meer tauchte, was während der kambrisch-silurischen Meeresbedeckung als Insel oder Kontinent emporgeragt hatte. Wir sehen den östlichen Kuen-luen, den Hoschan in Shansi, Otschantung, Liautung und Korea etc. etc. von der Meeresüberflutung betroffen. Diese Transgression halte ich für den hervorstechendsten Zug in der geologischen Entwicklungsgeschichte von Nordchina.

In seiner ganzen Bedeutung ist der Vorgang bisher noch nicht erkannt worden. Um so bemerkenswerter erscheint mir der Hinweis FRECHS¹⁾ auf die Wichtigkeit einer allgemeinen Mittel- bezw. Oberdevon-Transgression in Zentralasien. Ebenso bedeutungsvoll ist der Nachweis einer auffälligen Diskordanz zwischen Silur und Devon im westlichen Kuen-luen. Wir verdanken ihn dem verdienstvollen russischen Forscher BOGDANOWITSCH. Ich bin geneigt, hier einen großen zusammenhängenden Vorgang zu sehen. Es wäre dringend zu wünschen, daß künftige Forschungen im Osten dieser Frage ihre Aufmerksamkeit zuwenden würden, um hierüber Gewißheit zu erbringen.

In Schantung sehen wir z. B. östlich von Laiwu (vgl. Profil N—O zu Kartenskizze A) in außerordentlich klarer Weise die deutlichsten Anzeichen der jung-devonischen Transgression. Über typisch kambrisch-silurischen Kalken legt sich in gleichförmiger Lagerung ein mächtiges Brandungskonglomerat, das nach oben in die kohlenführenden karbonischen Sandsteinschiefer übergeht.

Bei Poschan und an anderen Punkten hat die Transgressionswelle die silurische Kalkunterlage korrodiert und ihr Auswaschungsprodukt in Form von Töpferton in den Gesteinshöhlungen abgesetzt. Im mittleren Schantung (östlich des 119. Meridians) greift die Transgression über das Grundgebirge und hinterläßt als Zeugen ihrer Wirksamkeit Basalkonglomerate,²⁾ die nach oben in die permokarbonische Sandsteinschichten übergehen. So ließen

¹⁾ Siehe hierüber SUESS, Beiträge zur Stratigraphie Centralasiens, Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. 1894. 61.

²⁾ Diese Transgressionsschotter sehen wir auf der geologischen Karte auf Kartenskizze B südlich von Kiautschou und südlich von Tschou-tschöng verzeichnet.

sich in Schantung noch verschiedene Punkte anführen, wo die Transgression unzweideutig erwiesen ist.

An der Hand der v. RICHTHOFENSchen Profile und Tagebuchaufzeichnungen läßt sich die jungdevonische Transgression in wunderbar schöner Weise auch in der Mandchurei beweisen. v. RICHTHOFEN hat unglücklicherweise die Transgressionserscheinungen verkannt. Sobald die Sandsteinschiefer dieser Formation auf den Silurkalken lagen, hielt er sie für Permokarbon. Traf er die betreffenden Schichten aber transgredierend auf dem Grundgebirge an, so hat er sie für altkambrisch gehalten und sie als sog. Jung-ning-Sandsteine bezeichnet. Die Folge der irrtümlichen Deutung war, daß v. RICHTHOFEN unlösbare Schwierigkeiten inbezug auf die Horizonte heraufbeschwor.¹⁾ Um so größer waren sie, als die vermeintlichen ältesten — in facto permokarbonischen — Ablagerungen des Paläozoikum auffallenderweise dieselbe lockere Beschaffenheit hatten und stellenweise die gleichen porphyritischen Gesteinsbrocken enthielten wie die permischen Sandsteinschiefer. Kurzum es ist mir gewiß, daß die v. RICHTHOFENSchen Jungningschichten in der Mandchurei, die dem Grundgebirge aufruhcn, nicht unterkambrisch, sondern den Sedimenten der **Oberdevon-Transgression** angehören.

Ich möchte noch einige Beweisstellen für die jungdevonische Transgression über altpaläozoische Kalke in der Mandchurei anführen. Bei Saimaki²⁾ legen sich kohleführende Sandsteinschiefer diskordant auf mittelkambrische Kalke. Die Transgression beginnt auch hier mit Konglomeraten, die allmählich nach oben in schiefrige Sandsteine übergehen. Es muß sich während der silurischen Festlandsperiode schon eine Denudation vollzogen haben. 20 Li südlich von Saimaki liegen nach v. RICHTHOFEN die kohlenführenden Schichten diskordant auf präkambrischen Quarziten. Bei Hsiau-sörr liegen dieselben kohlenführenden Schichten konkordant auf Kalken, aus denen v. RICHTHOFEN untersilurische Orthoceren mitgebracht hat.

¹⁾ Als Beweis für die Größe dieses Naturforschers möchte ich anführen, daß er die aus seinen Irrtümern sich konsequenterweise ergebenden Unrichtigkeiten in Text und Profil nicht zu verwischen gesucht hat. Im Gegenteil hat er seine Beobachtungen so wiedergegeben, wie er sie draußen im Felde gemacht hatte, auch auf die Gefahr hin, daß nicht alles stimme. Der große Wert solcher Wahrheitstreue hat sich — wie schon oft — so auch hier in glänzendem Licht gezeigt. Die allerwärts bis zur Evidenz nachgewiesene Oberdevon-Transgression, die v. RICHTHOFEN als solche nicht erkannt hatte, läßt sich trotzdem an der Hand seines Textes und seiner Profile ohne Schwierigkeiten in der Mandchurei nachweisen!

²⁾ v. RICHTHOFEN, China, 2. S. 92.

Die gleichen Töpfertone auf dem Silurkalk als Auslaugungsprodukt der Transgression, die ich bei Poschan und nördlich davon an der Strasso Tschout'sun—Tsching-tschou-fu vorgefunden habe, hat v. RICHTHOFEN auch auf den marinen Kalken unter den flözführenden Schichten des Karbon bei Föngtai¹⁾ und bei Loping in der Provinz Schansi gefunden.

Inbezug auf das genaue Alter der Transgression und seine Begründung muß ich auf den stratigraphischen Teil verweisen, um mich nicht zu vieler Wiederholungen schuldig zu machen.

Die mit dem Oberdevon neu beginnende Schichtenserie bildet bis zum Tertiär (?) einschließlich eine tektonische Einheit. Innerhalb der Zeit fanden keine gewaltigen tektonischen Bewegungen in der Erdkruste statt. Solche Transgressionen wie die jungdevonische sind nicht wieder eingetreten. Dafür wechselten unzählige kleinere Niveauschwankungen, d. h. periodische Festlandsbildungen und seichte Überflutungen mit einander ab. Die physischen Verhältnisse dauerten nach meiner Ansicht bis ins Tertiär, bis zur jungtertiären Dislokationsperiode, die das Meer dauernd vom Kontinent in die heutigen Meeresbecken abfließen ließ. Die Festlandsperioden, die in der langen geologischen Zeit eingeschaltet waren, bildeten die Ursache für die verschiedenen Kohlenflöze, die wir in den folgenden Schichten zwischen den Sedimenten zerstreut finden. Ein großer Teil der Kohlenflöze gehört dem untern Karbon an. Da hier die Flöze bei der Wiederholung der gleichen physischen Zustände der Erdoberfläche nicht an bestimmte Horizonte gebunden sind, so sehen wir in den Nachbargebieten (z. B. in der Provinz Tschili) Kohlen im Unterkarbon, in der Trias und im Jura auftreten. Bei Nanking kommen nach Prof. FRÉCH Flöze in der älteren Dyas vor.

Zur Permzeit machte Schantung eine Periode der Unruhe durch. Gewaltige Aschenregen und Intrusionen von sauren und basischen Magmen müssen sich zu der Zeit vollzogen haben. Aus dem geologischen Gesamtbild ergibt sich mit Bestimmtheit, daß Dislokationen größeren Stils mit der vulkanischen Tätigkeit nicht verbunden waren.

Wäre das Perm die Zeit der großen Dislokation, in der die heutige Konfiguration Schantungs geschaffen wäre, so müßte man als ihre direkte Folge mächtige Konglomeratbildung aus jener Zeit vorfinden. Die tertiären polygenen Schotterablagerungen aber, die eventuell als permische Denudations-Gebilde in Frage kämen, liegen im Profil weit über den Tuffhorizonten, welche

¹⁾ Auf 35¹/₄° Breite und 112⁴/₆° Länge gelegen.

unzweideutig die permische Eruptionszeit widerspiegeln. Die fraglichen Konglomerate können daher nicht permisch sein. Untrügliche Beweise einer permischen Dislokation fehlen also bis jetzt.

Auf die vulkanische Periode des Perm folgte eine sehr lange Zeit relativer Ruhe. Die paläozoischen Sedimente lagen seit ihrer Bildung eingedeckt unter der Oberfläche. Spät, sehr wahrscheinlich erst zu Ausgang des Tertiär setzte wieder eine gewaltige Umwälzung in der Erdkruste Schantung ein, die die alten Schichten wieder zum Vorschein brachte. In dieser Phase intensiver Gebirgsbildung wurde das Tafelland, das seit seiner Hebung am Ende des Paläozoikum ruhig dalag, zerstückelt. Zu der Zeit wurde die Konfiguration Schantungs, die wir heute antreffen, in ihren Grundzügen geschaffen. In jener Zeit der geologischen Geschichte wurde dem ostasiatischen Kontinent sozusagen sein Dasein geschenkt. Das Meer floß endgiltig in die Becken ab, deren Grenzen die heutige Küste etwa darstellt. Auch Schantung wurde damals durch den Einbruch der großen Ebene von dem innerasiatischen Bergland losgelöst. Gleichzeitig mit der Lagerungsstörung fand eine reiche eruptive Tätigkeit statt. Interessant ist der Nachweis v. RICHTHOFENS, daß die Eruptionsperiode bis ins Quartär angedauert hat. Er²⁾ fand bei Jü-tschou-fu in Honan eine Basaltdecke deutlich dem Löß aufgelagert. Auch das große Vulkan-Tuffgebiet bei Wei-hsiën spricht dafür, daß die vulkanischen Ausbrüche noch lange nach der Hauptdislokation andauerten. Zwischen Wei-hsiën und Tsching-tschoufu ruhen die Tuffe und Lavadecken horizontal auf den bereits denudierten Bruchschollen. Auch bei Töng-tschoufu in Nordschantung lagen die Basalte auf denudiertem Kambrium.

Mit dem Einsetzen der gewaltigen tertiären Dislokation waren natürlich immense Höhenunterschiede gegeben, die der Denudation gewaltige Arbeit zuwiesen. Vor dem Beginn der Gebirgsbildung haben wir uns ein Plateau vorzustellen, auf dem ausgedehnte Seebecken verbreitet waren. Durch die Bruchbildungen liefen die Wassermassen natürlich in den neu geschaffenen Senken zusammen. Reißende Bergströme mündeten von allen Seiten in die Wasserbecken und brachten durch Erosion der frisch angeschnittenen Profile eine bunte Musterkarte von Geröllen mit sich. Die daraus resultierenden Absätze sind jene rätselhaften Schotter, die v. RICHTHOFEN bei Hsintai und Itschoufu angetroffen hat.³⁾

¹⁾ z. B. bei Itschoufu und Hsintai in Schantung.

²⁾ China, 4. S. 504.

³⁾ Hierher gehören sicherlich auch die Schotter von Jü-tschoufu in Honan (vgl. v. RICHTHOFEN, Atlas, t. 20).

Der Effekt der tertiären Gebirgsbildung bestand in Brüchen. Untergeordnet sehen wir einen leichten Faltenwurf, der sich in schwachen Wellen¹⁾ der Schichtendecke äußerst. Eigentümlich ist die Anordnung der tektonischen Linien (vgl. meine geotektonische Karte von Schantung, Beilage II). Es scheint keine bevorzugte Richtung vorzuliegen, der die Brüche folgen, und damit eine Gesetzmäßigkeit ausgeschlossen zu sein. Im Anschluß an die algonkische Gebirgsbildung, die das gleiche Bruchnetz geliefert hat, habe ich die Erklärung für diese tektonischen Erscheinungen bereits gegeben. Es besteht nur eine kleine Modifikation, die das Bild aber im wesentlichen nicht ändert. Die algonkischen Störungslinien wurden bei der tertiären Dislokation nicht direkt wieder aufgerissen, wie man wohl anzunehmen geneigt wäre. Ein Spannungsausgleich von zwei Kräften tritt wieder ein, wovon die eine Komponente konstant und die andere eine variable ist. Die konstante Komponente stellt die NO-streichende Kraftwelle der neu einsetzenden tertiären Gebirgsbildung dar. Die variable liegt in den algonkischen Torsionsbögen, die im Untergrund bei der neuen Erdkrustenbewegung wieder zur Geltung kommen. Im Sinne dieser Deutung stellen wir dem tektonischen Bilde, das uns die letzte große Dislokation geliefert hat, nicht mehr so verständnislos gegenüber. Wir sehen, daß das tektonische Endbild komplexer Natur ist und sich aus der geologischen Entwicklungsgeschichte heraus vollkommen verstehen läßt.

Mit der tertiären Gebirgsbildung ist die Hauptphysiognomie Schantungs fertig. Die noch folgende Periode des Quartärs hat nur eine untergeordnete Ausgestaltung des Oberflächenbildes bewirkt.

Der Kreislauf des Wassers begann allmählich das jetzige Flußnetz herauszumodellieren. Die Täler verbreiterten sich immer mehr. Das Produkt der Gebirgsabtragung durch die Tagesgewässer lagerte sich in horizontalen Bänken als Diluvialschotterterrassen auf den Talböden ab. In diese Zeit der geologischen Entwicklung Schantungs fällt höchstwahrscheinlich die Bildung des Diamantseifen südlich Itschoufu, auf deren Abbauversuche man mit Recht gespannt ist.²⁾

Als Abschluß unseres geologischen Entwicklungsbildes müssen wir des Lösses gedenken, der als letzte Bildung sich in Schantung vollzog. Es ist das unsterbliche Verdienst v. RICHTHOFFENS³⁾,

¹⁾ So in den Sandsteinschiefern der Kiauebene bei Kiautschou, ferner eine NO streichende Mulde bei Hsintai (nach v. RICHTHOFFEN).

²⁾ Soweit sich die geologischen Verhältnisse übersehen lassen, liegt keine Analogie mit den südafrikanischen Diamantlagerstätten vor.

³⁾ 1. China. 2. Kapitel S. 56.

die Entstehung jener merkwürdigen, in der ganzen Welt verbreiteten, volkswirtschaftlich so wichtigen Gesteinsart als äolische Bildung zuerst erkannt und beschrieben zu haben. Der einzige schwache Punkt in der geistvollen Ausführung liegt in der Frage nach der Herkunft des Materials. Charakteristisch ist der hohe Kalkgehalt des Lösses. Aus der Gesteinsverwitterung, die nach v. RICHTHOFENS Auffassung das Material des Lösses geliefert haben soll, gehen aber keine kalkreichen Produkte hervor, sondern tonige. Bei der Verwitterung des Kalkgesteines wird der Ca CO_3 durch das Wasser fortgeführt. Die Frage nach der Herkunft des Kalkgehalts im Löß vermögen also die Erklärungsversuche v. RICHTHOFENS nicht befriedigend zu beantworten.

Die Verknüpfung der Lößbildung mit Glacialerscheinungen, worauf STEINMANN¹⁾ hingewiesen hat, hebt alle Schwierigkeiten. Nach STEINMANN'S plausiblen Darlegungen ist der Löß das bis zur größten Feinheit gesiebte und durch den Wind fortbewegte Ausschlämmungsprodukt von diluvialen Endmoränen. Der Löß, jener fruchtbare Boden, dem Schantung seine ausgedehnte Landwirtschaft verdankt, ist demnach aus weiter Ferne — von dem Fuße der Hochgebirge Zentralasiens durch die Tätigkeit starker Winde verfrachtet worden.

Als letzte Bildung sei das Alluvium, die Anschwemmungsprodukte der Flüsse aus jüngster geologischer Zeit, erwähnt. Vom volkswirtschaftlichem Interesse sind sie durch die goldführenden Seifen, die sie enthalten. Große Schätze sind aber auch hier nicht zu erwarten.

Die Kohlenfelder in Schantung.

Schon RICHTHOFEN stellt in seinem großen Werk über China fest, daß dort Kohlen verschiedenen — paläozoischen und mesozoischen — Alters auftreten. Die hauptsächlichsten sollten jedoch die karbonischen Flöze sein. SCHENK hat die von RICHTHOFEN aus China mitgebrachten Floren untersucht und uns folgendes Ergebnis darüber mitgeteilt.

Brauner Jura: Kohle von Tumulu (Mongolei), Pata-shu (Prov. Tschili), Tschaitang (Prov. Tschili), Tatungfu (Prov. Shansi), Kwang-yuen-hsiën (Prov. Sz'tschwan).

Lias: Kohle von Kwei-tschou (Prov. Sz'tschwan).

Rhät: Kohle von Hsi-ying-tze (Mongolei), Maling (Prov. Tschili).

Alle übrigen von RICHTHOFEN erwähnten Kohlenfelder sind den Pflanzenbestimmungen nach karbonischen Alters. Durch

¹⁾ Entwicklung des Diluviums in Südwestdeutschland. Diese Zeitschr. 1898.

FRECH wissen wir, daß die Kohlen bei Tschön-kiang-fu unweit Nanking sogar der älteren Dyas angehören. Die Feststellung Schenks, daß die Kohlenfelder Chinas z. T. mesozoisch sind, hat nichts Überraschendes mehr, seit wir wissen, daß vom nördlichen Europa über Rußland und Sibirien bis nach Japan ein breiter Gürtel mesozoischer Festlandsbildungen sich hinzieht. FÜTTERER¹⁾ hat auf seiner Reise durch Zentralasien am Südfuß des östlichen Tien-shan ebenfalls jurassische Kohlenflöze angetroffen. POTONIÉ hat die von ihm mitgebrachten Pflanzenreste untersucht und gefunden, daß sie besonders Ähnlichkeit mit den jurassischen Pflanzen von Kusnezsk südlich Tomsk in Sibirien haben.

Eine weitere Bestätigung der oben erwähnten Tatsache hinsichtlich der jurassischen Festlandsbildungen von Europa über den eurasiatischen Kontinent bis nach Japan bildet das Ergebnis einer Untersuchung POTONIÉs über fossile Pflanzen aus Schantung. Er konstatierte, daß die Kohlenflöze Schantung z. T. karbonischen, z. T. jurassischen Alters sind. Unter den Jurapflanzen erkannte er bereits vier bekannte Arten. Leider war Prof. POTONIÉ nicht befugt, über das geologische Auftreten nähere Mitteilungen zu machen. Umso mehr freue ich mich, diese Lücke durch meine geologischen Aufnahmen von Schantung ausfüllen zu können.

POTONIÉ hatte die Liebenswürdigkeit, die von mir in Schantung gesammelten Pflanzenabdrücke zu untersuchen. Ohne vorherige Kenntnis der Fundstellen erkannte er sofort, daß zwei grundsätzlich verschiedene Floren vorlagen. Die Pflanzen aus den Kohlengruben von Weutso und Poshan bestimmte er²⁾ als unzweifelhaft karbonisch. Dasselbe Alter ergibt sowohl die fossile Fauna wie die geologische Stellung im Profil. Die Flöze liegen an beiden Lokalitäten, nicht weit über den transgredierte Unterjuralkalken.

Die von ihm als zweifellos mesozoisch bestimmten Pflanzen stammen von Fangtse. Hier sammelte ich sie auf der Halde unseres ersten deutschen Kohlschachtes in China. POTONIÉ schrieb mir über die bei Fangtse gesammelten fossilen Pflanzenabdrücke:

„Zu den vier jurassischen Arten, die ich auf S. 124 meiner Abh. Pfl. Reste a. d. Juraformation 1903 aus Schantung angebe, kommt durch Ihre Aufsammlung noch hinzu Clathropteris (namentlich Cl. Münsteriana SCHENK). Diese Gattung kommt im Keuper, Rhät und Jura vor, niemals — auch nur andeutungsweise — im Paläozoikum. Es handelt sich hier um einen ganz echt mesozoischen Typus.“

¹⁾ „Durch Asien“. 3. Lief. 1 von Prof. Dr. POTONIÉ-Berlin, 1903.

²⁾ Ich betone ausdrücklich, daß POTONIÉ keine Kenntnis von der Herkunft der Pflanzen besaß.

Diese neu erkannte Tatsache, daß bei Fangtse mesozoische Sedimente in geneigter Stellung — also disloziert — auftreten und nach ihrem Absatz von basischen Eruptivgesteinen durchsetzt sind, ist für das richtige Verständnis der Geologie Schantung von weittragendster Bedeutung. Wir können daraus den berechtigten Schluß ziehen, daß die Hauptdislokation, die die Zerstückelung der zusammenhängenden Sedimentdecke, jene Schollenbildung in Schantung hervorgerufen hat, nicht zur Permzeit, sondern in postjurassischer Zeit stattgefunden haben muß. Dieser sichere Anhalt bedeutet für den Fortschritt unserer geologischen Kenntnisse in China außerordentlich viel. Berücksichtigt man ferner, daß über den jurassischen Kohlenflözen noch Sandschiefer in großer Mächtigkeit folgen, die alle dieselbe gleichsinnig dislozierte Lagerung einnehmen, so ist der Gedanke an eine jung-tertiäre Gebirgsbildung schon nicht mehr so befremdend.

Nachdem POTONIÉ jurassische Pflanzenabdrücke aus dem deutschen Kohlenschacht von Fangtse einwandfrei nachgewiesen hatte, so zog er daraus den Schluß, daß die Steinkohle, die die deutsche Schantungbergbaugesellschaft abbaut und auf den Markt bringt, jünger ist als Karbon. Dieser vermeintliche Nachweis POTONIÉ'S erregte in den beteiligten Laienkreisen einige Beunruhigung. Das geforderte Eingeständnis, daß die Schantungkohle jünger als z. B. die englische Kardiffkohle sei, ließ aus begrifflichen Gründen auf sich warten. Die Zurückhaltung der Schantungbergbaugesellschaft hat sich gelohnt, denn das geologische Urteil POTONIÉ'S über das Alter der jetzt von den Deutschen abgebauten Flöze in Schantung beruhte auf einem Irrtum. So unanfechtbar seine phytopaläontologischen Bestimmungen sind, so unglücklich waren seine stratigraphischen Schlußfolgerungen. POTONIÉ ist trotzdem völlig schuldfrei, da er von der Schantungbergbaugesellschaft ungenügend über die Fundstellen aufgeklärt war. Die jurassischen Pflanzreste stammen garnicht von den beiden 3—4 m mächtigen Hauptflözen, die bei 136 m und 175 m angetroffen sind, sondern von Kohlenschmitzen, die etwa in 100 m Tiefe liegen.¹⁾ (cfr. das Idealprofil durch die Kohlenfelder etc. unten auf Beilage V.) Es ergibt sich nach Aufklärung des Irrtums, daß die in Fangtse abgebauten Flöze tatsächlich der Karbonformation angehören, und die mesozoischen Kohlenlager ca. 100 m über den paläozoischen liegen. Die jurassischen Flöze sind nicht abbauwürdig. Bemerkenswert ist, daß bei Fangtse²⁾, zwischen

¹⁾ Als ich Píngsten, den 18. Mai 1902, den Schacht besuchte, da war der Schacht erst ca. 100 m weit abgeteuft, sodaß ich Gesteinsproben von den Hauptflözen noch garnicht hätte auflesen können!

²⁾ Fangtse liegt auf 36 $\frac{1}{2}$ ° Breite und 117 $\frac{1}{6}$ ° Länge östlich von Greenw.

den untersten Flözen und dem Grundgebirge noch ca. 50 m weiche Mergelschiefer liegen. Das Profil bei Fangtse ist etwa folgendes:

- 36 m Sandstein
- 0,? m Sandstein mit jurassischen Kohlenschmitzen
- 100 m Sandstein
- 3—4 m mächtige Kohlenflöze des Karbon durch vulkanische Gesteine verunreinigt
- 40 m Sandstein
- 4 m mächtiges Kohlenflöz des Karbon
- 50 m weiche Mergelschiefer
- ? m Granit des Algonkium.

Südlich von Fangtse finden wir ein stark zerstückeltes Schollengebiet. Die ganze Kohlendecke ist in einzelne, getrennte Stücke aufgelöst. In den durch Verwerfung versunkenen Gebirgstteilen finden wir die flözführende Sandsteindecke noch erhalten, während die stehengebliebenen Horste im Laufe der Zeit diese wertvollen Schichten durch Abtragung verloren haben. Die heutige Tiefe der Kohlenflötze hängt natürlich von dem Maße des jeweiligen Schollenverwurfes ab. Die Chinesen sind nur dort zum Abbau der Flöze gekommen, wo sie nicht zu tief unter der Oberfläche lagen. Südlich Masz zeigt das Profil der chinesischen Schichten etwa 20—30 m Bergemittel und dann das erste 3 m starke Kohlenflöz. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß noch 50 m tiefer ein zweites unabgebautes Kohlenflöz vorhanden ist.

Neben dem obigen Kohlengebiet von Weihsien haben die Kohlenflöze der Insel Tolosan wegen der geringen Entfernung von unserer Kolonie Tsingtau erhöhte Bedeutung. Ich hatte am 18. Juni 1902 von Tsingtau aus Gelegenheit, auf dieser Insel zum ersten Mal produktives Karbon nachzuweisen. Bei der außerordentlich günstigen Lage und der wohlbegründeten Aussicht auf Erfolg empfahl ich dringend, auf Steinkohle zu bohren. Durch Verordnung des Reichskanzlers vom 16. Mai 1903 wurde dem Fiskus das Recht, Mineralien aufzusuchen, vorbehalten. Innerhalb der verflossenen 2 Jahre ist meines Wissens nach nichts vom Staate geschehen, um einem eventuellen Abbau näher zu treten. Da unsere Kolonialverwaltung sonst dem Grundsatzes huldigt, nicht als Geschäftsunternehmer aufzutreten, so sollte sie doch auch in diesem Falle die Erschließung der Bodenschätze privater Erwerbstätigkeit freigeben. Es wäre aus nationalökonomischen Gründen schon deshalb ratsam, als dadurch ein willkommener Wettbewerb für den Kohlenhandel in Tsingtau geschaffen würde, der bisher nur in Händen einer einzigen Gesellschaft liegt.

Grundzüge der geographischen Verteilung von Festland und Meer während der verschiedenen geologischen Zeiten.¹⁾

Seit dem Mittelkambrium bis zum Untersilur bestand ein geschlossenes Weltmeer, das in Skandinavien begann und nach Osten über Asien nach Nord-Amerika sich erstreckte. Dieser Ozean umfasste fast den ganzen heutigen ostasiatischen Kontinent. Das sich im allgemeinen O—W erstreckende Meer bespülte im Norden einen Arktischen Kontinent. Im Süden wurde das Weltmeer durch einen Indoafrikanischen Kontinent begrenzt. Die Mitte dieses Meeres lag ungefähr auf dem 60. Breitengrade.

Zur Obersilurzeit vollzog sich eine gewaltige Meeresverschiebung. Das Meer floss aus dem mittleren Asien ab. China und Sibirien wurden zum größten Teil Festland. Infolge der obersilurischen Regression finden wir in China meist nur Ablagerungen des **Untersilur**. Die wenigen Obersilur-²⁾ Vorkommnisse treten nur in Korallenfacies auf, worin sich deutlich die Verflachung des Meeres kundgibt. Ein Fingerzeig für die allgemeine Regression am Ende des Untersilur besteht in den in Sibirien weit verbreiteten Gips- und Steinsalzablagerungen der untersilurischen Sandsteine. Auch in Schantung beobachtete ich in den untersilurischen Kalken eine Gesteinsausbildung, die offenkundig die Regression erkennen läßt. Es treten hier in den oberen Partien der Untersilurkalke cavernöse dolomitische Rauchwacken auf.

Dieser Obersilurischen Regression in Sibirien und China entspricht eine Transgression³⁾ des Meeres über den Kontinentalsockel des arktischen Kontinents im Norden.

Als Wirkung der obersilurischen Regression folgte zur Unterdevonzeit ein großes Festland in Asien. Nur im westlichen Asien blieb aus der Silurzeit das Altai-Uralische Becken bestehen, in dem sich fortdauernd kalkige Absätze bildeten. Gegen Norden stand das unterdevonische Meer im westlichen Asien sehr wahrscheinlich mit einem arktischen Meere in Verbindung. Gegen Osten hatte das unter-

¹⁾ Ich hatte zum besseren Verständnis folgender Ausführungen eine graphische Darstellung der Meeresverschiebungen auf dem asiatischen Kontinent während des Verlaufs der geologischen Zeiten ausgearbeitet und bereits drucken lassen. Ein solcher Versuch mußte bei unserer geringen Kenntnis der entlegenen asiatischen Gebiete gewagt erscheinen. Auf den wohlwollenden Rat eines erfahrenen Fachgenossen habe ich mich noch während des Druckes dieser Zeilen entschlossen, von einer Publikation der Bilderserie abzusehen. Daher mußte sich folgende Beschreibung auf den Text beschränken.

²⁾ Bei Tschautien in der Provinz Sz'tschwan.

³⁾ Transgression des Obersilur auf den Neusibirischen Inseln (vgl. FRECH).

devonische Meer nachweislich eine Grenze gegen den oben erwähnten asiatischen Kontinent. Zur Unterdevonzeit bestand kein Meer, das in äquatorialer Richtung den heutigen asiatischen Kontinent durchschnitten. Zur Zeit des Unterdevon haben wir ein Festland von Australien bis ins nördliche Sibirien. Diese Tatsache ist ein Fortschritt in unserer Erkenntnis. Gerade über diese Epoche finden wir bei FRECH¹⁾ und bei DE LAPPARENT²⁾ in den Ausführungen über die Verteilung von Festland und Meer eine auffällige Lücke. Das bis heute angehäuften Tatsachenmaterial weist entschieden auf einen unterdevonischen Kontinent in Asien hin. Die von FRECH angenommene unterdevonische Meeresverbindung zwischen dem Altai-Uralischen Becken und dem Pacifischen Ocean mitten durch das südliche Sibirien hindurch ist durch nichts begründet, denn bei Ajan am Ochotskischen Meere und bei Nertschinsk in Transbaikalien sind nur oberdevonische Sandsteine und kein marines Unterdevon gefunden worden.

Die Aufmerksamkeit möchte ich auf den NON-lichen Verlauf des Kontinents lenken. Die wirksame Kraftwelle, die den unter-silurischen Meeresgrund über Wasser hob, hat danach \pm sinische NO-Streichrichtung besessen.

Bemerkenswert ist der ungefähre zeitliche Zusammenhang der Meeresspiegelauswankung mit der intensiven caledonischen Gebirgsbildung in dem NW-lichen Europa. Es ist nicht unmöglich, daß diese silurische Regression sich als das schwache Ausklingen der intensiven Gebirgsbildung im NW-lichen Europa darstellt. Es scheint, als ob die geologischen Vorgänge auf unserer Erde trotz ihrer Unübersichtbarkeit und ungeachtet der großen Entfernung ihrer Wirksamkeit sich schließlich bei genauerem Zusehen als etwas zeitlich Zusammenhängendes zu erkennen geben.

Der asiatische Kontinent aus der Obersilur- und Unterdevonzeit wurde im mittleren bez. oberen Devon wieder vom Meer bedeckt. Es setzte hier die große mitteldevonische Transgression ein, auf deren Bedeutung FRECH in seiner Lethaea mit Nachdruck hinweist. Das Meer transgrediert vom Altai-Uralischen Becken aus O und vom Pacifischen Ocean aus W über den Kontinent.

Bei dieser Meeresüberflutung tauchten das Kuenlun-Gebirge, der Tien-shan, das ganze China, Japan, Korea und das südliche Sibirien wieder unter Wasser. Dieser Vorgang spiegelt sich in den Fossilfunden in eklatanter Weise wieder. Es ist das Verdienst von FRECH, diese Verhältnisse durch paläontologische Studien zuerst geklärt zu haben.

Den tektonischen Nachweis dieser devonischen Transgression

¹⁾ Lethaea geognostica, 1897 2. I.

²⁾ Traité de géologie 1900.

in Zentralasien brachte zuerst BOGDANOWITSCH. Es ist seine „Kuenluensche Transgression,“ deren östliche Fortsetzung ich jetzt in Schantung habe nachweisen können.

In Schantung lassen sich lithologische und paläontologische Beweise für eine jung-devonische Transgression erbringen. Bei Laiwu fand ich über silurischen Kalken ein Basalkonglomerat, das nach oben in die kohlenführende Sandsteine des Unterkarbon übergeht.

Dieses Konglomerat ist ein typisches Transgressionsprodukt! Südlich Kiautschou und südlich Tschoutschong findet sich dasselbe Basalkonglomerat auf Urgebirge. Wir haben es hier mit einer übergreifenden Transgression des Oberdevon zu tun.

Bei Poschan und an andern Orten sieht man an der Basis der devonisch-karbonischen Sandschiefer auf den überfluteten Unter-silurkalken Auswaschungsebenen¹⁾.

Das Profil bei Poschan liefert auch einige paläontologische Anhaltspunkte für das Alter dieser Transgression. Die reichen Fossilfunde von dieser Stelle haben nach FRECH das Alter der mittelkarbonischen Viséstufe ergeben. Zwischen diesem Fossilager und der transgredierte Unterlage liegt noch eine Schichtenserie von 60—100 m, die der geologischen Zeit zwischen dem Einsetzen der Transgression und dem Absatz der fossilführenden Schichten entspricht.

Die Devontransgression war in ihrer Ausdehnung so ziemlich bestimmend für die Verbreitung des Unterkarbonmeeres, d. h. soweit wie diese Transgression reicht, haben wir Unterkarbon. Der hervorstechendste Zug in dem Bilde der Meeresverteilung zur Unterkarbonzeit ist die Existenz eines mitten durch den asiatischen Kontinent gehenden breiten Meeres. Ganz Sibirien und China war gleichmäßig vom Meer bedeckt. Dieses Mittelmeer, oder die Thetys, wie SUESS es nennt, spielt vom Oberdevon an bis ins Eocän in der Verteilung von Festland und Meer auf dem sibirischen Kontinent eine bedeutende Rolle. Nur in der Lage der äquatorialen Mittellinie und in der N—S lichen Breite dieses Meeres vollzog sich nach und nach eine Verschiebung. In der Zeit zwischen Mittel- und Oberkarbon rückte das Mittelmeer in Asien bedeutend nach Süden und verschmälerte außerordentlich, sodaß zur Oberkarbonzeit die Thetys nur als schmaler Meeresarm durch das südliche China strich. Ein mittlere Linie des oberkarbonischen Meeresverlaufs würde etwa von Formosa über Sz'tschwan, Tibet, Turkestan bis zur

¹⁾ In einem besonderen Kapitel, das die Entwicklungsgeschichte von Schantung behandelt, werde ich auf diese Erscheinung zurückkommen.

Krim gehen. Hier teilt sich die Thetys in einen Arm, der durch das südliche Europa (Balkan etc.) geht und einen, der gegen Norden nach Nowaja Semlja abschwenkt.

Diese Veränderung in der Meeresverteilung zur Karbonzeit ist auf eine Niveauschwankung zurück zu führen, die in der Erdgeschichte größere Bedeutung hat. Entsprechend der mehr oder weniger universellen Verbreitung intensiverer Dislocationen der Erdkruste dürfen wir einen Zusammenhang dieser schwachen tektonischen Erscheinung in Ostasien mit einer intensiven Dislokation in einer andern Gegend erwarten. Die geologischen Tatsachen bestätigen diese Erwartung. Das zeitliche Gegenstück der Niveauschwankung in Ostasien bildet sehr wahrscheinlich die mittelkarbonische Gebirgsfaltung in Europa. Also auch zur Karbonzeit kommt der tektonische Zusammenhang von Europa und Asien zum Ausdruck. Bei diesen karbonischen Niveauschwankungen in Ostasien lassen sich natürlich neben Regressionen auch Transgressionen als Ausgleichsbewegungen nachweisen. Eustatische Bewegungen im Sinne von SUSS¹⁾ sind hier nicht nachweisbar.

In Schantung, Korea, in der Mandchurei, sowie im ganzen nordöstlichen China fanden während des Oberkarbon Hebung und Trockenlegung — also Regression des Meeres — statt. Das Meer floß nach Süden ab. Südlich von Schantung fand eine Vertiefung eines schon zur Unter-Karbonzeit bestehenden Meeres statt. Die Transgression, die der Regression in Schantung, Korea und in der Mandchurei entspricht, vollzog sich höchstwahrscheinlich in Hinter- und Vorderindien (Saltrange). Hier wurde ein großes Stück Festland zur Oberkarbonzeit von neuem unter Wasser gesetzt. — Die Folge dieser mittelkarbonischen Niveauschwankung bestand darin, daß sich der arktische Kontinent um 15 Breitengrade weiter nach Süden verschob. Diese nach Süden vorgeschobene nordchinesische Halbinsel des arktischen Kontinents drängte die Thetys um ein Bedeutendes weiter südlich.

Zur Permzeit hat sich in Ostasien in der Meeresbedeckung

¹⁾ SUSS deutet im 14. Abschnitt des II. Bandes (1888) seines Werkes „Antlitz der Erde“ sämtliche Strandverschiebungen als selbständige Bewegungen der Wasserhülle und bezeichnet sie als „eustatische Bewegungen“. Das Charakteristikum derselben besteht nach SUSS darin, daß sich dieselben an der Umrandung eines Meeres stets gleichsinnig äußern, d. h. man nimmt entweder nur Transgressionen oder nur Regressionen an der Meeresumrandung wahr.

Diesem widerspräche mit Recht der französische Geologe GROSSOUVRE (Comptes rendus de l'assoc. fr. pour l'avanc. d. sc. 1901). Er betont mit Nachdruck den grundsätzlichen zeitlichen Zusammenhang von Regression, Transgression und Gebirgsbildung. Dieser wichtige Hinweis findet eine vollkommene Bestätigung durch die Ergebnisse der geologischen Forschung in Ostasien.

nichts Wesentliches geändert. — Zur oberen Triaszeit sehen wir folgendes Bild. Die Thetys hat sich noch mehr verschmälert. Den Sibirisch-Nordchinesischen Kontinent sehen wir noch weiter nach Süden vorgeschoben. Der zur Oberkarbonzeit von der Krim nach Novaja Semlja hinautreichende Meeresarm ist verschwunden. Wir haben jetzt einen zusammenhängenden sibirisch-nordeuropäischen Kontinent, der im Norden von einem circumarktischen Meer begrenzt wird. Dieses Meer steht durch einen Arm, der etwa von den Neusibirischen Inseln zum Ochotskischen Meere reicht, mit dem pazifischen Meeresbecken in Verbindung. Die Lage der Thetys ist im Verlauf der nachfolgenden geologischen Zeiten in der Hauptsache unverändert geblieben. Sie hat sich zur Jurazeit noch mehr verschmälert und in Niederländisch-Indien etwas verschoben. Das Jurameer erstreckte sich höchstwahrscheinlich von Neuseeland über Neu-Guinea, die Molukken¹⁾, Borneo, nach Britisch-Vorderindien. Also auch im Jura haben wir denselben Meeresbogen, der schon zur Hauptsache seit dem Oberkarbon bestand. Wir können diese transasiatische Meeresbedeckung bis ins Eocän verfolgen. Dann tritt eine Unterbrechung der zusammenhängenden Meeresbedeckung ein. Die Meeresverteilung nähert sich dann allmählich mehr dem heutigen Zustande. Die gegenwärtigen Meeresumrisse sind annähernd jung-pliocän.

Geomorphologischer Teil.

v. RICHTHOFEN²⁾ hat in den letzten Jahren verschiedene Arbeiten über die Geomorphologie Ost-Asiens geschrieben, die in hohem Maße die Aufmerksamkeit der Geographen und Geologen erregten. Er hat zum erstenmal versucht, die merkwürdigen Bögen in der Morphologie Ost-Asiens einer systematischen Betrachtung zu unterziehen, und ihre Entstehung zu ergründen. Das Ergebnis seiner Untersuchungen führte ihn dazu, eine neue Kategorie von Gebirgsbögen aufzustellen. Er nennt den in Ost-Asien vertretenen Typus einen „Zerrungsbogen“.

Mit dem Worte „Zerrungsbogen“ hat v. RICHTHOFEN einen neuen Begriff in die dynamische Geologie eingeführt, dessen Be-

¹⁾ Die hoch interessanten Jurafunde in den Molukken von Prof. GEORG BÖHM in Freiburg i. Br. haben die große faunistische Übereinstimmung der Jurafossilien längs der ganzen Ausdehnung der Thetys zur Jurazeit ergeben, sodaß wir heute wohl nicht mehr an der Persistenz dieses Meeres zu zweifeln haben.

²⁾ „Über die Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens“. Sitz. Akad. d. Wissensch. Berlin 1900. „Geomorphologische Studien aus Ostasien“. Sitz.-Ber. Akad. d. Wissensch. Berlin 1901, 02, 03.

rechtigung mir nicht ganz sicher zu sein scheint. Er setzt zur Erklärung der Dislokationserscheinungen in Ostasien eine zerrende Kraft voraus, deren Existenz sich nicht zwingend aus dem tektonischen Tatsachenbestand ergibt. — Wir sehen einerseits Staffelbrüche, die auf eine Zerstücklung der zusammenhängenden Sedimentdecke in einzelne Schollen hinweisen, andererseits hat v. RICHTHOFEN festgestellt, daß die einzelnen Schollen von Inner-Asien bis nach Japan — von W nach O — treppenförmig abgesunken sind, was auf „Einbruch“ schließen läßt, dessen Mittelpunkt etwa im Gebiet des Pazifischen Ozeans liegen würde. Die Annahme **einer** einzigen zentripetal wirkenden Kraft würde genügen, um diese geologischen Tatsachen zu erklären. Besagte Voraussetzung fügt sich auch völlig in den Rahmen der Kontraktionstheorie, die bis heute noch immer von den meisten Geologen als die allein brauchbare angesehen wird.

Eine Zerrung allein würde überhaupt zum Verständnis der ostasiatischen Tektonik nicht ausreichen. Ich könnte mir schon vorstellen, daß zerrende Kräfte Brüche aufgerissen hätten. Die Senkungen aber würden sie nicht erklären. v. RICHTHOFEN mußte daher a u ß e r den Zerrkräften noch zentripe talwirkende Kräfte — S e n k u n g e n — annehmen. Lassen sich die geologischen Erscheinungen aber schon aus Senkungen allein begreifen, warum dann noch „zerrende Kräfte“ einführen, deren Existenz nicht mal einwandfrei erwiesen ist.

Deswegen können wir die Vorstellung „zerrender Kräfte“, um zu einer befriedigenden Erklärung der tektonischen Erscheinungen zu gelangen, vollständig entbehren.

Damit stehen wir auf dem Boden der Kontraktionstheorie, deren Wert bisher durch keine zutreffendere Theorie übertroffen worden ist. Es ist gerade im Hinblick auf diese Grundlage unsrer tektonischen Spekulationen der nachdrückliche Hinweis von höchster Wichtigkeit, daß der Begriff der Zerrung unbegründet ist.

Gerade die Anhänger der Theorie der Isostasie¹⁾ betonen besonders die Zerrbewegungen als Kompensation des Zusammenschubs innerhalb der Erdkruste.

Oben haben wir erkannt, daß „zerrende Kräfte“ zum Verständnis der geologischen Erscheinungen nicht ausreichen, und Senkungen nicht entbehrt werden können. Senkungen

¹⁾ Die Theorie leugnet bekanntlich eine Kontraktion der Erde. Alle Veränderungen der Kruste vollziehen sich ohne Verkürzung des Erdradius. Den Ausgangspunkt der Bewegung bildet die Störung des Gleichgewichts durch Abtragung der Gebirge und Anhäufung der Sedimente auf dem Meeresboden.

deuten aber unzweifelhaft auf Verkürzung des Erdradius hin, was einer Kontraktion des Erdkörpers gleichkommt. Es ergibt sich hieraus die Schlußfolgerung, daß die Kontraktionstheorie mit ihren zentripetalwirkenden Kräften — [Effekt: Senkungen] — und tangential wirkenden Kräften — [Effekt: Zusammenschub] — mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat als die Theorie der Isostasie.

Im Falle diese Überlegungen richtig sind, so muß der Begriff Zerrung für unsere tektonische Vorstellung aufgegeben werden, und der von v. RICHTHOFEN eingeführte Name „Zerrungsbogen“ für die ostasiatischen Gebirgsbögen verliert seine Giltigkeit.

Hinsichtlich der Entstehung der ostasiatischen Gebirgsbögen kann ich mich der Ansicht v. RICHTHOFENS nicht anschließen. Die einzelnen Teile der Gebirgsbögen sind nach ihm zeitlich verschieden entstanden. Erst durch Interferenz der verschiedenaltigen Gebirgssysteme entstanden jene v. RICHTHOFENSchen Zerrbögen, die jetzt als morphologische Einheiten vorliegen.

Hierin sah v. RICHTHOFEN den fundamentalen Unterschied vom alpinen Stauungsbogen. Dieser ist einheitlich durch einen Faltungsprozeß entstanden. Die Bogenform rührt hier von alten Gebirgen her, die sich den durch Faltung angeschobenen Gebirgsmassen stauend entgegenstellten.

v. RICHTHOFEN unterscheidet bei den Bögen einen meridional verlaufenden Teil, der vom innern Gebirgsbau unabhängig zu sein scheint, und einen äquatorialen, der sinische Streichrichtung zeigt. Das äquatoriale Bogenstück ist in seiner Anlage alt, das meridionale weit jünger. v. RICHTHOFEN nimm also zwei verschiedene Kräfte zur Erklärung der Gebirgsbögen an. Die eine Kraft zerzte aus SSO und besaß allgemein sinische Streichrichtung. Die andere zerzte vom Pazifischen Ozean — von O — her. Durch Verbindung dieser zu verschiedener Zeit gebildeten tektonischen Linien entstanden jene kettenartig miteinander verknüpften, wie aufgehängte Guirlanden aussehenden Bögen, deren konvexe Seite dem Pazifischen Ozean zugewandt liegt.

Gegen die Auffassung von v. RICHTHOFEN über die Entstehung der ostasiatischen Gebirgsbögen lassen sich sowohl vom stratigraphischen, als auch vom tektonischen Gesichtspunkt berechnigte Einwände erheben.

Wenn man sich vergegenwärtigt, welch' ungeheures Ausmaß diese Dislokationen besitzen, so wird man wohl mit Recht die Zeit ihrer Ausbildung als eine Phase intensivster Gebirgsbildung

ansehen dürfen. Derartig gewaltige Dislokationen gehen aber nicht vorüber, ohne unübersichtbare Spuren ihrer Wirksamkeit in den geologischen Profilen hinterlassen zu haben. Mächtige Breccienbildung müßte in den dislozierten Gebieten die nachfolgende Sedimentserie eingeleitet haben. Die geologischen Profile aber bieten keinen Beleg für die von RICHTHOFEN supponierten tektonischen Störungen.

Die stratigraphischen Erfahrungen in Ostasien belehren uns indessen, daß die Perioden starker Gebirgsbildung bedeutend seltener gewesen sind, als R. anzunehmen geneigt war. Die bisherigen geologischen Beobachtungen weisen entschieden darauf hin, daß seit der intensiven algonkischen Faltung, abgesehen von säkulären Hebungen und Senkungen, erst wieder zur Tertiärzeit gewaltige Störungen in der Erdkruste stattgefunden haben.

Es sprechen aber nicht nur die stratigraphischen Tatsachen gegen den v. RICHTHOFENSCHEN Erklärungsversuch der asiatischen Bögen, sondern auch Überlegungen tektonischer Art. Während R. zur Erklärung des äquatorialen Bogenstückes eine ONO streichende Kraft annimmt, so setzt er zum Verständnis der meridionalen Komponente eine besondere N—S streichende gebirgsbildende Kraft voraus. Der Verlauf dieses meridionalen Teiles ist nun aber außerordentlich wechselnd, wie uns ein Blick auf den Atlas zeigt. In Fakto kommen alle Übergänge der Streichrichtung von NW—SO¹⁾ über N—S bis zu NO—SW vor. Diese stark differierenden Streichrichtungen sind durch eine N—S streichende tektonische Kraft nicht gut erklärt.

Da Dislokationen ersten Ranges in ihrem Verlauf nicht lokal beschränkt bleiben, so müßten in der Geomorphologie Ostasiens N—S streichende tektonische Linien in erkennbarer Deutlichkeit hervortreten. Dem ist nicht so. Das Streichen der ostasiatischen Gebirge läßt keineswegs eine besondere N—S streichende Gebirgsbildung erkennen.

v. RICHTHOFEN betont nun, daß die Richtung dieser meridionalen Bogenstücke auffälliger Weise keine erkennbare Beziehung zum innern Bau der Erdkruste zeige. In dieser Behauptung liegt der wunde Punkt der v. RICHTHOFENSCHEN Auffassung. Dislokationen als Wirkung gebirgsbildender Kräfte bilden immer einen integrierenden Teil des inneren Baus und müssen stets Beziehungen zu diesem haben.

¹⁾ Die NW—SO Streichrichtung für den meridionalen Teil der Bögen finden wir in Schantung und Korea. Ich möchte schon jetzt besonders darauf hinweisen, daß die archaische Gebirgsbildung dasselbe NW—SO Streichen besitzt. Später werden wir sehen, daß diese archaische Streichrichtung eine hohe Bedeutung hat.

v. RICHTHOFFEN hat die tektonische Bedeutung der meridionalen Gebirgsstücke und ihr Verhältniß zum innern Bau nicht erkannt. Diese Lücke in dem Aufbau seiner Ideen mußte ihn unfehlbar zu einem falschen Endergebnis führen.

Die meridionale Komponente der Bögen steht trotz des unstätigen Verlaufs ihrer Streichrichtung, gerade so wie die äquatoriale in engster Beziehung zum innern Bau der Erdkruste.

Die Gebirgsbögen Ostasiens sind in all' ihren Teilen mehr oder weniger gleichzeitig am Ende des Tertiär durch eine einheitliche geodynamische Kraft gebildet. Die Bögen sind nicht, wie R. annimmt, das Endergebnis zeitlich verschiedener, doppelter Zerrung (aus S und O), sondern das Produkt einer einzigen, einheitlichen NO streichenden tektonischen Kraft. Die Bogenform entsteht erst durch Interferenz der geradlinig NO streichenden Kraftwelle der tertiären Gebirgsbildung mit der durch die frühere Gebirgsbildung vorgezeichneten Struktur der Erdkruste. Die Struktur der Erdrinde zur Tertiärzeit ist das Ergebnis ihrer langen geologischen Entwicklungsgeschichte. Deshalb muss ich soviel über den geologischen Entwicklungsgang Ostasiens vorausschicken, als zum Verständnis der Struktur dient, die bei der tertiären Gebirgsbildung fertig vorlag.

Am Schluß des archaischen Zeitalters fand nachweislich in Ostasien intensive Gebirgsbildung statt. Die tektonische Kraftwelle erzeugte durch Zusammenschub **NW—SO** streichende Syn- und Antiklinalen. Das Ergebnis dieser ersten Gebirgsbildung bestand in einer physikalischen Differenzierung der Erdkruste. Durch die Zusammenpressung der Schichten entstanden in der Erdkruste NW—SO streichende tektonische Linien, die zugleich Richtungen größter Cohäsion darstellten. Senkrecht zu der Streichrichtung der Antiklinalen war die Richtung geringster Cohäsion.

Am Ende des Algonkium fand die zweite intensive Gebirgsbildung statt. Diese bildete den Ausgangspunkt für die heutige Geomorphologie Ostasiens. In ihr liegt des Rätsels Lösung! Durch die erste archaische Faltung war, wie wir oben sahen, die physikalische Differenzierung der Erdkruste so orientiert, daß die Streichrichtung der Antiklinalen (NW—SO) Richtung des größten Widerstandes war. Die Kraftwelle der neu einsetzenden, algonkischen Gebirgsbildung hatte ein Streichen von NO—SW. Wir haben also hier zwei Kräfte, eine passive und eine aktive, die gegeneinander in Wirkung traten. So bald diese unter irgend einem Winkel, der nicht gerade 90° betrug, aufeinander stießen, so trat Interferenz nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte ein. Der Schluß-

effekt war Ablenkung der Streichrichtung. Würden beide Kräfte konstante Grösse gewesen sein, so wäre ein gerader Verlauf der tektonischen Linien die notwendige Folge. In der Wirklichkeit trat indessen dieser Fall nicht ein. Während die Kraftwelle der algonkischen Gebirgsbildung nahezu als Konstante angesehen werden kann, so ist die andere Kraft, die in dem passiven Widerstand der physikalisch differenzierten Erdkruste ihren Sitz hat, eine variable Grösse. Die verschiedene Stärke der Widerstandskraft liegt in dem Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit, in der verschiedenen Abtragung der Gebirge nach der archaischen Faltung etc., begründet. Erst dadurch, daß die eine der beiden wirkenden Kräfte in ihrem Wert eine variable ist, bringt die Interferenz jene bogenförmige tektonische Linie zu stande, die das Hauptelement in der ostasiatischen Geomorphologie bildet.

Zum Verständnis für die Entstehung der Gebirgsbögen brauchen wir also keine Zuflucht zu verschiedenen Prozessen der Gebirgsbildung zu nehmen, deren Existenz sich stratigraphisch und tektonisch als höchst unwahrscheinlich erweisen.

Am Schluß des Algonkium waren jene tektonischen Bögen in ihrer Anlage schon fertig, deren Entstehung den Geographen und Geologen bis auf den heutigen Tag ein Rätsel geblieben ist. Während v. RICHTHOFEN nach dem Algonkium noch zwei verschiedene tektonische Kräfte für seine Erklärung in Anspruch nimmt, deren Existenz fraglich ist, genügt für uns der Hinweis auf jene gewaltige tertiäre Gebirgsbildung, deren Spuren uns unverkennbar auf dem ganzen asiatischen Kontinent entgegen treten. Diese Gebirgsbildung, welche die sinische NO—SW Streichrichtung besaß, war allein ausreichend, um jene in Frage stehenden Bögen wieder hervorzuzaubern, die seit dem Algonkium unter einer mächtigen Decke von Sedimenten verborgen lagen.

Die Gebirgsbögen stehen demnach im engsten Zusammenhang mit dem innern Bau der Erdkruste. Der Mangel einer konstanten Streichrichtung der meridionalen Teile der Bögen findet am besten in obiger Auffassung auch seine annehmbarste Erklärung.¹⁾

Die genaue Altersbestimmung der Bogengebilde ist nicht auf direktem Wege möglich, da Sedimente aus der jüngsten geologischen Periode — besonders in China — nicht vertreten sind. Wir sind in diesem Fall auf Kombination angewiesen.

Bei der Altersfrage gehe ich von der Vorstellung aus, daß eine intensive Gebirgsbildung wie die tertiäre auf dem ganzen

¹⁾ Die Ursache liegt, wie wir oben sahen, darin, daß die eine der zur Interferenz kommenden Kräfte eine variable Grösse ist.

Erdball nachweisbar sein muß. Die Stärke dieser Dislokation mag regionalen Schwankungen unterlegen haben. In diesem Sinne glaube ich, daß auch ein genetischer Zusammenhang der letzten großen Dislokationen in Ostasien bestanden hat. In dieselbe Zeit der Entstehung fällt daher nach meiner Ansicht die Auffaltung des Himalaya, die Überschiebung des Thien-shan, wie die Zerstückelung Vorderindiens, ¹⁾ die Küstengliederung Ostasiens, die Lösung Japans vom Kontinent, die Individualisierung des malayischen Archipels und zuguterletzt auch die Staffelbrüche des nordöstlichen Chinas.

Was Wunder, daß bei der genetischen Verknüpfung der Gebirge von ganz Asien jene merkwürdigen Gebirgsbögen nicht auf Ostasien beschränkt bleiben, von wo sie uns v. RICHTHOFEN zuerst in zusammenhängender Weise beschrieben hat. In der Tat kennen wir solche Bögen von Afghanistan bis zu den Molukken und von der Tschuktschen-Halbinsel bis nach Sumatra. Überall sehen wir durch die tertiäre Gebirgsbildung jene in ihrer Anlage uralten Torsionsbögen wieder zum Vorschein kommen.

Da aber Ostasien keine Sondertektonik für sich in Anspruch nehmen kann, weil dieselben physikalischen Naturgesetze überall Gültigkeit gehabt haben, so mußte der v. RICHTHOSENSCHE Versuch, einen besondern ostasiatischen Gebirgstypus aufzustellen, von vornherein den Stempel der Unwahrscheinlichkeit tragen.

Ohne Widerspruch ergab sich aus dem geologischen Entwicklungsgang Chinas eine befriedigende Lösung für das geomorphologische Problem der Gebirgsbögen. Der Kernpunkt lag in dem einmaligen prinzipiellen Wechsel der Streichrichtung bei den verschiedenen Prozessen der Gebirgsbildung. Die **erste** nachweisbare Dislokation in der Erdgeschichte besaß die Streichrichtung NW—SO. **Sämtliche späteren** Gebirgsbildungen hatten die Streichrichtung NO—SW.

Durch den Nachweis der universellen Verbreitung der tertiären Gebirgsbildung bin ich geneigt, auch eine solche für andere Hauptdislokationen unserer Erde für möglich zu halten. Würde das für die archaische Gebirgsbildung in Schantung zutreffen, d. h. würde die archaische Gebirgsbildung mit ihrer charakteristischen NW—SO-Streichrichtung universelle Verbreitung gehabt haben, wie erwiesenermaßen die tertiäre, so hätte sich auch in Europa jener Streichrichtungswechsel vollzogen, der im Osten die Ursache für die charakteristischen Torsionsbögen bildet.

Verfolgt man auf dem Atlas die Verbreitung der Torsionsbögen, so erkennt man, daß sich dieselben von Asien ohne Unter-

¹⁾ Für die Entstehung der vorderindischen Brüche ist nach NOETLING die Wende von Tertiär und Quartär am wahrscheinlichsten.

brechung bis nach Europa erstrecken. In den Alpen, in den deutschen Mittelgebirgen, in den Mittelmeerländern, überall treten die gleichen Gebirgsbögen¹⁾ auf, für die bisher noch keine einwandsfreie Deutung gegeben worden ist. Daher glaube ich, daß auch in Europa die archaische Gebirgsbildung mit der charakteristischen NW — SO Streichrichtung stattgefunden hat.²⁾ Das Problem der Gebirgsbögen, die über die ganze Erde ihre Verbreitung finden, hätte darnach einheitlich nach einfachen Naturgesetzen seine Lösung gefunden.

Über die Morphologie der Bögen möchte ich mir noch einige Bemerkungen erlauben, deren wesentlicher Inhalt sich notwendigerweise aus dem ergibt, was ich über ihre Entstehung gesagt habe. Die Bemühungen v. RICHTHOFENS, eine Gesetzmäßigkeit für den Verlauf der Bögen festzustellen, konnte unmöglich ein befriedigendes Resultat liefern. Ich hatte oben zu zeigen gesucht, daß durch die Variabilität der einen Kraftkomponente bei dem Spannungsausgleich der tektonische Effekt ein stets wechselnder sein mußte. Da der jeweilige Wert der variablen Größe unberechenbar ist, so ist jede erkennbare Gesetzmäßigkeit für den Verlauf der Gebirgsbögen vollständig ausgeschlossen. Ein aufmerksames Studium der Lage der Bögen auf dem asiatischen Kontinent bestätigt dieses negative Ergebnis. Ein großer Teil der ostasiatischen Zerrbögen wendet seinen konvexen Rand gegen SO, wie es v. RICHTHOFEN als die Regel hingestellt hat. Im westlichen³⁾ Schantung haben wir dagegen einen Bogen, dessen konvexe Seite gegen NON gewendet ist. Am Schnittpunkt von $40\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite und 100° Länge östlich von Greenwich⁴⁾ spannt sich nördlich vom Richthofengebirge ein scharf ausgebildeter Gebirgsbogen, dessen konvexer Rand gegen S schaut. In Oberbirma⁵⁾ am rechten Ufer des Jarawadi haben wir vom Patkoi-Gebirge bis zum Arakan-yoma-Gebirge einen

¹⁾ Alle sind Torsionsbögen. Welchem besonderen tektonischen Typus — (ob durch Faltung oder durch Bruch entstanden) — sie angehören, ist von keiner prinzipiellen Bedeutung. Die Hauptursache ihrer Entstehung bleibt überall dieselbe.

²⁾ Die geologischen Aufnahmen des Schwarzwaldes zeigen deutlich, daß im Grundgebirge ein Nangsystem aufsetzt, das NW—SO streicht und allmählig bogenförmig in eine NO Streichrichtung übergeht. Also auch hier findet sich jene Bogenform in der inneren Struktur des Gebirges wieder.

³⁾ vgl. meine beigegebene geotektonische Übersichtskarte der Provinz Schantung.

⁴⁾ vgl. DEBES. neuer Handatlas, 1900, Blatt No. 44.

⁵⁾ Wenn wir uns auch hier im Gegensatz zu Schantung in einem Faltungsgebiet befinden, so ist doch die tektonische Bedeutung der Torsionsbögen dieselbe wie in Bruchgebieten.

Bogen, dessen konvexer Rand gegen W gekehrt ist. So ließ sich noch eine grosse Zahl von Beispielen anführen, bei denen die Bögen ihre konvexe Seite gegen die verschiedensten Himmelsrichtungen wenden. Wir erkennen daraus die Tatsache, daß die Lage der Torsionsbögen nicht gesetzmäßig die gleiche ist, wie es nach der Aufstellung v. RICHTHOFENS den Anschein haben könnte. Auf die Ursache des Wechsels in der Orientierung der Bögen habe ich bereits oben hingewiesen.

v. RICHTHOFEN hat in seinen geomorphologischen Studien über Ostasien vornehmlich zeigen wollen, daß der Gebirgsbogen, der in Ostasien auftritt, vom geogenetischen Gesichtspunkt aus etwas ganz anderes ist, als der alpine Gebirgsbogen in Europa. Er stellt den ostasiatischen Gebirgstypus dem alpinen als eine besondere Kategorie gegenüber. Der Versuch, die Natur zu schematisieren, muß entschieden als verfehlt bezeichnet werden. Die Alpen erweisen sich in ihrem inneren Bau so vielgestaltig, daß von einem besonderen Gebirgstypus, wie man sich ihn etwa vor 25 Jahren vorstellte, nicht die Rede sein kann. Ebenso unrichtig ist die Meinung, daß die ostasiatischen Gebirge¹⁾ alle nach einem Schema gebaut sind. Dagegen ist es nicht zu leugnen, daß regional sowohl in den Alpen wie in Ostasien besondere Gebirgstypen vorherrschen.

Wollte man aber Kategorien der verschiedenen Gebirge aufstellen, so sollte man ausschließlich die Art ihrer Entstehung in der Bezeichnung zum Ausdruck bringen und nicht Lokalbezeichnungen anwenden, da die verschiedenen Typen in ausschließlicher Reinheit nie große Verbreitung besitzen.

Anstatt der v. RICHTHOFENSchen Einteilung:

- a) Stauungsbögen oder Alpen-Typus und
- b) Zerrbögen oder Ostasiatischer Typus

sagen wir besser folgendermaßen:

Alle Bögen sind Torsionsbögen. Sie können durch verschiedene Entstehungsmodalitäten in ihrem Bau mannigfaltig gestaltet sein.

- a) Faltungsbögen (durch Zusammenschub ohne Einbrüche)
- b) Faltenüberschiebungsbögen (durch verstärkten Zusammenschub)
- c) Bruchbögen (durch Einbrüche)
- d) Bruchüberschiebungsbögen (durch Einbrüche und Zusammenschub).

¹⁾ Südlich des Tsinlingshan sehen wir in den vom Hauptstamm des Kuenluengebirges bogenförmig abgeschwenkten Gebirgsketten Bruchüberschiebungen, während sonst im nordöstlichen China einfache Bruchbildung vorherrscht.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die tektonischen Bögen in Europa in ihrer Entstehung zu erklären. Unsere hervorragendsten Geologen haben sich um die Lösung des Problems bemüht. Unter diesen ist an erster Stelle der verdienstvolle Harzgeologe LOSSEN zu nennen. Er¹⁾ erkannte im Harz zwei verschiedene Faltungssysteme²⁾, die sich kreuzen und durchdringen. Das niederländische streicht nach ihm NO—SW, das hercynische NW—SO. Durch Interferenz beider entstand jener bogenförmige Verlauf der tektonischen Linien, dessen Deutung sich LOSSEN angelegen sein ließ.

In der Annahme **zweier verschiedener** Systeme von geodynamischen Kräften zur Hervorbringung der Torsionsbögen stehen LOSSEN und RICHTHOFEN auf dem gleichen Boden. Der Unterschied in der Auffassung zwischen beiden besteht in der Annahme eines verschiedenen Alters für die Systeme. Die Altersdifferenz scheint nach LOSSEN sehr gering gewesen zu sein. Beide fallen noch in die Karbonzeit, damit kommt nach meiner Auffassung LOSSEN der Wahrheit näher als v. RICHTHOFEN. Letzterer nimmt bekanntlich große Altersunterschiede an. Das äquatorial streichende Verwerfungssystem in China soll uralt, das meridionale postkarbonisch bez. posttriassisch sein.

Den Kernpunkt des ganzen Problems hat nach meiner Ansicht LOSSEN nicht getroffen³⁾. Seiner Auffassung haftet ein Grad von Unwahrscheinlichkeit an. Nach ihm wurde zu Beginn der karbonischen Dislokationsperiode die Erdkruste durch die NW—SO streichende niederländische Faltungswelle zusammengepreßt. Noch z. Z. des Karbon sprang aus unbekanntem Gründen die Streichrichtung der faltenden Kraft aus der niederländischen in die NO—SW Richtung um. Aus der Interferenz dieser beiden

¹⁾ Über den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten in Eruptivgesteinen im Harz. Jahrb. kgl. Preuß. L.-A. Berlin. 1881.

²⁾ Dieselben Erscheinungen der Doppelfaltung beobachtete ich 1896—97 am Fläscherberg in Graubünden (im Grenzgebiet der West- und Ostalpen). LORENZ, Beitr. Geol. Karte der Schweiz. N. F. X. Lief. S. 48. Auch hier stellte sich dieses Phänomen als Effekt zweier, zeitlich wenig auseinanderliegenden Phasen einer Faltungsperiode dar. Die Ursache aller dieser Erscheinungen ist dieselbe. Der Unterschied zwischen denen des Harzes und der Alpen ist der, daß die Torsionen in den letzteren während des Tertiär, die des Harzes im Karbon gebildet wurden. Die tertiären Bögen oder Sygmoiden in den Alpen sind aber nichts anderes als eine Neuauflage der in der Tiefe vorhandenen karbonischen. Die Entstehung ergibt sich aus meiner Darlegung über die Bildung der Torsionsbögen in Ostasien.

³⁾ Hierin soll aber keineswegs eine Herabsetzung der geologischen Verdienste LOSSENS liegen. Die geologischen Verhältnisse des Harzes sind wenig geeignet, dieses geomorphologische Problem zu lösen.

Faltungen erklärt **LOSSEN** alle Torsionserscheinungen und die strahlenförmige Anordnung des Harzer Gangnetzes. Die Ursache der Interferenz und der damit verknüpften bogenförmigen Torsionen lag also für **LOSSEN** in einem prinzipiellen Streichrichtungswechsel einer faltenden Kraft innerhalb einer Dislokationsperiode.

Ich glaube nicht, daß die Streichrichtung der tektonischen Kräfte häufigerem Wechsel unterlag. Ein Wechsel hat nach meiner Ansicht nur einmal in der ganzen Erdgeschichte stattgefunden. Dieser vollzog sich am Ende des Algonkium.¹⁾

Der dauernde Wechsel in der Streichrichtung ist nach meinem Dafürhalten etwas so Tiefgreifendes, daß hierfür Ursachen angenommen werden müssen, die außerhalb unseres Planeten zu suchen sind. Diesem einmaligen Wechsel der Streichrichtung aller Dislokationsvorgänge auf unserer Erde liegt sehr wahrscheinlich eine Änderung der Beziehung unserer Erde zu den andern Planeten zugrunde. Man darf daher mit einiger Berechtigung annehmen, daß der kosmische Vorgang sich plötzlich und auf der ganzen Erde gleichzeitig vollzog. Deshalb muß seine Wirkung auf der ganzen Erde nachweisbar sein.

Unsere geologischen Erfahrungen sprechen nicht gegen diese Annahme. Wir erkannten in China an der Hand einwandfreier geologischer Beobachtungen, daß dieser bedeutungsvolle kosmische Vorgang des dauernden, prinzipiellen Streichrichtungswechsels sich am Ende des Algonkium vollzogen hatte. Als wichtige Folge daraus ergibt sich für uns die Tatsache, daß jede postalgonkische Dislokation eine theoretische Streichrichtung von NO — SW haben mußte. Es erhellt daraus ferner, daß zur Karbonzeit die Faltungswelle überhaupt nicht mehr die archaische Streichrichtung NW-SO — nach **LOSSEN** herzynische — gehabt haben konnte. Die Annahme zweier verschiedener karbonischer Faltungssysteme, die **LOSSEN** zur Erklärung der Harzer Torsionsbögen nötig hat, ist damit unhaltbar.

Die NW—SO und NO—SW streichenden tektonischen Linien des Harzes sind nicht das Produkt zweier zur Karbonzeit wirkender verschiedener Faltungssysteme, sondern sind zur Karbonzeit durch eine einheitlich NO — SW streichende, karbonische Faltungswelle geschaffen. Die herzynische (NW—SO) streichende Komponente der Torsionsbögen im Gebiete des Harzes ist die alte archaische (NW—SO) Streichrichtung,

¹⁾ Für Ostasien ist dies keine Vermutung, sondern eine nachprüfbare Tatsache!

die durch die NO streichende karbonische Faltungswelle lokal wieder zum Durchbruch kommt.

Nachdem wir festgestellt haben, daß in China mit dem Streichrichtungswechsel am Ende des Algonkium die algonkische Gebirgsbildung zuerst die Torsionsbögen hervorgebracht hat, die bei den nachfolgenden Dislokationsperioden nur in erneuter Auflage wieder hervortreten, so sollte man eigentlich erwarten, daß auch in Europa am Ende des Algonkium diese Bögen zuerst auftauchten. Dem ist aber nicht so.

Wäre die algonkische Gebirgsbildung auch in Europa in gleich intensiver Weise wirksam gewesen wie in Asien, so hätten wir auch hier die Torsionsbögen im Algonkium. — Es ist eine längst bekannte geologische Tatsache¹⁾, daß die einzelnen Dislokationen nicht überall auf dem Erdball gleichmäßig wirksam gewesen sind. Eine tektonische Störung im Algonkium ist bei uns nicht nachweisbar, weshalb wohl auch eine solche überhaupt nicht vorhanden gewesen ist. Daher konnten die Torsionsbögen um diese Zeit in Europa noch nicht in die Erscheinung treten. Erst die karbonische Gebirgsbildung hatte in Europa weite Verbreitung. Deswegen nehmen wir die Existenz der tektonischen Bögen erst in dieser Periode wahr.

Der Hinweis möge genügen, um darzutun, daß die Losse'sche Deutung der tektonischen Bögen im Harz nicht im Einklang steht mit den gleichen geologischen Erscheinungen in andern Gegenden, für die wir jetzt eine plausiblere und zutreffendere Erklärung gefunden zu haben glauben.

Suess²⁾, unser Altmeister der Geologie, hat sich diesem Problem auch zugewandt und folgende Deutung für die Entstehung der ostasiatischen Bögen gefunden. Die Gebirge des eurasiatischen Hochlandes treten nach ihm gegen O rutenförmig auseinander

¹⁾ Ich habe oben meine Meinung über die Gleichzeitigkeit größerer Dislokationsphasen für große Gebiete der Erdoberfläche ausgedrückt. Ebenfalls habe ich darauf hingewiesen, daß jeder größere Dislokationsvorgang nicht gleichmäßig die ganze Erdkruste ergriffen hat. Es teilt sich die Erdoberfläche in Gebiete, in denen die Gebirgsbildung sehr wirksam war, und in solche, in denen ein allmähliches Austönen der Kraftwelle nachweisbar ist. In diesem Sinne verhalten sich Ostasien und Europa als tektonische Gegensätze gleichzeitiger Dislokation. Während in Ostasien am Schluß des Algonkium eine intensive Gebirgsbildung stattfand, war in Europa eine Zeit der Ruhe. Umgekehrt setzte zur mittleren Karbonzeit in Europa eine gewaltige Gebirgsstörung ein, die sich in China nur als schwache Niveauschwankung zu erkennen gab. So erklärt es sich, daß die Torsionsbögen in Ostasien schon vor Beginn des Paläozoikum auftreten, während wir sie in Europa erst zur mittleren Karbonzeit entstehen sehen.

²⁾ Antlitz der Erde. 1888 S. 242.

und bilden ein Beispiel von Virgation in großem Maßstabe. Gegen den Ozean zu streben die divergierenden Gebirgssysteme wieder nach einem engeren Zusammenschluß. Durch dieses Umbiegen nach N entstehen jene meridionalen Bogenstücke, die so auffällig in der Orographie Ostasiens hervortreten. Diese Erklärung dürfte nicht ganz befriedigen, da sie auf den innern Gebirgsbau keine Rücksicht nimmt. Auch die Tatsachen sprechen gegen diese Auffassung. Die tektonischen Bögen treten nicht nur gegen den Ozean zu auf, sondern finden sich ebenfalls im Hochlande Innerasiens. Die SUESSsche Erklärung ist daher wenig geeignet, den bogenförmigen Verlauf der Gebirge unserm Verständnis näher zu bringen. Auch haben die Darlegungen von SUESS über diesen Punkt mehr die Form einer Beschreibung als die einer Erklärung.

Ich habe mich bemüht, den Standpunkt der schottischen Kollegin OGILVIE¹⁾ in diesen tektonischen Fragen zu erkennen. Ihre Auffassung ist im Grunde keine konsequente. Mit ihrem Hinweis, daß Torsionen die Folgeerscheinungen von Spannungen sind, steht sie in der Gefolgschaft von LOSSEN, BERTRAND, LAPWORTH und vielen anderen Geologen. Damit scheint mir dieses Phänomen noch nicht genügend erklärt. In ihrer Arbeit über „The crust basins of southern Europe“ 1899 sieht sie in z w e i Kräften die Ursache für die Torsionsbögen. Die e i n e Kraft liegt in der tertiären Dislokationswelle, die ganz Südeuropa durchzogen hat, während sie die a n d e r e durch die Gesteinsverschiedenheiten der Erdkrinde erklärt. Hierbei wird also n u r e i n Faltungssystem angenommen. Die andere Kraftbewegung ist eine komplexe Größe, die sich aus unzähligen Verschiebungen zusammensetzt, welche von der ungleichen Widerstandskraft der Gesteinsschichten bei dem tertiären Zusammenschub herrühren. Sie betont ausdrücklich, daß ältere Faltungen nur insofern eine Rolle spielen, als sie Grenzen von Faziesgebieten bildeten und damit Gesteinsunterschiede hervorgerufen haben.

In ihren andern²⁾ Arbeiten vertritt sie eine wesentlich andere Anschauung. An Stelle der einen Kraftkomponente, die aus der Gesteinsverschiedenheit hervorgegangen ist, nimmt sie eine O — W streichende mitteltriasische Faltung an. Aus Interferenz dieser mit der tertiären Gebirgsbildung (nach OGILVIE alpines Gebirgsstreichen: NNO—SSW!! ?) seien alle Torsionserscheinungen hervorgegangen. Die letzte Auffassung setzt

¹⁾ Vgl. STEINMANN'S Referat im N. Jahrb. f. Min. 1901, 2. S. 418.

²⁾ Ihre Erläuterungen über Schraubenbewegung bei dem Vorgang der Gebirgsbildung kommen für die Erklärung der tektonischen Bögen nicht in Betracht.

zwei Fallensysteme voraus, aus deren Interferenz die Torsionen sich erklären. Diese Deutung ist im Prinzip nicht unrichtig. Nur die Erkenntnis der richtigen Fallensysteme, die die Schuld an den Bögen tragen, ist nicht geglückt. Bei der universellen Verbreitung der Torsionsbögen ist es von vornherein falsch, rein lokal tektonische Erscheinungen, wie das O—W streichende, mittel-triassische Faltungssystem in Tirol, als Ursache anzusehen.

Ihre erste Auffassung, daß die Torsionsbögen sich bei der tertiären Gebirgsbildung aus Faziesunterschieden in der Gesteinszusammensetzung ergeben, ist in ihrer Art originell. Ich gebe zu, daß Faziesdifferenzen, wie sie in den Ostalpen vorliegen, unbedeutende Ablenkungen von der theoretischen Streichrichtung bewirkt haben mögen. Das universelle Phänomen der Torsionsbögen erklären sie nicht.

PAULCKE¹⁾ hat jüngst in einem Glaubensbekenntnis über alpinen Gebirgsbau dieselbe Ansicht verfochten.

Ogilvie und Paulcke haben hier eine Idee von Steinmann in einer Weise verallgemeinert, die sicher nicht von ihrem Urheber beabsichtigt war. Steinmann betonte zuerst, daß in Grenzgebieten der Ost- und Westalpen ein augenfälliger Zusammenhang zwischen Faziesgrenze und tektonischen Störungslinien bestünde. Er hatte dafür die große bogenförmige rhätische Überschiebung als Beleg angeführt. Dieselbe folge im Großen und Ganzen der Faziesgrenze zwischen West- und Ostalpen.

Ich glaube nicht, daß ein zwingender Grund vorliegt, in dem Grenzgebiete der Ost- und Westalpen einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Faziesgrenze und Dislokation anzunehmen. Der Fazieswechsel ist sekundärer Natur. Das Primäre und nach meiner Ansicht Ausschlaggebende ist der Verlauf eines alten karbonischen Festlands, das lange geologische Perioden hindurch als Festlandsbarre zwischen dem westalpinen und ostalpinen Meere aufragte. Der bogenförmige Verlauf des alten karbonischen Gebirges war bestimmend für die Lage der späteren tektonischen Linie. Die alten, karbonischen Torsionsbögen kamen bei der tertiären Gebirgsbildung wieder zum Vorschein. Daß die alten Gebirgsrümpfe z. T. als Inseln im mesozoischen Meere aufragten und stellenweise größere Meeresbecken gegeneinander abschlossen, ist sehr leicht zu begreifen. Auf die Weise erklärt sich sehr einfach die geologische Erfahrung, daß Faziesgrenzen und tektonische Dislokationslinien zusammenfallen.

Unrichtig wäre es nun, wie es Ogilvie und Paulcke tun,

¹⁾ Geologische Beobachtungen im Antirhätikon. Berichte Naturf.-Ges. Freiburg i. Br. 1904.

Ursache und Wirkung zu vertauschen und den Ausgangspunkt der alpinen Torsionsbögen jeweils in Faziesgrenzen und Faziesunterschieden zu suchen. Sie sind rein sekundärer Natur. Die wahre, primäre Ursache liegt in den karbonischen Torsionsbögen, die durch die letzte alpine Gebirgsbildung wieder zum Durchbruch kam. Fallen Faziesgrenze und tektonische Störungslinie zusammen, wie es STEINMANN¹⁾ für das Grenzgebiet der West- und Ostalpen dargetan hat, so ist das Primäre und Entscheidende der Verlauf des karbonischen Gebirges. Die Fazies- und Gesteinsunterschiede mögen für den Verlauf bestärkend, aber niemals bestimmend gewesen sein²⁾.

Die OGILVIE-PAULCKESche Ansicht, daß jede tektonische Linie in den Alpen, die in ihrem Streichen von dem allgemeinen alpinen abweicht, auf Faziesunterschiede zurückgeführt werden muß, wird durch die Geologie der Ostalpen keineswegs bestätigt.

FRECH³⁾ hat eine Erklärung für die Entstehung der tektonischen Bögen gegeben, die sich eng an die SUESSsche Auffassung dieser Bögen als Stauungsphänomen anschließt. Seine Deutungsweise knüpft an den großen Judicarien-Gailbruch in den südlichen Ostalpen an. Den bogenförmigen Verlauf erklärt er aus der Existenz eines karbonischen Gebirgskernes auf der Innenseite des Bogens. Die tertiäre Faltungswelle fand an einem alten starren Gebirgskern einen Widerstand und legte sich gleichsam ausbiegend in einem Bogen um diesen herum. Was hier von einem karbonischen Gebirgskern gesagt ist, gilt nach FRECH im allgemeinen als Ursache für die Gebirgsbögen überhaupt.

Sehr bemerkenswert sind die geomorphologischen Studien, die Professor Bunjiro Koto⁴⁾ in den Jahren 1900—1902 in Korea unternommen hat. Die von ihm entworfene tektonische Karte ist eine sehr wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse von den Gebirgen Ostasiens, soweit das Tatsachenmaterial reicht. Sein Versuch aber, ein System in die Gebirgszüge hinein zu bringen, muß als

¹⁾ Geologische Beobachtungen in den Alpen. Berichte Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 10.

²⁾ Die Existenz eines bogenförmigen karbonischen Gebirges im Grenzgebiete der West- und Ostalpen ist indirekt nachweisbar. Der Verlauf derselben ist an der Verbreitung von Brandungsbreccien zu erkennen, deren Komponenten sich aus dem Gesteinsmaterial des karbonischen Gebirges zusammensetzt. Ich erinnere an die berühmte jurassische Falknisbreccie, die sich fast bis zum Julier nachweisen läßt. Auf die Einzelheiten dieser hochinteressanten Verhältnisse kann ich mich hier nicht einlassen, da sie den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würden.

³⁾ Die Tribulaungruppe am Brenner. Richthofen-Festschrift 1898.

⁴⁾ An orographic sketch of Korea. Journ. of College of science, Tokyo 19. 1903.

mißglückt angesehen werden. Seine Karte ist eine wichtige Ergänzung der von mir entworfenen tektonischen Skizze von Schantung. Vergleicht man das tektonische Bild beider Halbinseln, so findet man vollkommene Übereinstimmung. In beiden Gebieten ist das Grundgebirge gefaltet und das Deckgebirge in Schollen verworfen. In vorpalaeozoischer Zeit haben wir hier wie dort intensive Faltungen und hernach nur Bruchbildung.¹⁾ Das Alter der meisten Brüche ist höchst wahrscheinlich sehr jung. (Koro nimmt ohne genügende geologische Begründung verschiedene Alter an.) Die Brüche sind z. T. sehr bedeutend; sie durchziehen die ganze palaeozoische Sedimentdecke und reichen weit bis in das Grundgebirge hinab. In Gebieten starker Abtragung treffen wir daher oft in Schollen zerlegtes Grundgebirge, dessen Entstehung relativ jung ist.

Was nun der Verlauf der Bruchlinie in Korea betrifft, so herrscht die gleiche Regellosigkeit wie in Schantung.

Koro hat versucht die Gebirgszüge Koreas, welche durchweg den Dislokationslinien parallel verlaufen, in verschiedene Systeme zu bringen. Als Einteilungsprinzip gelten für ihn das Alter und besonders der Verlauf der Gebirge. Unter diesen Gesichtspunkten unterscheidet er 1. ein sinisches System von praekambriischem Alter mit NNO—SSW Streichen, 2. ein Liautungssystem von ebenfalls hohem Alter (nicht genau von Koro präzisiert) mit WSW—ONO Streichen, 3. ein koreanisches System von post-triassischem Alter mit NNW—SSO Streichen, 4. ein Han-san System von sehr jungem Alter (jünger als das koreanische System, 5. ein System von Längsbrüchen (Streichen NNO—SSW, NNW—SSO und N—S) und Querbrüchen (Streichen W—O, WSN—ONO, WNW—OSO) unbestimmten Alter in der Landschaft Paleo-Myosyön und noch einige weitere Systeme.

Wie künstlich und für das genetische Verständnis der Gebirge wenig förderlich dieser Einteilungsversuch ist, lehrt ein Blick auf Koros tektonische Karte. Innerhalb der einzelnen Gebirgsgruppen herrscht ein solcher Streichrichtungswechsel der Gebirgsketten, der jeder Klassifizierung spottet. Greifen wir z. B. sein koreanisches Gebirgssystem heraus, das durch ein Generalstreichen von NNW—SSO ausgezeichnet ist. Im Süden Koreas biegen die Gebirgsketten dieses Systems aus der NNW Richtung in die NO Richtung um. Die westlichste Kette hat direkt sinische (NO—SW) Streichrichtung. Wo bleibt hier die Gesetzmäßigkeit?

¹⁾ Untergeordnet beobachtet man sowohl in Schantung als auch in Korea nach der Schollenbildung leichten Zusammenschub, der hier und dort kleine unbedeutende Falten erzeugt hat.

Ferner ist nicht einzusehen, weshalb die Längsbrüche von Paleo-cho-yo-syön, die im Norden Koreas NWN streichen und im mittleren Korea nach SW umbiegen, — also gerade so wie das koreanische System — zu einem besonderen System erhoben werden. Die Längsbrüche von Paleo-cho-yo-syön gehören eigentlich dem koreanischen System an. Sie konvergieren z. T. mit ihm. Dieses wäre doch kein hinreichender Grund, ein neues System aufzustellen. Die Syo-Paik-san-ketten im Süden Koreas konvergieren mit den Thai-Paik-san-ketten und werden dennoch dem koreanischen System zugerechnet. Und so ließen sich weitere schwache Punkte der Koroschen Gruppierung anführen.¹⁾

Ein Gefühl der Unbefriedigung wird jeden geologisch empfindenden Forscher beim Anblick der Koroschen Karte beschleichen. Man vermißt die ausreichende Begründung für seine Einteilung. Die Natur läßt sich nicht immer klassifizieren. Jeder Versuch nach der Richtung hin mußte schon von vornherein verfehlt sein. Koro hat nach meiner Ansicht den genetischen Zusammenhang in der Geomorphologie Koreas nicht erfaßt. Ich habe oben bei der Behandlung der Geomorphologie Schantung besonders hervorgehoben, daß gerade die Schemalosigkeit des Bruchnetzes die notwendige Folge der geologischen Entwicklungsgeschichte ist. Ich muß mir versagen, die Gründe für diese Gesetzmäßigkeit nochmals anzuführen.

Neben dem Verlauf der Dislokationen war das Alter derselben für die Gruppierung der Gebirgsketten maßgebend. Auch in diesem Punkt hat Koro gefehlt. Unbestritten ist die Tatsache daß das Grundgebirge am Schluß des Algonkium stark gefaltet worden ist. Die späteren Dislokationen bestehen nur aus Brüchen. Soweit pflichte ich Koro vollkommen bei. Dagegen weist Koro den verschiedenen Systemen ein verschiedenes Alter zu, wofür er keine hinreichende geologische Begründung gibt. Das koreanische System soll z. B. posttriasisch, das Han-San-System weit jünger sein.

In der geologischen Entwicklungsgeschichte von Schantung habe ich verschiedene Momente angeführt, die es wahrscheinlich machen, daß die meisten Brüche praeter propter jung-tertiär sind. Jedenfalls spricht nichts gegen die Gleichaltrigkeit der Brüche

¹⁾ Ich bin sicher, daß Koro heute seine Einteilung der Gebirge Koreas gern preisgeben wird. Im Winter 1903 hatte ich Gelegenheit, mich mit ihm persönlich über die geomorphologischen Probleme Ostasiens auszusprechen. Ich hatte die Genugtuung, daß mir jener ausgezeichnete Forscher in allem zustimmte.

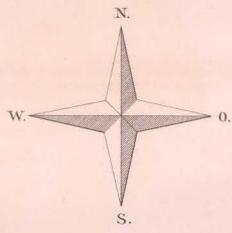
und damit aller verschiedenen Gebirgssysteme ¹⁾ in Korea, die Koro das bleibende Verdienst stets haben wird, topographisch aufgenommen zu haben.

¹⁾ Als berechnigte Ausnahme mag sein sinisches Faltengebirgssystem gelten, das in Form einiger weniger NO-streichender Gebirgsketten in Korea auftritt. Dieses System besitzt einen besonderen tektonischen Charakter. Es besteht aus Faltengebirgen, während die meisten Gebirgszüge dem Typus des Schollen- oder Bruchgebirges angehören. Ferner ist dieses System sicher algonkisch, während die übrigen Gebirgszüge Koreas jugendlichen Alters sind.

Routenaufnahme und geologische Kartenskizze aus Schantung

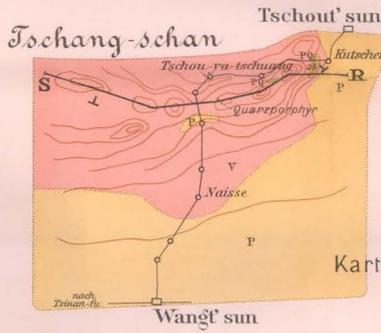
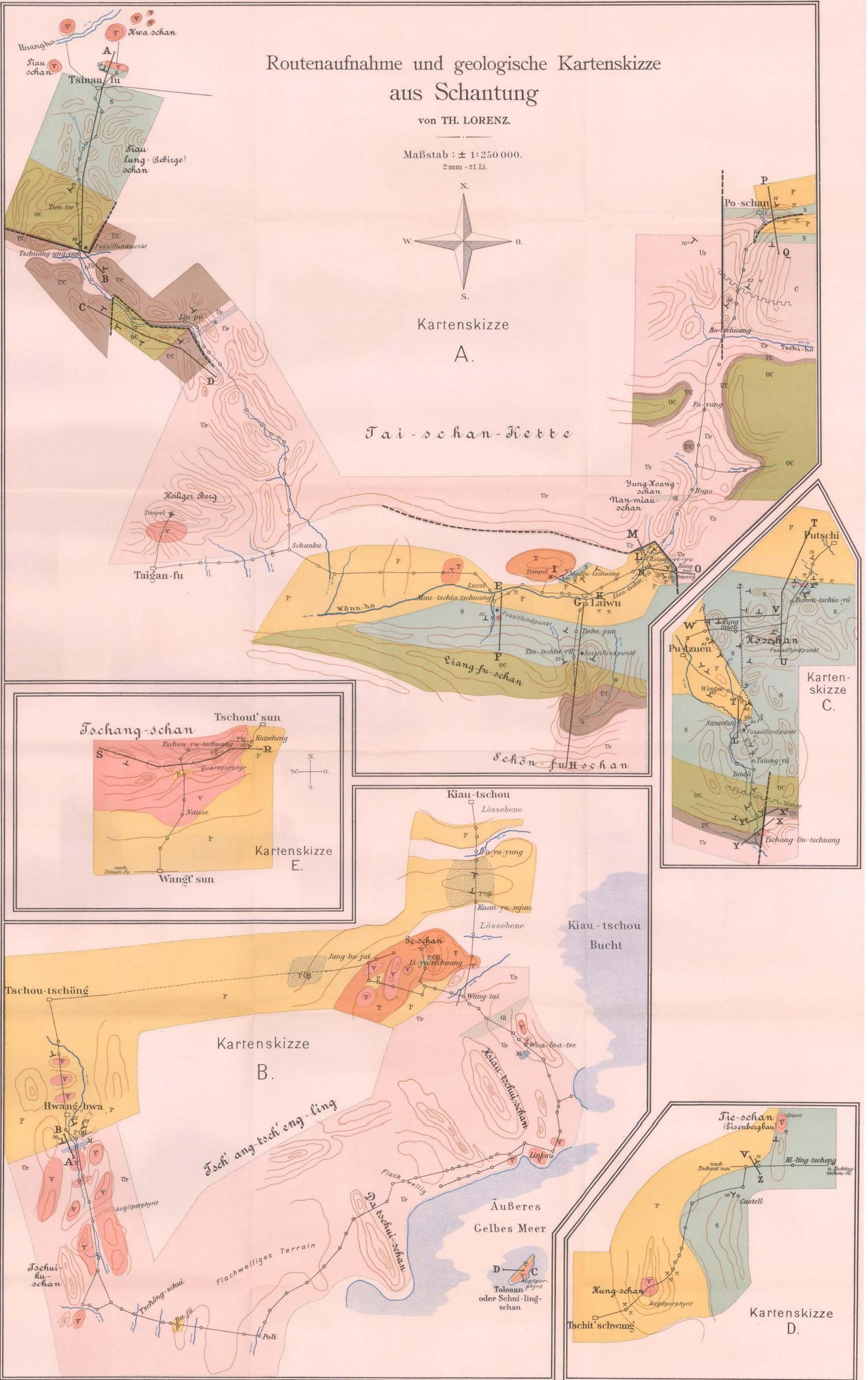
von TH. LORENZ.

Maßstab: ± 1:250 000.
2 mm = ± 1 Li.

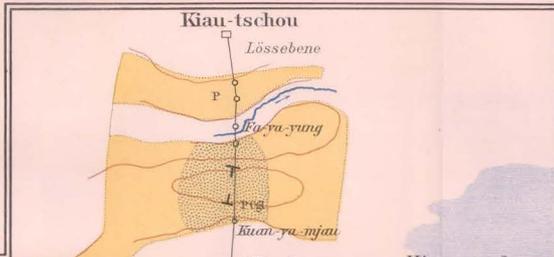


Kartenskizze A.

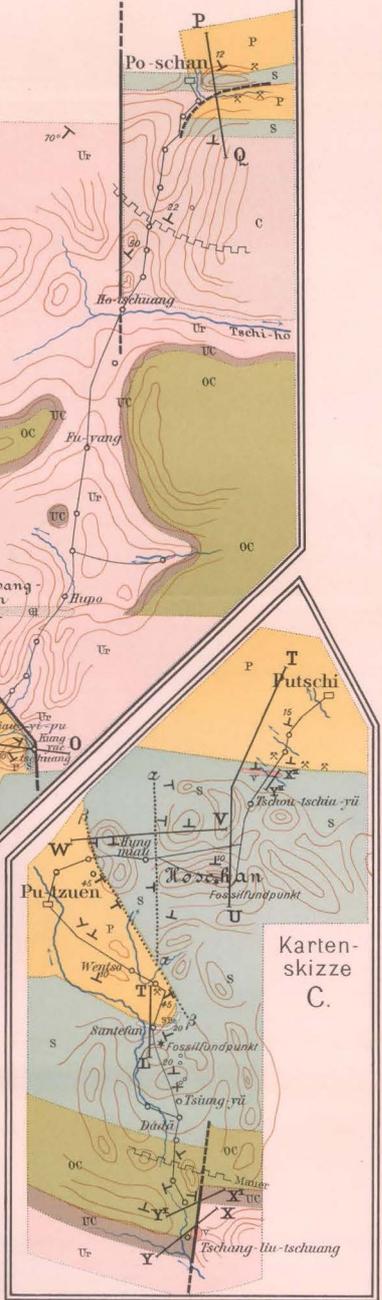
Tai-schan-Kette



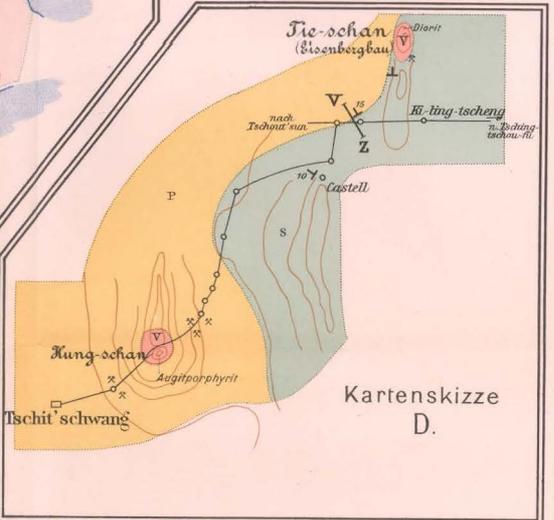
Kartenskizze E.



Kartenskizze B.



Kartenskizze C.



Kartenskizze D.

Lithographie u. Druck von GIESCKE & DEVRENT, Leipzig u. Berlin.

Erklärung der Farben und Zeichen.

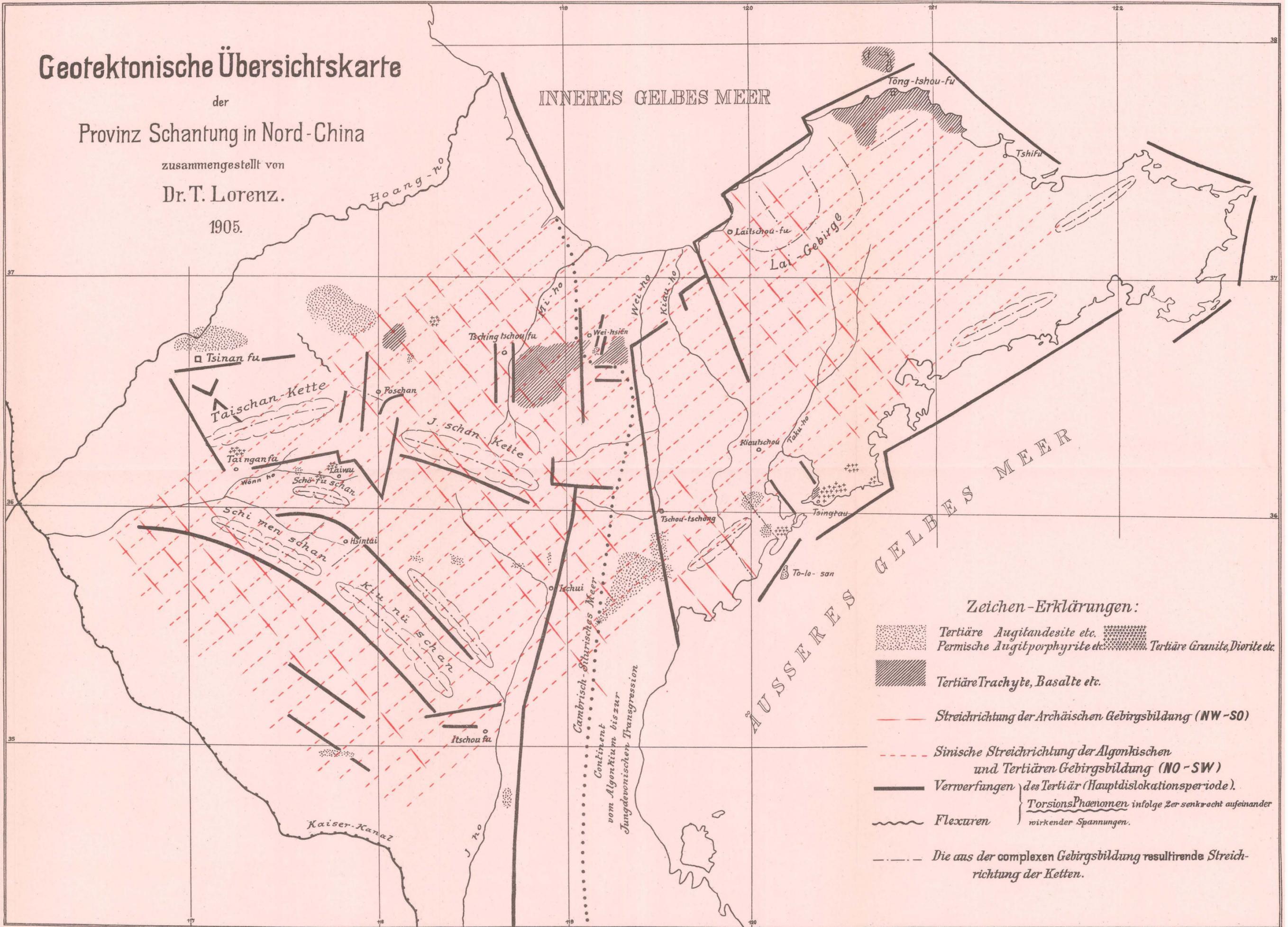
Ur	Algonkischer Granit bezw. Urgebirgs-Gneis	UC	Unter-Cambrium	S	Slur	P	Ober-Devon	V	Paläozoische und tertiäre vulkanische Gesteine
Am	Amphibolfels	OC	Mittel- und Ober-Cambrium	Sbe	Cavernöse Dolomitbrüche an der oberen Grenze des mittleren Slur	P	Carbon	T	Tuffe
Gl	Glimmerschiefer	C	Cambrium in allgemeinen	DO	Permo-Carbon-Quarzite (Contactmetamorphose)	P	Perm		
U	Uranzinn			peg	Basal-Conglomerat der oberdevonischen Transgression				

- - - - - Beobachtete und vermutete Verwerfungen
 Flecturen
 ○ Reiseroute des Autors (Die kleinen Kreise bedeuten Dörfer)
 T-L Profiltraces
 X Einfallen der Schichten
 * Fundpunkt von Fossilien
 x Bergbau

Geotektonische Übersichtskarte

der
Provinz Schantung in Nord-China

zusammengestellt von
Dr. T. Lorenz.
1905.

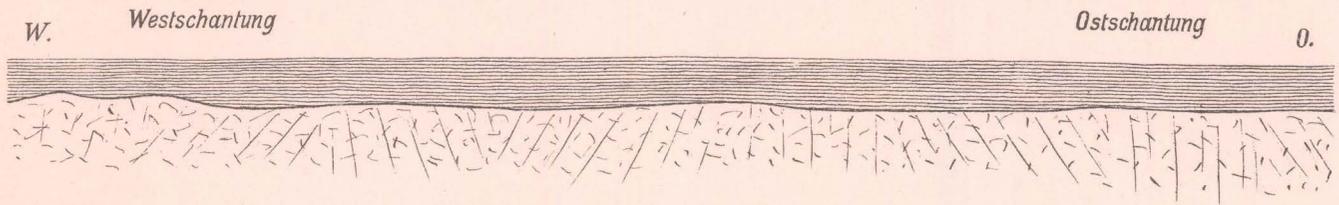


Zeichen-Erklärungen:

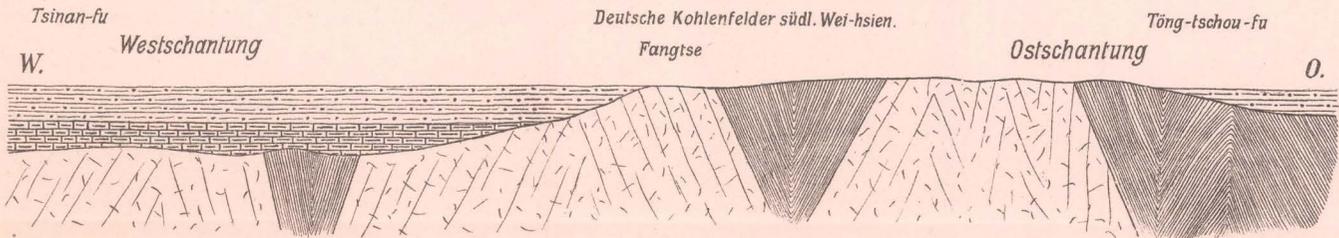
-  Tertiäre Augitanesite etc.
 -  Permische Augitporphyrite etc.
 -  Tertiäre Granite, Diorite etc.
 -  Tertiäre Trachyte, Basalte etc.
 -  Streichrichtung der Archaischen Gebirgsbildung (NW-SO)
 -  Sinische Streichrichtung der Algonkischen und Tertiären Gebirgsbildung (NO-SW)
 -  Verwerfungen des Tertiär (Hauptdislokationsperiode).
 -  Flexuren
 -  Die aus der complexen Gebirgsbildung resultierende Streichrichtung der Ketten.
- Torsionsphänomen infolge der senkrecht aufeinander wirkender Spannungen.*

Schematische Darstellung der geologischen Entwicklungsgeschichte von Schantung in Nord-China.

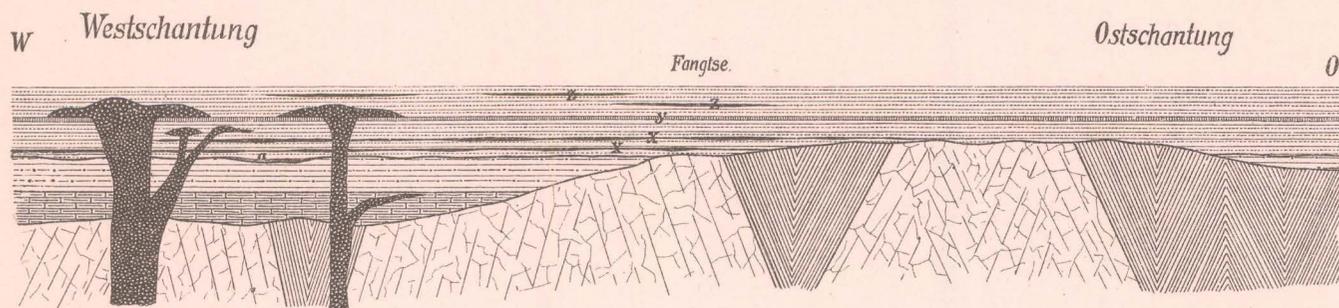
I 1.) Nach der archaischen Faltung mit NW-SO Streichrichtung Abtragung der archaischen Gebirge und 2.) Transgression des algonkischen Meeres.



II 1.) Algonkische Faltung mit SW-NO Streichen. 2.) Tiefgreifende Abtragung der algonkischen Gebirge. 3.) Fortschreitende Transgression des sinischen Meeres. (Cambrium, Silur.)

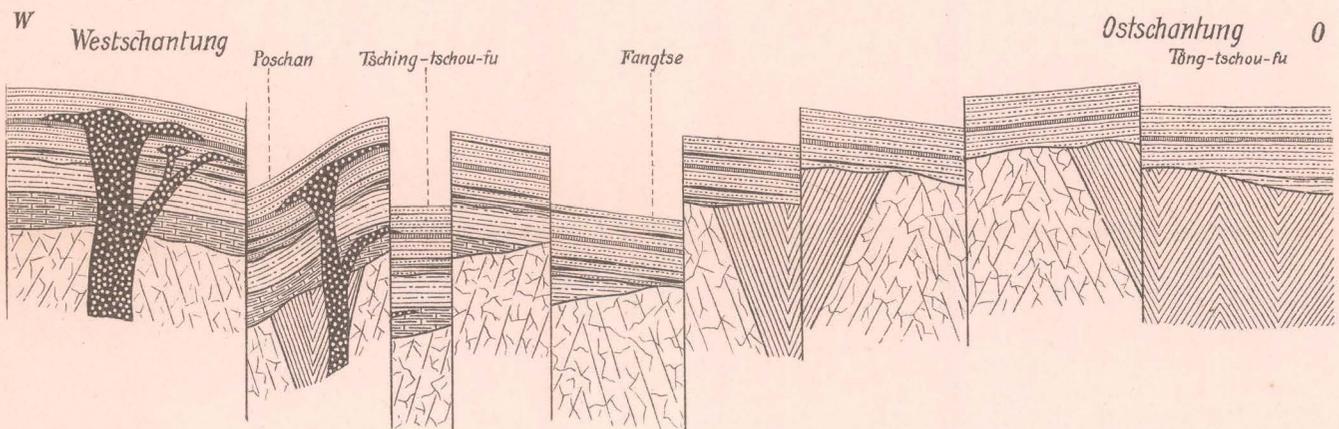


III 1.) Langsame Hebung Schantungs zur mittleren Silurzeit. Regression des Meeres u. Festlandsbildung. 2.) Fortschreitende Transgression zur Zeit des mittleren oder oberen Devon über Unter-Silurkalk und Urgebirge. 3.) Beginn einer Regression zur mittleren Carbonzeit. 4.) Eruptionsphase während des Perm. [Kohlenbildung während des Palaeo- und Mesozoikum.]



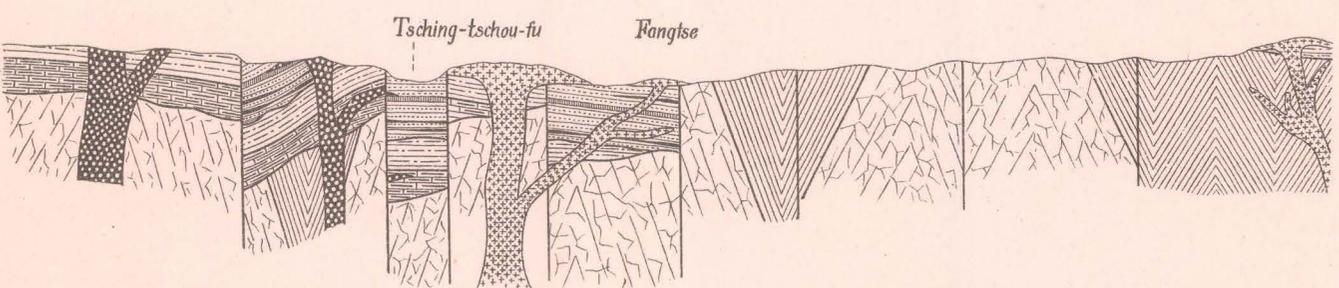
a Töpferthon (Auslaugungsprodukt d. jungdevonischen Transgression) x Carbonische Kohlenflötze. y Permische Tuffe. z Mesozoische Kohlenflötze.

IV Dislokation zur Tertiärzeit.

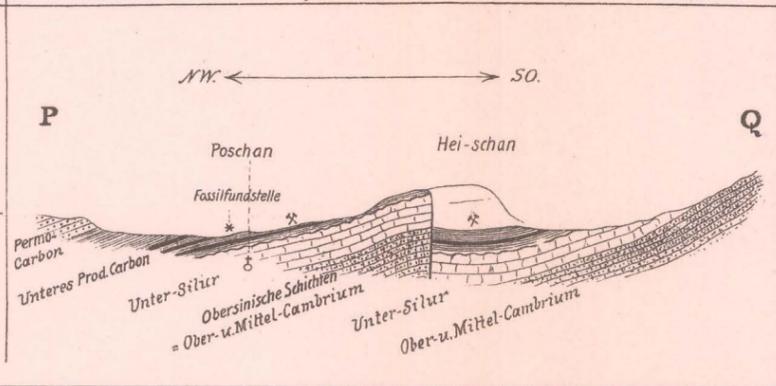
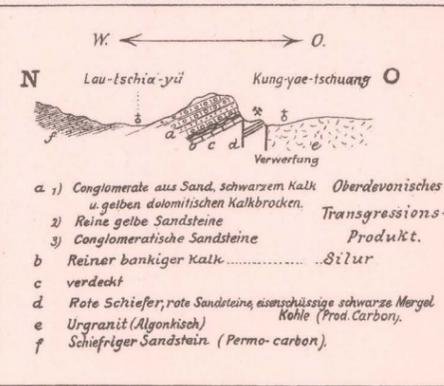
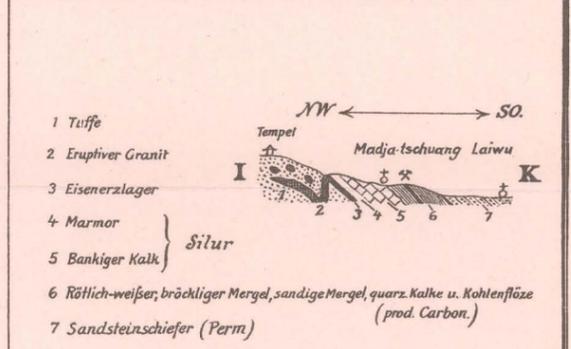
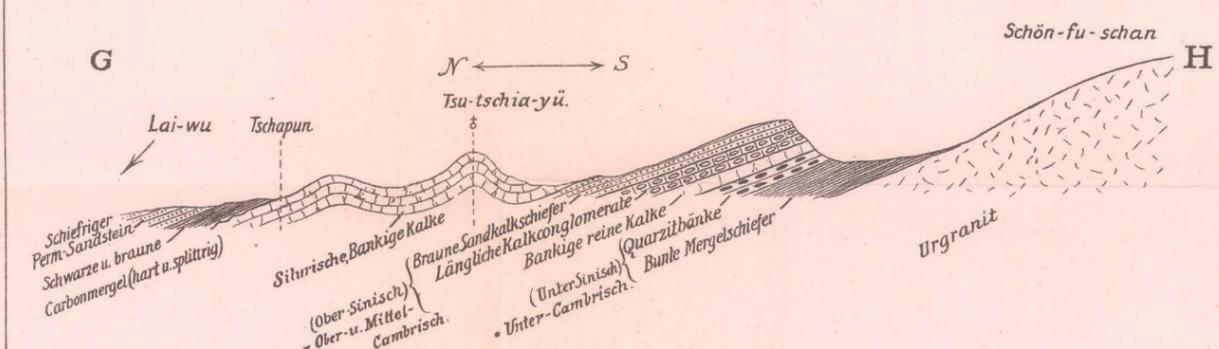
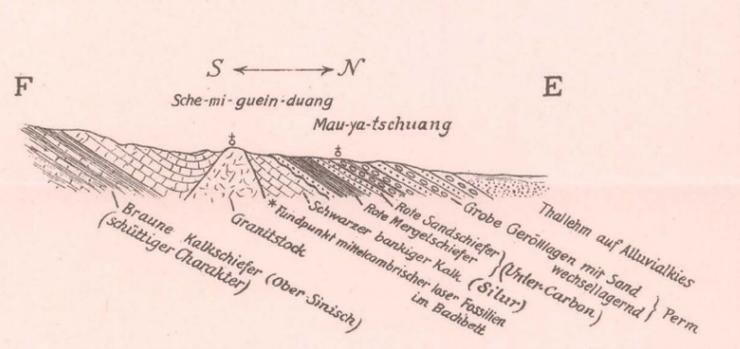
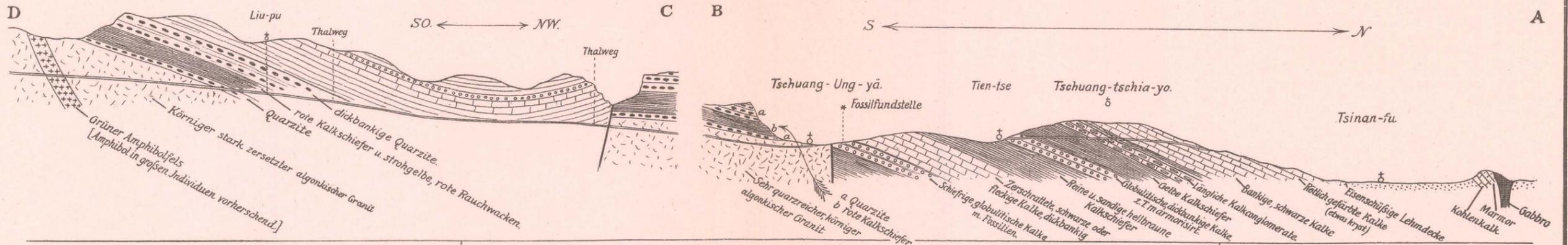


Abtragung bis auf's heutige Oberflächenrelief.

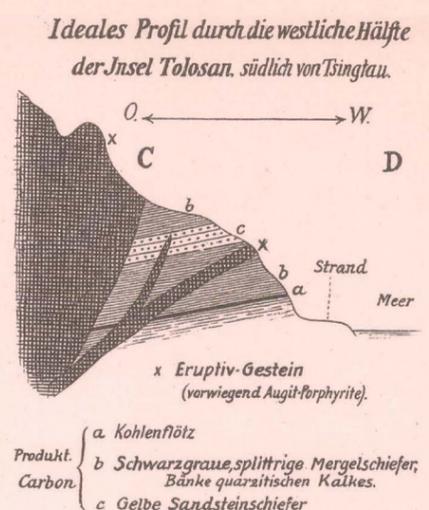
V Eruption vulkanischer Gesteine (Basalt, Trachyt) zur Tertiär- u. Quartärzeit.



Profile zu Kartenskizze A



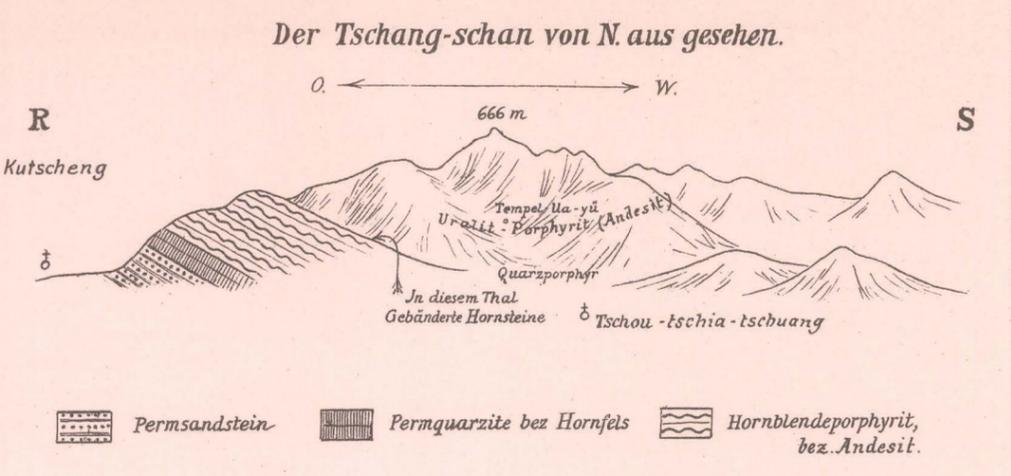
Profile zu Kartenskizze B



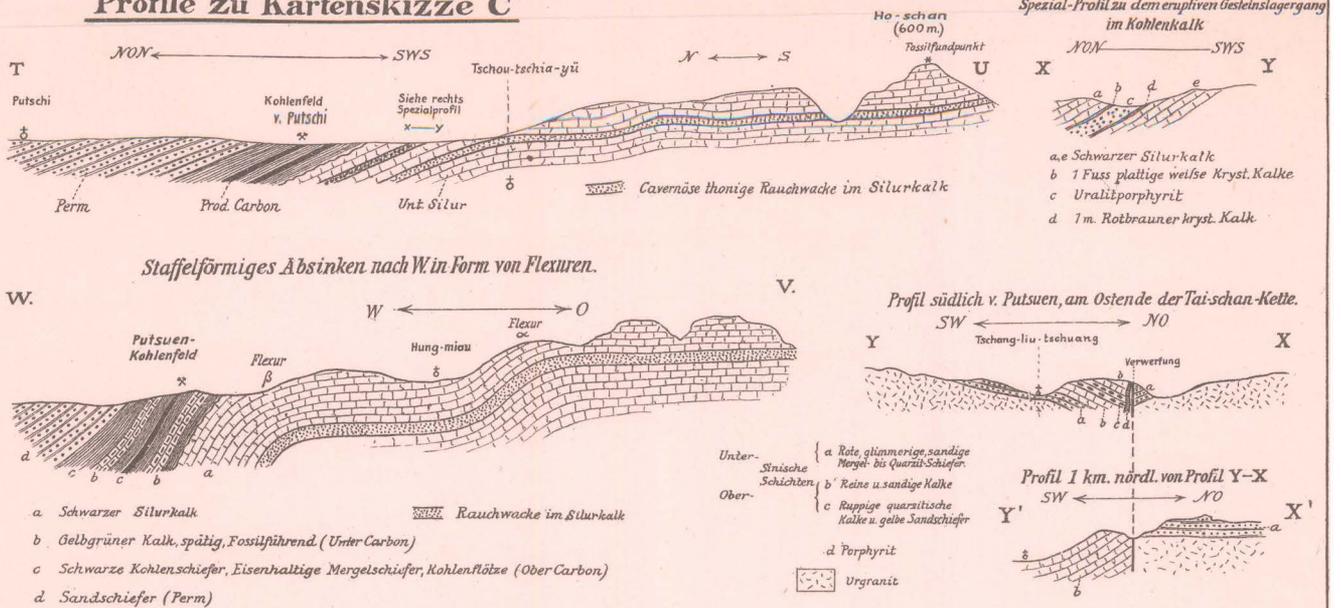
Profil zu Kartenskizze D



Profilansicht zu Kartenskizze E

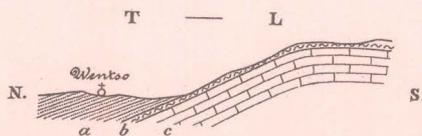


Profile zu Kartenskizze C



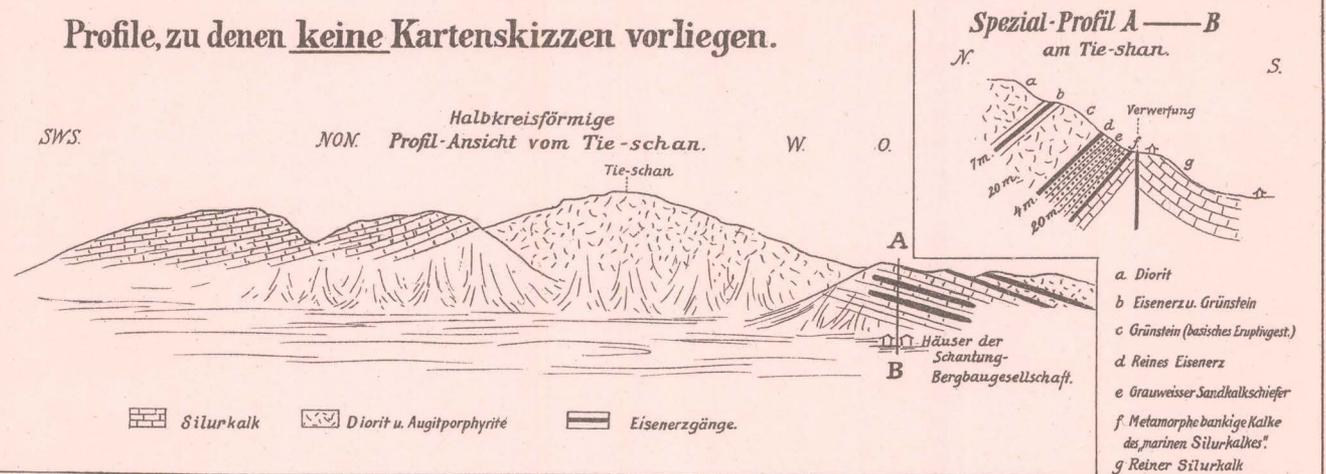
Ergänzung zu Kartenskizze C.

Profil durch die Kontaktstelle von Carbon- und Untersilurkalk südlich Wentso.



- a Unter-carbon-Sandschiefer und bunte Mergel.
- b Cavernöse Dolomitbreccie (3 m. mächtig).
- c Reiner schwarzer Untersilurkalk mit *Plectambonites sericea*, *Sowerby*.

Profile, zu denen keine Kartenskizzen vorliegen.



Idealprofil durch die Kohlenfelder nördl. u. südl. von Masz.

