

Geomorphologische Studien aus Ostasien.

III. Die morphologische Stellung von Formosa und den Riukiu-Inseln.

VON FERDINAND VON RICHTHOFEN.

Hierzu Tafel III.

Aus den in zwei früheren Abhandlungen¹ niedergelegten Untersuchungen durfte der Schluss gezogen werden, dass sowohl die aneinandergereihten bogenförmigen Landstaffelränder, welche das asiatische Festland an seiner Ostseite, von der Tschuktschen-Halbinsel bis nach Tongking, im Innern durchziehen, als auch die augenfälligeren, ebenfalls aneinandergereihten Bogenlinien der ostasiatischen Festlandsküsten, von der Gischiga-Bai bis zum Delta des Mekong, den Bogengebilden der jüngeren Faltengebirge zwar äusserlich ähnlich sind, aber tektonisch nicht entsprechen. Denn es liessen sich mit der Bogenform genetisch verbundene, nach aussen gerichtete Faltungen und Überschiebungen nicht erkennen. Vielmehr treten, ganz entgegengesetzt den Anzeichen eines Zusammendrängens auf engeren Raum, Erscheinungen auf, welche auf das Wirken zerrender Kräfte und das Auftreten disjunctiver Bewegungen innerhalb jener Bogengebilde Ostasiens schliessen lassen. Unter Hinweisung auf die Thatsache, dass die letzteren ausnahmslos ihre convexe Seite dem Meer zukehren, wurde gezeigt, dass bei jedem der binnenländischen Bogen eine meridionale, von der inneren Structur des umschlossenen Erdrindentheils in ihrer Richtung und Gestalt unabhängige Componente sich mit einer äquatorialen, mehr dem inneren Gefüge angepassten, in einem Bogen von meist kurzem Radius verbindet, während bei den Küstenbogen zwar dieselben zwei Richtungen zu erkennen sind, die Grenzlinien sich aber vielmehr zu Kreisbogen von grossem Radius zusammenfügen; und ferner, dass sämtliche Bogen die Randgebilde von Schollen darstellen, gegen

¹ VON RICHTHOFEN, Über Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ostasiens, diese Sitzungsberichte 1900, S. 888 — 925; und: Geomorphologische Studien aus Ostasien, II. Gestalt und Gliederung der ostasiatischen Küstenbogen, ebenda 1901, S. 782 — 808.

welche, in jedem einzelnen Fall, der meerwärts gelegene Erdrindentheil um einige Kilometer herabgesenkt ist.

Es wurde des Weiteren gezeigt, dass jeder einzelne Bogen, ob binnenständig oder küstenständig, ein individuelles Gepräge trägt, welches theils in dem inneren Bau der von ihm nach aussen abgegrenzten Landstaffel beruht, theils in dem Vorhandensein oder Fehlen einer breiten wulstartigen Aufbiegung in der Staffelrandzone, theils in der Art, wie sich die Absenkung der nach Osten und Süden angrenzenden Erdräume durch tektonische Vorgänge innerhalb dieser Zone selbst und an deren Aussenrand vollzieht. Diese Verschiedenheit spricht sich besonders in der meridionalen Componente aus, insofern sie bald Tafelland begrenzt, bald ein in alter Zeit in den Streichrichtungen WSW—ONO bis SW—NO regional gefaltetes Gebiet quer durchschneidet, bald einem mächtigen Gebirge, wie dem Tsin-ling-schan, durch Versenkung seiner östlichen Fortsetzung ein plötzliches Ende bereitet. Aber auch in den mit der äquatorialen Componente verbundenen Erscheinungen boten sich Unterschiede, insofern die vielfach wiederholten, oft weit in das Hinterland hinein fortsetzenden, von Ausbrüchen von Massengesteinen häufig begleiteten Zerrungsbrüche, welche diesen Theil der binnenländischen Staffelbogen im Norden der Linie des Tsin-ling besonders charakterisiren, im Süden derselben, zugleich mit jeglichen Anzeichen jugendlicher Eruptivgesteine, fehlen. Auch bei den nördlichen Küstenbogen, dem tungusischen und dem koreanischen, sind die in dem Herausbrechen und Versenken grosser Theile sich äussernden Zerzeissungsvorgänge, welche mehr der äquatorialen Componente angehören, bemerkenswerth; im Süden jener Linie sind sie in geringerem Grad wahrzunehmen.

Diesen beiden Systemen binnenständiger und küstenständiger Bogengebilde des Festlandes schliessen sich seewärts die durch ihre schön geschwungenen Formen und ihre Umspülung durch den Ocean noch weit auffälligeren Inselbogen an, welche sich von den Aleuten bis dicht an Formosa ohne Unterbrechung aneinanderreihen und, indem sie die relativ seichten Randmeere der Innenseite von sehr tiefen Meeresgründen an der Aussenseite trennen, längst als der eigentliche Continentalrand Asiens, im Unterschied vom Festlandsrand, erkannt worden sind. Sie endigen mit dem Riukiu-Inselbogen im Angesicht von Formosa, welches ihnen scheinbar fremdartig gegenüber steht.

Eine andere, weit mehr zusammengesetzte Reihe insularer Bogengebilde beginnt südsüdöstlich von Formosa und umfasst ganz Indonesien. In breiter Anlage umzieht sie den südöstlichen Theil des asiatischen Festlandes, um ihr insulares Ende erst in der Bai von Bengalen, in der Fortsetzung der Linie der Nikobaren und Andamanen, zu erreichen

und, wie SUSS vor Jahren gezeigt hat, hier wieder in den festländischen Bau einzugreifen, in dem sie noch weithin ihre Fortsetzung findet. Einige Züge in der Anordnung der einzelnen Bogengebilde liegen bei einem Blick auf die Landkarte klar vor Augen, andere, wie der die Banda-See im Osten umfassende Doppelbogen, sind erst durch die fortschreitende Forschung allmählich mit Sicherheit erschlossen worden; noch andere verbergen ihren Charakter so weit, dass sie verschiedenartigen Combinationen Raum geben oder sich der Erklärung noch gänzlich entziehen. Eine zusammenfassende Darstellung dieser Bogenlinien hat Koto auf einer Karte niederzulegen unternommen.¹ Eine eingehendere, auf dem Studium der gesammten vorhandenen Litteratur beruhende Übersicht derselben hat SUSS gegeben und in einer Kartenskizze anschaulich gemacht.² Charakteristisch ist das virgationsartige Auseinandergehen verschiedener Linien vom nördlichen Luzon aus nach Süden und die Thatsache, dass alle Bogenlinien, ganz wie diejenigen im Norden von Formosa bis Alaska, ihre concave Seite dem asiatischen Continent zuwenden. Die angegebene Anordnung ist jedoch im nördlichen Luzon nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen, und sie fehlt wenn man von dessen Nordküste weiter nordwärts geht. Dort ziehen zwei benachbarte geradlinige Reihen von Inseln, eine längere östliche und eine kürzere westliche, meridional nach Norden; aber sie stellen eine Verbindung mit der 375 km entfernten Südspitze von Formosa nicht her. Diese liegt im Cap Garampi, in 120° 50' O. Die östliche Inselreihe dagegen, welche die Babuyan- und Batan-Inselgruppen umfasst, folgt genau dem Meridian 121° 55', und die parallel gerichtete Linie der anderen liegt mit den Inseln Fuga und Calayan 50 km westlich; ihre nördliche Verlängerung trifft auf Gadd-Reef und Botel Tobago, 62 km östlich vom nächsten Punkt der Küste von Formosa. Man ist versucht, sie bis zur Insel Samasana zu verlängern.

Formosa nimmt daher eine unabhängige und eigenthümliche Stellung ein. Es passt nicht in das einfache System der schön geschwungenen nördlichen Bogenlinien hinein, wenn es auch vom Riukiu-Bogen in die Flanke getroffen wird, und ein ersichtlicher Anschluss an das südliche Bogensystem ist überhaupt nicht zu bemerken. Die Insel erscheint wie ein neutrales Zwischenglied zwischen beiden Bogensystemen.

¹ B. KOTŌ, On the geologic structure of the Malayan Archipelago; Journ. of Coll. of Science, Imp. Univ. of Tokyo, vol. XI pt. II, Tokyo 1899, p. 83—120, mit Karte in 1 : 1250000.

² SUSS, Antlitz der Erde, III, Abth. 1, 1901, S. 293—332; und Karte auf Taf. XI. — Bemerkungen über den Malayischen Bogen finden sich in Bd. I, 1885, S. 585—588, ausführlichere Erörterungen in Bd. II, 1888, S. 206—217. Ein Vergleich der jüngsten mit der in Bd. I gegebenen Behandlung zeigt den ausserordentlichen Fortschritt des Einblicks in die Structurlinien dieses Gebietes.

Diese anscheinende Sonderstellung hat ihren bezeichnendsten Ausdruck in der aus den Untersuchungen der letzten Zeit hervorgegangenen Ansicht gefunden, dass die Gebirge von Formosa einen nach Osten concaven Bogen bilden.¹ Da diese Gestalt eine Anomalie in der Anlage aller morphologischen Linien Ostasiens bilden würde, erscheint es gerechtfertigt, die Grundlagen, auf welche die Ansicht sich stützt, zu prüfen und die Stellung der Insel überhaupt, soweit die Beobachtungen es gestatten, einer Untersuchung zu unterziehen. Die Aufgabe kann vollständig nur gelöst werden, wenn auch die benachbarten über die Meeresfläche aufragenden Landgebilde in die Betrachtung einbezogen werden. Leider ist dies betreffs der Insel Luzon nicht ausführbar, da die Lückenhaftigkeit der Beobachtungen einen Einblick in ihren Bau nicht gestattet.² Um so reichhaltiger ist das Material, welches über die Riukiu-Inseln vorliegt. Aber es ist nicht nur die Kenntniss der Morphologie dieses Bogens selbst, welche für die Beurtheilung des Baues von Formosa wichtig ist; es kommt auch das Verhältniss des ersteren zu Süd-Japan in Betracht, da dieses bedeutsamen Anhalt zu Analogieschlüssen giebt. Ich gehe hierauf um so mehr ein, als ich der Darstellung meine eigenen Beobachtungen zu Grunde legen kann.

Es wird im Folgenden der Riukiu-Bogen zuerst behandelt werden, sodann dessen Verhältniss zu Süd-Japan, dann der Bau von Formosa, und endlich das Verhältniss des Riukiu-Bogens zu dieser Insel.

1. Der Riukiu-Inselbogen.³

Die erste wissenschaftliche Untersuchung auf den Riukiu-Inseln ist im Jahre 1880 von Dr. L. DÖDERLEIN ausgeführt worden.⁴ Immerhin

¹ Diese Ansicht ist nach einer Angabe von SUSS (Antlitz der Erde, III, S. 307 und Anm. 97 auf S. 340) im Jahr 1897 in einer japanisch geschriebenen Abhandlung von Korō ausgesprochen worden. Bald darauf hat auch YAMASAKI (PETERM. Mitth. 1900, S. 222) die Ostseite als »die innere oder concave Seite« des Bogens bezeichnet.

² Die Kenntnisse über den Bau von Luzon sind aus der Litteratur zusammengestellt worden von GEORGE F. BECKER in Report on the geology of the Philippine Islands; 21st Annual Report of U. S. Geological Survey, Part III, 1901, p. 493—605. Die lange Liste der auf p. 554—605 aufgezählten Litteratur über die Geologie der Philippinen steht in seltsamem Gegensatz zu der Dürftigkeit exacter Kenntnisse, welche BECKER daraus zu entnehmen vermochte.

³ Die Schreibart »Riukiu«, im Unterschied von dem früher gebräuchlichen »Liukiu« und »Luchu« (auch Lew Chew) ist die neuere japanische. Über Ursprung und Schreibart des Namens s. BASIL HALL CHAMBERLAIN, the Luchu Islands and their inhabitants; Geogr. Journ. London, V, 1898, p. 289—319, 446—462, 534—544, besonders S. 542—544. Die vortreffliche Abhandlung beschäftigt sich in erster Linie mit den Bewohnern und ihren Gebräuchen. Für Geographie und Geologie ist sie bedeutungslos.

⁴ DÖDERLEIN, die Liukiu-Insel Amami-Ōshima; Mitth. d. Deutsch. Gesellsch. f. Natur- u. Völkerkunde Ostasiens, Bd. III, 1880—1884, Heft 23—24, S. 103—117, 140—156, mit Karte. Die Richtigkeit von DÖDERLEIN's vortrefflichen Beobachtungen ist, sehr

war ihm deren allgemeiner Charakter gut genug bekannt, dass er, obgleich er nur die Insel Ōschima mit ihrem Zubehör von kleinen Inseln besuchte, doch schon (S. 104) die Vermuthung aussprechen durfte, dass die nördlichen Inseln in eine innere vulcanische und eine äussere nichtvulcanische Reihe getheilt werden können. Diese hier wahrscheinlich zum ersten Mal und für einen beschränkten Theil des Inselbogens dargestellte Anschauung hat sich in der Folge als richtig bewährt, und wenige Jahre nachher vermochte EDUARD SUESS mit weitem Blick den doppeltgereihten Riukiu-Bogen mit den Bogengebilden der kleinen Antillen, der Nikobar-Andaman-Inseln und der Banda-Inseln zu vergleichen, sowie die Analogie mit der Anordnung in den Karpathen hervorzuheben.¹ Genauere Untersuchungen wurden nachher durch japanische Geologen ausgeführt, und Kotō konnte im Jahre 1897 eine geologische Karte der Inseln mit japanischem Text herausgeben.² Doch wird seine Arbeit überholt durch die Beschreibung, welche YOSHIWARA auf Grund höchst sorgfältiger und wahrhaft musterhafter eigener Aufnahmen mit Herbeiziehung allen in japanischen Schriften verborgenen Materials gegeben und mit kartographischen Darstellungen begleitet hat.³

Es ergibt sich daraus das Folgende:

Äussere Zone. — Die äusseren Inseln des Riukiu-Bogens⁴ sind in einer einheitlichen Curve aneinandergereiht, welche eine Länge von

mit Unrecht, von MÜLLER-BEEK in einer referirenden Arbeit über die Inseln (Zeitschr. Gesellsch. f. Erdk., Berlin 1884, S. 303—315) angezweifelt worden. — Die älteren Beobachtungen von R. G. JONES in dem an PERRY erstatteten Bericht über eine Untersuchung der Insel Great Lewchew (d. i. Okinawa), in Narr. of Exp. of Amer. squadr. to the China Seas and Japan, New York 1856 (vol. I p. 184 ff.) waren von Interesse zu ihrer Zeit, als über die Thatsache der Existenz der Inseln hinaus Weniges bekannt war.

¹ SUESS, Antlitz der Erde II, 1888, S. 219.

² Kotō in Journ. Geol. Soc. Tokyo, V, Nr. 49, 1897. Es scheint, dass seiner Übersicht die Reiseberichte von KADA (1885), KUROIWO-NAKOYOSCHI (1898) und NISCHIWADA (1895) zu Grunde liegen.

³ S. YOSHIWARA, geologic structure of the Riukiu (Loochoo) Curve, and its relation to the Northern part of Formosa; Journ. Coll. Sci., Imp. Univ., Tokyo, vol. XVI, art. 2, Tokyo, 1901; mit Karten auf 4 Tafeln und einer Profiltafel. YOSHIWARA reiste im Jahr 1899 erst einen Monat in Formosa und dann sechs Monate auf den Inseln, die er, mit Ausschluss der von NISCHIWADA untersuchten Ōsümigruppe, fast sämtlich besucht hat.

⁴ Ausserhalb dieser äusseren Inseln, in einem Abstand von 300 bis 400 km ostwärts, erstreckt sich von Nord nach Süd auf einer Linie von 300 km Länge eine Reihe kleiner Gebilde, auf den Seekarten bekannt als Marsh Reef, Borodino-Inseln, Bishop Rocks und Rasa-Inseln. Es sind unbewohnte und wegen allseitig senkrechten Abfalls unzugängliche Inseln, die vermuthlich auf einer langgestreckten meridionalen Scholle sich erheben. Ihre morphologische Einreihung unter die ostasiatischen Formgebilde ist gegenwärtig nicht durchführbar. Die Japaner scheinen sie aus administrativen Rücksichten zu den Riukiu-Inseln zu rechnen (nach YOSHIWARA, S. 54); doch ist es richtiger, sie ganz davon zu trennen.

1100 bis über 1200 km hat.¹ Doch sind drei inselfreie Unterbrechungen von zusammen 555 km vorhanden: eine von 190 km zwischen Yaku-schima und Ōschima, eine von 245 km zwischen der Okinawagruppe und Miyako-schima, und eine von 120 km zwischen Yonakuni und Formosa. Es sind somit auch drei Theilreihen von Inseln vorhanden, nämlich:

1. die Ōsūmi-Gruppe, welche Tanega-schima, Yaku-schima und Make-schima umfasst, 85 km lang;
2. die Ōschima-Okinawa-Gruppe, welche 385 km Länge erreicht und herkömmlich nach den zwei Hauptinseln in zwei Untergruppen getheilt wird;
3. die Sakischima-Gruppe, 250 km lang; sie umfasst die Inseln Miyako, Ischigaki, Iriomotte und Yonaguni.

Verbindet man mit Linien einerseits die zu innerst gelegenen kleinen Inseln und Vorsprünge, und andererseits die Vorsprünge am Aussenrand, so erhält man für die erste und zweite Gruppe zusammen zwei nahezu parallele Bogenlinien in etwa 60 km Abstand von einander, welcher die Breite der Inselzone bezeichnet. In der dritten Gruppe ist die Breite sehr unregelmässig und erreicht im Höchstmaass bis 34 km.

(Gruppen 1 und 2.) — In den beiden ersten Gruppen ist eine so vollkommene zonale Anordnung vorhanden, dass trotz der geringen Breite, und obgleich die Enden 620 km von einander entfernt sind, doch, wie schon Kotō erkannte, eine Aussenrandzone von einer inneren Kernzone unterschieden und in der ganzen Länge verfolgt werden kann.

Die Aussenrandzone umfasst in der ersten Gruppe die ganze Insel Tanegaschima und die kleine Makeschima; in der zweiten: Kigaigashima und den im Südosten nach aussen angehängten Theil von Okinawa. Tanegaschima besteht aus einer in NNO-Streichen stark gefalteten Schichtfolge von Sandstein, Schieferthon und Conglomeraten mit Lagen von Kalkstein und Braunkohle²; Kikaigashima aus einem tertiären Kern, der am Rand eines nach allen Seiten kliffig abfallenden, bis 205 m hohen, von recenten Korallen umsäumten jungen Tafellandes sichtbar ist. Die gleichen Gebilde setzen den Südostvorsprung von Okinawa bei der Hauptstadt Nafa zusammen.

In der inneren Kernzone des äusseren Inselbogens treten ältere, vermuthlich paläozoische Sedimentgesteine auf, die von Granit durch-

¹ Der Bogen von Tanegaschima bis Yonakuni ist 1115 km lang, bei Verlängerung bis zum Vorgebirge Dou-Kaku an der Ostküste Formosa's 1235 km.

² Beschreibungen geben NISCHIWADA (Journ. of Geogr. Soc., Tokyo, VII, 1895, Nr. 80) und SAGAWA. Letzterer unterscheidet eine ältere, stark gefaltete, vielleicht vortertiäre Abtheilung von einer jüngeren, schwach gefalteten, die er für jungtertiär hält.

setzt und in Kuppen überragt werden. Die 1935 m hohe Insel Yakushima ist eine nur an den Küsten von Thonschiefer und Sandstein umgebene Granitkuppe. Ōshima erreicht nur 700 m, Tokuno-shima 670 m, Okinawa 470 m. In dieser von YOSHIWARA mit peinlicher Sorgfalt untersuchten Gruppe ist die innere Kernzone noch einmal in zwei parallele Streifen getheilt. Der äussere besteht wesentlich aus 30° bis 60° nordwestlich einfallenden Thonschiefern und Sandsteinen, die von Granit, Diorit und Quarzporphyr durchsetzt werden; der innere aus krystallinischem Kalkstein und Quarzit.

In der gliederreichen Insel Okinawa sind diese drei Zonen, die tertiäre und die beiden älteren, deutlich geschieden. Hier ist die etwa 12 km breite Mittelzone, welche den 80 km langen Haupttheil der Insel zusammensetzt, ein isoklinaler Schichtenbau, mit Streichen SW—NO und nordwestlichen Falten. Zu den genannten Gesteinen kommen Pyroxenit, Amphibolit und Schalstein, die auch auf Ōshima auftreten. Dem innersten Streif der Kernzone gehören ausser der nach NW vorgestreckten Halbinsel Motobu auch die weiter nordwestlich liegenden kleinen Inseln an; er erreicht dadurch eine Breite von etwa 36 km.

Während in Okinawa rein nordöstliche Streichrichtungen herrschen, ergibt sich für die Schichten in Ōshima ein mittleres Streichen nach N 35° O. In der Osumi-Gruppe lässt sich ein bestimmtes Streichen nur im Tertiär von Tanegashima wahrnehmen. Hier ist es, der Insel parallel, nach NNO gerichtet. Die bogenförmige Anordnung ist somit in allen Beziehungen der äusseren und inneren Structur deutlich bemerkbar.

(Gruppe 3.) — Vielfach verschieden ist der Bau der Inseln der dritten Gruppe. Auf Miyako¹ wird ein tertiärer Unterbau mit Streichen N 0—20° W und westlichem Fallen von Korallengebilden fast ganz verhüllt. Ischigaki besitzt eine äusserst bunte Zusammensetzung. Neben den vorgenannten paläozoischen Schichten kommt eine Fülle von älteren und jüngeren Eruptivgesteinen vor. Ausser nordöstlichen Streichrichtungen ist NW—SO vielfach zu beobachten; im Ganzen glaubt YOSHIWARA ein Einfallen gegen eine grosse Mulde zu gewahren, aus der der alte Andesitvulcan Nosoko aufsteigt. Tertiäre und gehobene Riffe vollenden den Bau.

In der wegen Fieber und Giftschlangen gemiedenen Insel Iriomote und in Yonaguni spielt die Tertiärformation die Hauptrolle; sie gleicht

¹ Auf einigen Karten ist 30 km südlich von Miyako eine kleine Insel unter dem Namen Ikima-shima, zum Theil mit einem Fragezeichen, eingetragen. YOSHIWARA, welcher sonst auch der kleinsten Insel Erwähnung thut, nennt sie nicht und zeichnet sie auf den Karten zu seiner Abhandlung nicht ein. Auch die neuesten britischen Seekarten geben sie nicht mehr an. Sie ist daher hier ausgelassen worden.

der von Kilung, umschliesst Kohlenflöze und enthält dünne marine Kalksteineinlagerungen, welche auf miocänes Alter deuten. Paläozoische Gesteine kommen spärlich vor. Die Streichrichtungen sind ganz unregelmässig. Auf Iriomotte sind die alten Schichten sehr gestört, im Tertiär streichen die Kohlenflöze NNO-SSW, wobei das Fallen westlich ist. Auf Yonaguni dagegen herrscht östliches Fallen, mit Neigung von 20 bis 30°, bei Streichrichtungen von N O-30° O.

Es ist somit klar, dass in der Sakischima-Gruppe dieselben Formationen vertreten sind wie in den beiden nördlicheren, aber deren regelmässiger zonaler Bau in ihr nicht obwaltet. Das Tertiärland bildet nicht mehr, wie dort, eine gesonderte Zone, sondern tritt mit den alten Gebilden zusammen auf, und die Streichrichtungen sind meist widersinnig. Aber doch fügen sich die Inseln in ihrer Lage völlig der Bogenlinie ein. Vermuthlich sind Querversenkungen vorhanden, welche das Schichtenfallen von seiner normalen Richtung abgelenkt haben. Noch an einer anderen Stelle, an dem südwestlichen Ende von Öschima, findet sich eine auffallende Quergliederung nach der Richtung NW-SO, rechtwinkelig zum Streichen; aber sie ist nach YOSHIWARA gänzlich ohne Einfluss auf das Schichtenstreichen. Man könnte dort an ein altes Flussthal aus einer Zeit continentaler Verhältnisse denken.

Charakter des äusseren Riukiu-Bogens. Es ist klar, dass wir in dem Riukiu-Inselbogen ein anderes Gebilde vor uns haben, als die früher im Inneren und am Rand des asiatischen Continents betrachteten. Der streng zonale Bau in dem Haupttheil des Bogens, die streifenförmige Anordnung der einzelnen daselbst sichtbaren Formationen, die Conformität ihres Schichtenstreichens mit dem Streichen der äusserlich sichtbaren Zone, das constante Einfallen der Schichtgebilde nach der Innenseite hin — alles dies erweist klar, dass hier in der That ein bogenförmiges Gebirge mit allen Merkmalen tangentialer Schiebungen nach aussen vorliegt. Ob Faltenbau oder schuppenartiges Überschieben älterer Gebilde über jüngeren vorhanden ist, hat durch die Beobachtungen nicht festgestellt werden können. Das gleichförmige Einfallen auf Okinawa macht Letzteres wahrscheinlicher.

Die Vulcane der Innenseite. — Die Reihe neovulcanischer Inseln, welche den betrachteten Bogen auf der Rückseite begleiten, beginnt in geringer Entfernung (40 km) von dem zur Linken des Eingangs in die Bucht von Kagoschima aufragenden Pfeiler des Kaimon-dake, mit den zwei kleinen Inseln Taki-schima und Iwo-ga-schima, deren letztere sich im Solfatarenzustand befindet. Wie Glieder einer Perlen-schnur sind sie von hier aus, mit flachbogiger Krümmung, in einer Länge von 240 km aneinandergereiht. Die ersten liegen im Rücken der Ösumi-Gruppe, die nächsten hinter der Lücke zwischen dieser

und Ōschima; sie werden als Tokara-Gruppe bezeichnet. Wo jedoch dann, in der Ōschima-Ōkinawa-Gruppe, die Aussenreihe ihre bedeutendste Entwicklung hat, ist das Vorhandensein der Vulcanreihe nur durch eine einzige Insel, Tori-schima, angedeutet, und im Rücken des kleinen Inselschwarmes am Südost-Ende von Okinawa treten noch einmal zwei Vulcaninseln auf. Die letzte von ihnen, Kume-schima, ist 575 km von Iwo-ga-schima entfernt; aber so vereinzelt zuletzt das Auftreten wird und so sehr die Abstände wachsen, liegen doch bis hierher alle Inseln in einer continuirlichen, flach bogenförmigen Zone, deren Abstand vom sichtbaren Aussenrand der paläozoischen Zone südwärts allmählich ein wenig zunimmt; er beträgt 42 km bei der Ōschima-Gruppe, 72 km bei Okinawa. Nur drei riffartige Vulcaninseln in der Tokara-Gruppe liegen noch ein wenig westlich von der Linie.

Der grossen Lücke zwischen Okinawa und Miyako entspricht auch eine Lücke in der Reihe der inneren Inseln. Erst nach einer Unterbrechung von über 200 km sind anscheinend beide Zonen wieder vorhanden. Aber während die äussere, trotz grosser Abweichungen im inneren Gefüge, die durch die Mittellinie der nördlicheren äusseren Inseln bezeichnete Curve fortsetzt, ist dies bezüglich der Innenzonen nicht der Fall. Die Inseln der Pinnacle-Gruppe¹ liegen 140—160 km vom Aussenrand sichtbarer paläozoischer Gebilde entfernt und fügen sich in die Curve des bisher betrachteten vulcanischen Bogens nicht ein. Besser entsprechen der Fortsetzung desselben die drei einzelnen Inseln, welche nordöstlich von Formosa liegen.² Was den Bau dieser Inseln betrifft, so ist nur die Agincourt-Gruppe als vulcanisch anzusehen; alle ihre Inseln bestehen aus basaltischen Andesiten. Aber die Pinnacle-Gruppe hat zum Theil abweichenden Charakter; denn nach den von YOSHIWARA zusammengetragenen Berichten besteht Tschogyotō aus 10—12° nördlich fallendem Sandstein, dem ein Kohlenschmitz eingelagert ist und Conglomerat nach oben folgt; auch die zerstreuten Felsriffe, welche die Pinnacles selbst bilden, sind tertiärer Sandstein. Sekibitō besteht aus geschichteten andesitischen Tuffen, Kobitō aus einem vulcanischen Gestein, welches Korō als Basalt bestimmte. Auf Tschogyotō kommt auch Diorit vor.

Wir werden demnach die Fortsetzung des inneren Vulcanbogens jenseits Kume-schima erst in den Agincourt-Inseln zu suchen haben.

¹ Folgendes sind die Inseln mit japanischen Namen (die auf den Seekarten gebräuchlichen Namen sind in Klammern beigefügt): Sekibitō (Raleigh-Riff), Kobitō (Tai-a-usu), Tschogyotō (Hoa-pin-su); dazu noch eine Gruppe kleiner Riffe, die »pinnacles«.

² Hierher gehören: Hokwatō (Agincourt), Menkwatō (Craig-Island), Kwaheitō (Pinnacle-Island).

Diese liegen in einem Querabstand von 100—115 km von der imaginären Fortsetzung der Mittellinie des äusseren Bogens.

Das Auftreten von jugendlichen Ausbruchsgesteinen im Rücken des Hauptinselbogens bestätigt die Natur des letzteren als eines nach der Vorderseite überschobenen, auf der Rückseite Zerrung erleidenden Gebirges. Ähnliches findet sich bei keinem der in den beiden vorhergehenden Abhandlungen beschriebenen Bogengebilde Ostasiens.

Westliche Fortsetzung des äusseren Riukiu-Bogens. — Es genüge hier, darauf hinzuweisen, dass die Verlängerung des äusseren Riukiu-Bogens über Yonaguni hinaus die Küste von Formosa in dem hohen und schroffen Vorsprung von Dom-kaku trifft. Zwar darf nicht unbeachtet bleiben, dass diese morphographisch klar ersichtliche Anordnung durch die vorerwähnten Anomalien in der inneren Structur der Inseln der Sakischima-Gruppe eine Einschränkung erfährt; doch sind die die Bogenlinie unter verschiedenen Winkeln verquerenden Verwerfungen und Streichungsrichtungen den grossen bestimmenden tektonischen Linien so weit untergeordnet, dass sie diesen gegenüber als Folge späterer Dislocationen von secundärer Natur erscheinen. Es scheint ein ähnlicher Fall vorzuliegen, wie er durch die schönen Untersuchungen von CAYEUX in Kreta festgestellt worden ist.¹ Obgleich diese Insel morphographisch ein Glied eines vom Peloponnes herkommenden Bogens bildet, zeigte es sich doch, dass die langen, nordwärts ausgestreckten Landzungen im westlichen Theil der Insel auf quergerichteten Dislocationslinien und Versenkungen beruhen, welche den regelmässigen Bau schroff unterbrechen.

Ich werde im letzten Abschnitt dieser Abhandlung auf den Gegenstand zurückkommen und darzuthun suchen, dass die normalen tektonischen Linien von Formosa mit den abnormen der Sakischima-Gruppe in nahem Zusammenhang stehen.

2. Eingliederung des Riukiu-Bogens in den südjapanischen Bogen.

Während die Längsaxe von Formosa quer zum Riukiu-Bogen gestellt ist, bildet diejenige des südlichen Kiuschiu scheinbar dessen nördliche Fortsetzung. In Wirklichkeit findet hier ein eigenthümliches Ineinandergreifen der tektonischen Linien statt. Einige Worte über den Bau von Kiuschiu mögen vorangeschickt werden.

Ich habe die durch Halbinseln, Inseln, tief eingreifende Buchten und kleine geschlossene Binnenmeere ungemein zierlich gegliederte

¹ L. CAYEUX, Sur les rapports tectoniques entre la Grèce et la Crète occidentale; Compt. R. de l'Ac. d. Sc., Paris, 20. Mai 1902, vol. CXXXIV p. 1157—1159.

Westhälfte der Insel Kiuschiu im Februar 1870, als ihr geologischer Bau noch völlig unbekannt war, nach verschiedenen Richtungen durchstreift. Es liess sich leicht das Vorhandensein eines den nördlichen Theil der Südhälfte der Insel in schiefer Richtung, von SW nach NO, also widersinnig durchziehenden breiten und mächtigen, wie wohl stark abgetragenen alten Gebirgsstammes erkennen. Seine nordöstliche Fortsetzung in der Insel Schikoku und der Kii-Halbinsel, die ich beide nur in ihren Umrissen kennen lernte, durfte vermuthet werden; die Bestätigung blieb mir selbst versagt, sie ist in späterer Zeit erfolgt. Andererseits vermochte ich die Ähnlichkeit des Gebirges in Zusammensetzung, faltigem Aufbau und Streichrichtung mit den mir bereits damals näher bekannten Gebirgen des südlichen China festzusetzen.

Das damals fast unbesuchte namenlose Gebirge, welches die Japaner jetzt in der allgemeinen Bezeichnung »Southern Kyuschu-Mountains« einbegreifen, und für welches ich nach dem dasselbe verquerenden Fluss Kuma-gawa den Namen »Kuma-Gebirge«¹ anwandte, war seiner völligen Unbekanntschaft wegen auf der mir zu Gebote stehenden japanischen Karte von Kiuschiu zum grossen Theil durch einen weiss gelassenen Fleck vertreten. Jetzt ist es topographisch bekannt und, wie die von YAMASCHITA, YAMAGAMI und NAKASCHIMA hergestellten Blätter der geologischen Karte von Japan zeigen, wenigstens zum Theil genauer untersucht worden.

Bei der Durchquerung des Gebirges in dem durchschnittlich von SSO nach NNW gerichteten Kuma-Thal, von unterhalb Hitoyoschi bis oberhalb Yatuschiro (30 km in gerader Linie), beobachtete ich ein anscheinend mehrere Kilometer mächtiges, zu steiler Synklinale zusammengebogenes Schichtensystem, dessen an beiden Enden sichtbare untere Glieder aus stark verfestigten klastischen Gesteinen bestehen, während im Kern der Mulde sehr entwickelte, grossentheils durch Hornstein ausgezeichnete Kalksteine, theils rein in mächtigen Schichtcomplexen, theils mit mancherlei Zwischenlagerungen von feinerdigen Gesteinen, auftreten. Die Schichten des südlichen Muldenchenkels fallen im Mittel 45° NW, diejenigen des nördlichen in steilerer Neigung nach Südost; im Muldenkern waltet nahezu senkrechte, an-

¹ Es fehlt noch an einer entsprechenden Bezeichnung; denn die Schrift des genannten Namens wird im Bogen in solcher Weise angeordnet, dass man ihn nur »Süd-Kiuschiu-Bergland« übersetzen und auf den ganzen, durchaus hügeligen Südtheil der Insel anwenden kann. Ich werde daher für den engeren Begriff des von SW nach NO gerichteten, vom Kuma-gawa durchströmten Gebirges, welches zugleich die höchsten Gipfel aufweist, hier den Namen »Kuma-Gebirge« beibehalten, den ich damals nur für den Gebrauch in meinem Tagebuch einsetzte.

scheinend auf faltiges Zusammensinken deutende Schichtenstellung. Versteinerungen fand ich nicht; aber nach petrographischer Analogie glaubte ich nahe Verwandtschaft mit den cambrischen Gebilden von Liautung und noch grössere Übereinstimmung mit den schwach metamorphosirten Schichtgebilden desselben Alters, welche im Gebirgsland von Tschekiang und Kwangtung vorwalten, zu erkennen. Die japanischen Geologen haben erwiesen, dass die genannten Gesteine des Kuma-Gebirges ihrem unbestimmt paläozoischen, sehr umfassenden und genauerer Gliederung bedürftigen »Chichibu-System« angehören. Zu unterst erscheinen, nach SUZUKI, die dafür charakteristischen Pyroxenite und Amphibolite mit krystallinischem Kalk; dann folgen Wechsel von Quarziten, Grauwackengesteinen, Schalsteinen, grünen Schiefen, Thonschiefen; und im obersten Theil tritt Fusulinenkalk nebst Radiolarienschiefen und anderen Gesteinen auf. Ähnlich sind, nach NAKASCHIMA, die Gesteine im östlichen Theil des Gebirges¹, der auch von NAUMANN schon verquert worden ist.

Die Zeit der Gebirgsfaltung hat sich noch nicht bestimmen lassen; denn das einzige jüngere Gebilde, welches einen Anhalt geben könnte, sind dünnsschichtige, flachwellig gelagerte mürbe Sandsteine, welche in zwei nach O 30° N streichenden Zonen den Kuma-gawa verqueren, ehe man die Engen im Norden verlässt. Sie entsprechen den frühestens der oberen Kreide zugehörigen kohlenführenden Schichten von Amaksa; sie sind den paläozoischen Gebilden discordant aufgelagert und nachträglich schwach gefaltet worden.

Nördlich von diesem, im Itschibusa-yama bis 1820 m aufragenden, gegen Norden in ziemlich scharfer SW-NO-Linie abgeschnittenen Gebirgszug weist die geologische Karte von Kiuschiu ein buntes Bild auf. Aber es löst sich in wenige Elemente auf. Ein Grundbau von wahrscheinlich archaischen krystallinischen Schiefen, unter denen auch Gneiss und Glimmerschiefer vertreten sind, bildet eine breite, aber wegen starker Abtragung nur an verhältnissmässig wenigen Stellen sichtbare Zone, die besonders im Norden von einigen ausgedehnteren, landschaftlich charaktergebenden Granitmassen überragt wird. In grösserem Umfang wird der Grundbau durch jüngere Gebilde verdeckt. An diesen Deckgebilden betheiligen sich, abgesehen vom Quartär: a) flachwellig gelagerte Sandsteine, die bald durch Führung einzelner Inoceramenschalen den Charakter von Küstengebilden haben, bald als terrestrische Ablagerungen mit Kohlenflözen und Blättern von Laubbäumen erscheinen, und von denen es noch nicht feststeht, ob sie der oberen Kreide oder dem Tertiär zuzurechnen sind; b) Tertiär-

¹ Outlines of Geology of Japan; Imp. Geol. Surv. of Japan, Tokio, 1900, p. 36.

schichten verschiedener, aber noch nicht genau bestimmter Altersstufen, theils marinen Ursprungs, theils festländischer Entstehung, von denen die tieferen durch Einschaltung abbauwürdiger Kohlenflöze ausgezeichnet sind, während die jüngsten, wie die durch NORDENSKJÖLD bekannt gewordenen Schichten von Modji bei Nagasaki, eine sub-recente Flora von Laubholzgewächsen einschliessen; c) vulcanische Gebilde, zum Theil weit ausgedehnt, wie diejenigen der grossen Gruppe des Aso-yama, theils von beschränktem Auftreten.

Ganz anders im Süden. Von Hitoyōschi an südwärts bis zu der Südspitze von Kiuschiu, dem 140 km entfernten Cap Satanomisaki, setzt der paläozoische Grundbau fort. Aber er ist nicht mehr eine zusammenhängende, die ganze Breite der Insel einnehmende Gebirgsmasse, sondern in zwei lange Flügel, die der Hauptaxe der Südhälfte der Insel, NzO–SzW, und der Richtung der nördlichsten Riukiu-Inseln parallel sind und zu geringeren Höhen als das Kuma-Gebirge aufragen, zerschnitten. Der Raum zwischen ihnen wird in der Südhälfte von der (von Satanomisaki gerechnet) 80 km langen, schönen Kagoschima-Bai eingenommen, aus der sich die malerische Vulcaninsel Sakurashima erhebt; in der Nordhälfte hingegen ist er ganz von vulcanischen Massen erfüllt, aus denen der mehrgipfelige Vulcan Kirischima-yama als weithin sichtbare Landmarke zu 1762 m ansteigt. Auch in den beiden Flügeln ist das paläozoische Gestein auf weite Flächen von vulcanischen Auswurfsmassen verdeckt. Insbesondere der westliche ist zum grössten Theil verhüllt. Aber die alten Formationen kommen hier doch zum Vorschein. Ich beobachtete sie an der Westküste, von Akumi über Nischikata nach Mukoda, wo ich ausser festen Sandsteinen und Quarziten auch schwarzen Kalkstein mit Crinoideen fand. Dann besuchte ich die Zinnbergwerke von Sudzu-yama (»Zinnberg«) in dem breiten, bewaldeten, zu 884 m ansteigenden Kimbo-Gebirge, 20 km südwestlich von Satsuma's Hauptstadt Kagoschima. Hier stehen in grosser Mächtigkeit, steil aufgerichtet, stark metamorphosirte, krystallinisch-körnige, feldspathreiche, dunkelgrün gefärbte, mit festen gelblichen Sandsteinen wechselnde, wahrscheinlich aus Tuffen hervorgegangene Gesteine an, welche vermuthlich den Pyroxeniten und Amphiboliten des Chichibu-Systems der japanischen Geologen entsprechen. In ihnen tritt der Zinnstein in einer stockwerkartigen Lagerstätte auf. Auch hier ist das Schichtenstreichen SW–NO. — Den östlichen Flügel habe ich nicht besucht. Dort treten die paläozoischen Gebilde in grösserer Ausdehnung unter den Tuffen zu Tage oder ragen über sie hinaus. Über die Lagerung fehlen mir genauere Beobachtungen; doch scheint es, dass sie in diesem Gebirgsfragment von der im westlichen Flügel nicht abweicht. Sehr entschieden zeigt sich die

SW-NO-Richtung noch einmal in dem im Hitadaku beinahe 1000 m Höhe erreichenden Granitzug, welcher nordöstlich von Satanomisaki in einer Länge von 45 km die Südostküste von Kiuschiu bildet. Mit ihm und den begleitenden Sedimentgesteinen endet dorthin der paläozoische Grundbau des östlichen Flügels. Seine Breite, rechtwinkelig zur Streichrichtung gemessen, wächst damit zu 140 km an.

Ich wende mich nun zu dem zwischen den beiden Flügeln gelegenen Theil. Er wird durch eine Vulcanlinie eingenommen.

An einem völlig heiteren Tage stand ich auf dem östlichen, niederen Gipfel des Kirischima. Es war ein überraschender Anblick, bei der Aussicht nach Süden die mir früher auf einer Seefahrt aus unmittelbarer Nähe bekannt gewordenen Vulcangipfel Kaimondake und Iwogashima, welche sich in Abständen von 90 und 135 km erheben, in scharfer Linie hinter einander aufsteigen zu sehen, während der Gipfelkrater der 46 km entfernten Vulcaninsel Sakurashima nur 3 km westlich von der Verbindungslinie liegt. Die Richtung der letzteren ist $S 22^{\circ} W$; sie entspricht fast genau der Längsaxe von Tanegaschima ($S 20^{\circ} W$) und der mittleren Richtung der durch anderthalb Breitengrade beinahe geradlinig sich erstreckenden Ostküste von Hiuga (ebenfalls $S 20^{\circ} W$). Es ist klar, dass die genannten vier dominirenden Vulcane eine tektonische Linie bezeichnen. Die Bedeutung der letzteren wird durch die Thatsache ihres Parallelismus mit jenen anderen Linien in ein helleres Licht gesetzt.

Mit Iwogashima erreicht die Vulcanlinie den Nordpunkt der vulcanischen Innenreihe des Riukiu-Bogens; sie verlängert sich unmittelbar in diesen hinein und schwenkt in ihm allmählich westwärts, bis sie bei Kume-schima, $5\frac{1}{2}$ Breitengrade südlich von Kirischima, die Richtung $S 40^{\circ} W$ erreicht. Es ist aber bemerkenswerth, dass bei Iwogashima eine vulcanische Querreihe auftritt, bezeichnet durch Takeschima, Kuro-schima und Kusakaki-schima. Sie ist genau westöstlich gerichtet, und in ihrer östlichen Verlängerung liegt mit dem Nordcap von Tanega-schima das nördliche Ende der äusseren Kiuschiu-Inselreihe.

Verlängert man die Vulcanlinie nordwärts, so verschwindet sie. An ihrer Stelle ziehen in geschlossener Masse von SW nach NO die Faltungen des Kuma-Gebirges. Aber nördlich von diesem beginnen die ausgedehnten vulcanischen Gebilde, welche das nordöstliche Kiuschiu fast gänzlich einnehmen. Sie erreichen ihre grössten Höhen in den Umgebungen des zu 1863 m ansteigenden Kudjū-san; bekannter ist der südwestlich davon gelegene Aso-yama, in dessen Kraterwand die Höhe von 1790 m gemessen worden ist. Der letztere, welcher den Schauplatz der jüngsten Thätigkeit in diesem Gebirge bezeichnet, liegt 16 km westlich von der idealen Verlängerung der Kirischima-Linie und 107 km

von diesem Vulcan selbst entfernt. Die Versuchung liegt nahe, im Aso-Gebirge eine Fortsetzung der Riukiu-Kirischima-Vulcanlinie zu suchen, und ich war, als ich seiner Zeit die angeführten Beobachtungsergebnisse auf der Karte eintrug, dieser Auffassung zugeneigt. Sie ist seitdem mehrfach ausgesprochen worden. Besonders hat HARADA ihr Ausdruck gegeben. Es ist jedoch, abgesehen von der Unterbrechung durch das Kuma-Gebirge, nicht zu übersehen, dass im nördlichen Kiuschiu meridionale Leitlinien sonst nicht vorhanden sind, diejenigen des Westflügels von Japan vielmehr die Herrschaft erlangen. Betreffs der Vulcane aber wird der Beobachter durch die ostwestliche Anordnung überrascht, welche er in den Gipfeln Aso-yama, Mino-take (nordwestlich von Kumamoto) und Unsen-yama gewahrt, und welche sich westwärts zu den vulcanischen Gebilden bei Nagasaki fortsetzen lässt. Überblickt man auf den neueren geologischen Karten der Japaner die Gesamtheit der vulcanischen Bildungen in der Nordhälfte von Kiuschiu, so sieht man sie ein ostwestlich langgestrecktes Dreieck einnehmen, dessen sehr spitzwinkliger Scheitel im nordwestlichen Schikoku und dessen Basis an der Westküste von Kiuschiu liegt, und es scheint, als ob sie den Raum zwischen den im rückwärtigen Theil des Südflügels von Japan dominirenden Graniten und dem entlang dem südlichen Schenkel des Dreiecks aus der Richtung WzS über WSW nach SW schwenkenden paläozoischen Gebirge ausfüllen. Immerhin mag das Auftreten der gewaltigen Ausbruchsmassen des Aso-Gebirges eine ursächliche Beziehung zu dem Zusammentreffen der ostwestlichen Anordnung und der mehr meridionalen Riukiu-Kirischima-Linie haben.

Es bleibt nun noch die Art zu betrachten, wie die Riukiu-Vulcanlinie zwischen die beiden Südflügel des paläozoischen Grundbaus von Kiuschiu eingreift.

Wie schon gesagt, ist die Nordhälfte des Zwischengebietes, von Hitoyōshi an südwärts gerechnet, festländisch, während in die Südhälfte die breite, gewundene Kagoschima-Bai eingesenkt ist. Der äussere Theil dieser Bai ist mir, abgesehen von der Sichtung von Kaimon-dake und Cap Satanomisaki im Vorübersegeln, nicht bekannt. Der innere ist ein Einbruchskessel, aus dem der Sakuraschima-Vulcan, mit einem Hauptkegel und einem modellartig geformten kleineren Nebenkegel an der Ostseite, sich erhebt. Der Kessel ist 18—20 km breit von OSO nach WNW und erreicht wahrscheinlich das Doppelte in der dazu rechtwinkeligen Richtung. Sein Südende lässt sich zwar nicht feststellen, weil er sich dort wahrscheinlich mit anderen Theileinbrüchen zu einer continuirlichen Senke vereinigt; aber der etwa 19 km betragende Abstand des Sakuraschima-Gipfels vom Nordrand

und die Fortsetzung der westlichen Kesselwand nach Süden lassen darauf schliessen, dass die Breite von der Länge erheblich übertroffen wird. Der Kessel lässt sich somit nach Gestalt und Grösse mit der Laguna de Taal auf Luzon vergleichen. Doch haben wir es im letzteren Fall mit einem grossen Somma-Kessel zu thun, von dessen Umrandung die Tuffschichten allseitig unter geringem Winkel nach aussen abfallen, während in der Mitte des Sees der niedrige Taal-Vulcan sich erhebt. Der Sakuraschima-Vulcan entspricht dem letzteren, wenn er ihn auch an Höhe und Schönheit bedeutend übertrifft. Auch wird die Umrandung durch steile Abfälle nach der Innenseite des Kessels gebildet. Aber eine Somma scheint insofern nicht vorzuliegen, als es sich nicht um periklinal nach aussen abfallende Tuffschichten handelt. Ich gebe im Folgenden die Beobachtungen, welche ich bei flüchtiger Reise über diese Verhältnisse anzustellen vermochte.

Der Querschnitt von Kagoschima westwärts nach Itschiki ist bezeichnet durch einen Steilabfall nach Ost und eine sehr sanfte Abdachung nach West von der etwa 160 m hohen First aus. Subaërisch abgelagerte Bimssteintuffe, ohne feinere Schichtung, aber in dicke Bänke bis 20 m Mächtigkeit getheilt, dachen sich ebenso allmählich nach W ab und lagern dort auf einer 25 m hohen, die bogenförmig geschwungene Bai von Itschiki deutlich umziehenden Terrasse, welche aus subaquatisch abgesetztem Bimssteintuff besteht. Dünne Lagen von vulcanischem Sand und Schotter trennen beide Gebilde. Die Bestandtheile der Tuffbänke sind weitaus vorwaltend fein zerstäubter Bimsstein. Aber es lagern darin Blöcke aus demselben Material, welche im Osten bis 30 cm Durchmesser erreichen und nach Westen an Grösse abnehmen. Der Bimsstein ist langfaserig und seidenglänzend, frei von Quarz, aber reich an Sanidin. Erbsengrosse Krystalle des letzteren sind aussen gerundet und an den Rändern selbst bimssteinartig aufgeblüht; kleinere Krystalle sind geschmolzen und haben keine sichtbaren Spaltflächen. Selten kommt schwarze Hornblende vor; in Wasserläufen sind Körnchen von Magnet Eisenstein angehäuft.

Bei Taneyama, etwa 10 km südlich von Kagoschima, erreicht man die First des Steilabfalls schon in 80 m Höhe. Auf dem weiteren Weg nach Sudzuyama ist nur noch eine 1 m mächtige Decke von vulcanischer Asche mit Bimssteinstücken vorhanden.

Nordwärts von Kagoschima nimmt die Höhe des Mauerabfalls allmählich zu. Mit einer Firsthöhe von 260 bis 280 m und zunehmender Steilheit umzieht er halbkreisförmig das Nordende der Bai, und denselben Charakter scheint er, nach dem Anblick aus der Ferne zu urtheilen, im Osten zu haben. In einem eingeschnittenen, bei Kokubu mündenden Thal steigt man nordwärts hinan.

Hier hat man das folgende Profil: 1. einige vorliegende kleine Inseln bestehen aus porösem, weissgrauem, quarzhaltigem Rhyolith; er ist säulenförmig abgesondert, die Säulen sind 65° nach S geneigt; — 2. nach Überschreitung einer Ebene von alluvialem Bimssteinsand erreicht man fast horizontal gelagerte dünngeschichtete thonige Schichten, gelb und grau gefärbt; — darauf 3. ungeschichtete Bänke von ziemlich homogenem Bimssteintuff; einzelne Bänke zeigen bis zur Mächtigkeit von 100 Fuss keine Unterbrechung durch Schichtenflächen; — 4. Bänke von Bimssteintuff mit Einschlüssen von Bimsstein in verschiedenen Stadien der Aufblähung und schwachblasigem Obsidian, auch von porösen trachytischen Gesteinen; Feldspathkrystalle meist angeschmolzen; — 5. einzelne Bank von geflossenem trachytischem Gestein; dieses ist ähnlich wie auf den Inseln bei Kokubu, aber quarzfrei und dunkler, etwas grau gefärbt.

Die Widerstandsfähigkeit und Festigkeit der aus dem letztgenannten Gestein gebildeten Decke bestimmt die Formen der Erosion in den leicht zerstörbaren Schichtmassen 2—4. Es entstehen, ähnlich wie beim Löss, senkrechte, zum Theil überhängende Wände, an denen die Bimsstein-Einschlüsse sich schon auf grosse Entfernung deutlich zeichnen. In Folge der langen Zeiträume, welche die einzelnen Ablagerungsepochen trennten, machen sich die Folgen der jedes Mal geschehenen Abwitterung durch die grosse Unebenheit der Auflagerungsflächen bemerkbar.

Mit der festen Bank ist die Höhe erreicht. Auf den grasbedeckten Hochflächen, auf die man nun gelangt, herrscht feiner perlmutterglänzender Bimssteinsand, der eine Art Windtrift-Schichtung zeigt. In ihm steigt man allmählich hinan. Aber bald kommt man zu dunklen Aschenschichten, die sich über dem Bimssteinsand ausbreiten, und an dem in 500 m Höhe gelegenen Kirischima-Tempel erscheint ein gewaltiger Strom von augit-andesitische Lava. Damit ist das Gestein erreicht, welches den Kirischima aufbaut. Sichtbar sind wesentlich schwarze und rothe Lagen von Rapilli und Asche, meist schwammig aufgebläht. Aber in den untersten Theilen der Wände des jüngsten noch gut erhaltenen Kraters steht feste Lava an.

Kirischima bildet eine kleine Gruppe von Gipfeln, welche sich um eine OSO—WNW gerichtete Axe schaaren und den Wechsel im Sitz der Ausbruchsthätigkeit bezeichnen. Einige Krater sind noch erhalten, und an der Ostseite kommen Maare vor. Die Formen sind im Allgemeinen gut erhalten. Die ganze Gruppe senkt sich mit einem radial gerillten Aufschüttungsmantel hinab auf die Bimsstein-Hochfläche, die ich an der Süd-, West- und Nordseite kennen lernte. Überall walten die leichten, lockeren Tuffe bis zur Höhe von 500

bis 600 m; auf ihnen ruhen die Schichten der basischen Kirischima-Rapilli, und über sie hin ist die augit-andesitische Lava geflossen. Die Dimensionen der Kirischima-Gruppe, bis zu den Enden der dunklen Auswürflinge und Lavaströme, vermag ich nicht anzugeben; doch schätze ich sie auf nicht mehr als 25 km von OSO nach WNW und 12 km Breite von SSW nach NNO.

Im Norden dachen sich die sanften Gehänge nach einer an Städten und Dörfern reichen, in nach Süden concavem Kreisbogen verlaufenden Zone ab, und hinter dieser steigt, ihr parallel, ein gleichförmiger Höhenzug an. Er bildet das Segment eines grossen Kreises, in dessen Mitte der Kirischima liegen würde. Die bevölkerte Zone an seinem Fuss hat Meereshöhen von 200 bis 240 m; der wallartige Zug steigt zu 800 bis 1000 m an. Nach dem von Yoschida aus über ihn führenden Pass kann man den Zug als das Nagasaka-Wallgebirge bezeichnen. Es besteht, soweit ich es kennen lernte, aus Augit-Andesit, der bald in homogenen Ausbruchsmassen, bald in conglomerirten Tuffen und anderen Formen auftritt, und erinnerte mich in Gesteinszusammensetzung, wie in dem durch Einförmigkeit, dunkle Bewaldung mit Morästen, Menschenleere und Unwegsamkeit bestimmten landschaftlichen Charakter an die siebenbürgische Hargitta. Der Abfall nach Süden ist mauerartig; am Pass erreicht man eine Verebnung, von der aus das Gelände sich sanft nach Norden abdacht. Durch Querschnitt und Längsverlauf stellt sich der Nagasaka-Wall als Fragment einer Somma dar; wäre der Kreis, mit Kirischima als Mittelpunkt, geschlossen, so würde er einen Radius von etwa 20 km haben. Das Gebirge ist alt und abgewittert; aber noch wendet es den steileren Abfall nach innen, den flacheren nach aussen.

An der Nordabdachung gelangt man hinab nach Hitoyōschi. Schon lange vorher, von etwa 220 m Meereshöhe an, beginnen wieder Bimssteintuffe sich einzustellen. Sie sind hier dünn geschichtet und wechseln mit größerem trachytischem Auswurfsmaterial. So ist es bis zu der genannten Stadt. Sie liegt 115 m über dem Meer, auf einem vom Kuma-Gebirge überragten, etwa 23 km langen und 6 bis 7 km breiten, von WSW nach ONO gestreckten Flachboden, in den der Kuma-gawa gegen 35 m tief eingeschnitten ist.

Hieraus ist das Folgende zu entnehmen:

Schlussfolgerungen betreffend das Verhältniss des Riukiu-Bogens zum südlichen Kiuschiu.

1. In der nördlichen Verlängerung der Riukiu-Vulcanlinie griffen die ihrer Entstehung zu Grunde liegenden oder sie begleitenden tektonischen Vorgänge in das mit SW-NO-Streichen in schiefem Winkel

zu ihr gestellte paläozoische Gebirgsgerüst des südlichen Kiuschiu in solcher Weise ein, dass sich der von der Verlängerung betroffene mittlere, bis nach Hitoyōschi reichende Theil hinabsenkte, während die östlich und westlich daran grenzenden Theile als Horste stehen blieben und ihre innere Structur behielten. Durch dieses Merkmal unterscheidet sich der Einbruch von EDM. NAUMANN's, durch den Fudjiyama bezeichneter Fossa magna, wo ein beiderseitiges scharf ausgeprägtes Einbiegen der Streichrichtungen nach dem vulcanischen Graben hin stattfindet.¹

2. Die Entstehung der langgedehnten, in der Nordhälfte durch vulcanische Massen, in der Südhälfte durch die Bai von Kagoschima ausgefüllten Einsenkung erscheint nicht sowohl als das Werk eines einheitlichen Vorganges, als vielmehr einer Anzahl von Einzelsenkungen.

3. Ein Merkmal früher, mit diesen Senkungen verbundener eruptiver Ereignisse ist der Nagasaka-Wall, welcher einen Theil der Umrandung eines vulcanischen Einbruchskessels bildet und als Fragment einer ausgedehnteren, aus augit-andesitischen Ausbruchsgesteinen aufgebauten Region stehen geblieben ist.

4. Die nächste Reihe von Ereignissen giebt sich in lange fortgesetzten Ausbrüchen saurer Gesteine an einem etwas weiter südlich, vielleicht in der Nähe des jetzigen Kirischima gelegenen Ort zu erkennen. Schon zu dieser Zeit geschah die Kesselsenkung, von der der Nagasaka-Zug ein somma-artiger Zeuge ist. Die Ausbrüche lieferten die ungeheuren Massen von Bimsstein, mit denen das Land weithin überschüttet wurde. Neben den explosiven Ausbrüchen, welche mit denen des Krakatau zu vergleichen sein dürften, diese aber an Grösse weit hinter sich zurücklassen, fand auch ein Ausströmen von rhyolithischen und trachytischen Laven statt. Die Ausbruchsperioden waren durch solche der Ruhe getrennt, in denen die erodirenden Kräfte zu äusserer Umgestaltung Zeit hatten, wie aus der grossen Unebenheit einzelner Auflagerungsflächen zu ersehen ist. Wahrscheinlich hatte, wie beim Krakatau, das Meer unmittelbar Zugang zu den Ausbruchsstellen. Die Bimssteinablagerungen dachten sich von einer Gegend jenseits der Nordseite der jetzigen Bai südwärts ab gegen Kagoschima und weiterhin, ostwärts gegen die jetzige

¹ EDMUND NAUMANN hat diesen Unterschied bereits hervorgehoben (Landesaufnahme Japans, Verhdl. des VI. Deutschen Geographentages, Dresden 1886, S. 24; die japanische Inselwelt, Mitth. der Geogr. Ges. in Wien 1887, Sonderabdr. S. 9). Er führt die Bildung des Grossen Grabens auf präestirende Ursachen zurück, während SUESS (Antlitz der Erde II S. 225) sich der Auffassung von HARADA anschliesst, dass die Bildung jenes Grabens auf nachträglichen, mit den vulcanischen Ausbrüchen zusammenhängenden Vorgängen beruht.

Westküste des von ihnen weithin bedeckten Kagoschima-Flügels. Im Norden überschütteten die Bimssteintuffe wahrscheinlich das dort vorhandene Bergland, daher auch den Zug des Nagasaka-Walles, wurden aber nachher durch atmosphärische Gewässer von ihnen abgeräumt und nordwärts gegen Hitoyōschi im Schutt wieder abgelagert.

5. Unter den nachfolgenden Ereignissen lassen sich zwei der Zeit nach noch nicht trennen. Eines von ihnen ist die Eröffnung der Ausbruchsthätigkeit der Kirischima-Vulcane, das andere der von NNO nach SSW gestreckte grosse Einbruch im peripherischen Theil des Bimsstein-Schuttkegels, aus welchem der Sakuraschima-Vulcan sich erhob. Das Ausbruchsmaterial beider Vulcane ist Augit-Andesit.

6. Über die anderweitigen Einbrüche, welche die Bildung der langgezogenen Kagoschima-Bai verursachten, lässt sich gegenwärtig Bestimmteres nicht sagen. Wahrscheinlich aber war der Ausgang erheblich breiter als jetzt, bis der Kaimon-dake mit dem vulcanischen Gebirgsglied, dem er angehört, sich erhob und dem Satsuma-Flügel landfest angegliedert wurde.

7. Wenn somit die vulcanische Innenzone des Riukiu-Bogens weit hinein in Kiuschiu fortsetzt und als eine mit Vulcanen besetzte Rinne in dessen Gebirgsland einschneidet, so erreicht doch die Aussenzone der Inseln ihr Ende, ehe sie an Kiuschiu herantritt; denn es wechseln völlig die Richtungen von Streichen und Fallen des paläozoischen Schichtenbaues.

8. Dennoch ist Kiuschiu durch die mit der Herstellung des Inselbogens verbundenen tektonischen Vorgänge nicht unbeeinflusst geblieben. Dies wird durch die Thatsache erwiesen, dass die Aussen-grenzlinie der äusseren Zone der Riukiu-Inseln ihre genaue nordnordöstliche Verlängerung in der Linie findet, welche das südliche Kiuschiu im Osten begrenzt und dessen Gebirgsland rücksichtslos quer abschneidet. Die tertiäre Decke, welche auf dem Küstenstreif liegt, beirrt dieses Verhältniss auf dem geologischen Kartenbild, aber es documentirt sich klar in dem Absturz des Gesamtlandes von der Küstenlinie an zu grösseren Tiefen.

9. Es besteht also eine Differenzirung der beiden Faltungszonen nach Richtung der faltenden Kräfte und nach Orientirung der gefalteten Massen. Aber bei den nachwirkenden Vorgängen, welche sich in Bruchbildungen und Absenkungen äusserten, haben die in der Gestaltung des Riukiu-Bogens thätigen Kräfte, als die in weit späterer Zeit noch wirksamen, die Herrschaft erlangt; die Bruchlinie, welcher die Vulcane der inneren Inselreihe angehören, ebenso wie die Bruchlinie, an welcher das Vorland des äusseren Inselbogens zur Tiefe sank, haben in ihrer nördlichen Fortsetzung den Faltungsbogen,

dem das südliche Kiuschiu angehört, zerstückt und dort die gleichen morphologischen Wirkungen wie in dem Inselbogen hervorgebracht. Es scheint sich hier die bei den binnenständigen Landstaffelbogen des östlichen Asien beobachtete Erscheinung zu wiederholen, dass die der äquatorialen Componente angehörigen Gebilde eine passive Rolle spielen und zum Theil einer nachträglichen Beeinflussung durch die im Verhältniss als activ zu bezeichnenden, in meridionaler Richtung geschehenden Dislocationen unterliegen können.

10. Der Faltungsbogen, von welchem das südliche Kiuschiu ein Fragment mit SW-NO-Streichen bildet, und welcher mit allmählicher Umschwenkung zu fast rein äquatorialer Richtung in Schikoku und Kii fortsetzt, gehört den sinischen Faltungen des südöstlichen China an. Seine ideale Fortsetzung würde dieses erst südlich von Futschou treffen¹; doch ist sie so unmittelbar nicht zu suchen, da angesichts der Breite des hinabgesunkenen Zwischengebietes Querverschiebungen von Bedeutung vorliegen können.

3. Der äussere und innere Bau von Formosa.

Der Bau von Formosa ist in seinen wesentlichen Grundlinien bekannt geworden. Bis vor Kurzem beschränkte sich die Kunde auf geringfügige Mittheilungen aus peripherisch, besonders bei Takao im Südwesten und bei Kilung und Tamsui im äussersten Norden, gelegenen Punkten.² Eingehendere Erforschung haben erst die Japaner nach der Besitznahme der Insel begonnen.³ Doch hat auch ihnen die

¹ Jedenfalls würde sie nicht auf die Tschusan-Inseln und den centralen Zug des südöstlichen China treffen. Ich hatte 1871 bei der petrographischen Vergleichung diesen zum Anhalt genommen; dies ist nachher irrig aufgefasst und eine unmittelbare Verlängerung nach den genannten Stellen angenommen worden.

² Diese ältere Litteratur, welche sich auf die Arbeiten von F. VON RICHTHOFEN (1860), R. SWINHOE (1864), A. CORNER (1874), GUPPY (1881), KLEINWÄCHTER (1884), TYZACK und LEBOUR (1884) beschränkt, ist bei SUSS, Antlitz II, S. 252, Ann. 67—69, zusammengestellt; desgleichen, ohne Vermehrung, in der gleich zu erwähnenden »Geology of Japan«.

³ Eine Recognoscirungs-Expedition wurde von der japanischen Regierung im Jahr 1896 ausgesandt. Sie ging von Kilung an der Westseite der Insel hinab, wobei einige Ausflüge gegen das Innere hin ausgeführt wurden, und von der Südspitze aus an der Ostküste hinauf bis Karenko; von dort begab sie sich zu Schiff, mit Anlegen bei Soō, im folgenden Jahr nach Kilung zurück. Unter den begleitenden Geologen befand sich der Professor an der Universität Tokyo Dr. B. KOTŌ, dem Dr. YAMASAKI als Assistent beigegeben war. Von sonstigen Reisen scheint ISCHII's Verquerung der Insel in der Breite von ungefähr 23°45'N die wichtigste zu sein. Auch die Namen INOUE, SAITŌ und andere sind mit ferneren Aufnahmen einzelner Theile verknüpft. Die Berichte sind meist in japanischer Sprache geschrieben; doch sind die wesentlichen Ergebnisse in anderen Sprachen mitgetheilt worden. Vor Allem sind zu nennen: Dr. N. YAMASAKI, Unsere geographische Kenntniss von der Insel Taiwan, PETER-

Feindseligkeit der wilden Stämme in den Gebirgen des Innern und der Ostseite Schwierigkeiten bereitet¹, und es fehlt in wichtigen Gebieten noch immer an genauen Untersuchungen.

Auch die kartographische Darstellung ist im Innern noch sehr lückenhaft. Die Küsten sind auf den britischen Admiralitätskarten längst niedergelegt worden; man kannte ausserdem aus Beschreibungen deren flachen Charakter im Westen, ihre Steilheit im Osten, und auf Keinen, der bei klarem Wetter der Ostküste entlang gefahren ist, haben deren schroffe Formen sowie die dahinter sichtbaren hohen Gebirge den Eindruck grossartigen Aufbaues zu machen verfehlt. In diesen Gebirgen wurden von der See aus einige Hochgipfel gepeilt, deren bekannteste die Namen Mt. Sylvia und Mt. Morrison tragen. Von dem durch sie bezeichneten, ostwärts verschobenen, der Längsrichtung der Insel folgenden Rückgratgebirge findet durch minder hohe Bergzüge eine Abdachung nach dem flachen Westen statt. Dies ist das Bild, wie es bis vor Kurzem seinen Ausdruck auf den Karten fand.

Im Allgemeinen hat sich das Bild durch die japanischen Aufnahmen, soweit sie reichen, als richtig erwiesen; im Einzelnen aber sind viele mit Hilfe des geologischen Baues verständliche Besonderheiten hinzugetreten.

Äusserer Bau. — Eine der wichtigsten Entdeckungen war die Auffindung der merkwürdigen Taitō-Furche, welche das zusammenhängende Massiv des älteren Gebirges an der Ostseite in einer 155 km langen, völlig geradgestreckten, nach N 20° O gerichteten Linie scharf abschneidet. Für ihre Beurtheilung ist es bedeutsam, dass sie drei, durch niedere (etwa 200 m hohe) Thalpässe von einander getrennten Stromsystemen angehört, von denen zwei ihre Gewässer an den beiden Ausgängen der Furche entleeren, während das dritte seinen Ausweg in einem Engthal durch die im Osten vorgelagerte, 130 km lange und nur 13 km breite, bis 1550 m hohe tertiäre Taitō-Kette nimmt, welche als fremdartiges Gebilde neben dem alten Rumpf steht. Die Orte Karenko (24° N) und Pinan (22° 45' N) bezeichnen die Enden dieses angesetzten Küstengebirges.

MANN's Mittheilungen 1900, S. 221—234, eine überaus dankenswerthe, vortreffliche, von einer sorgfältig ausgearbeiteten Karte begleitete Abhandlung, und S. YOSHIWARA, Geologic structure of the Riukiu curve, and its relation to the Northern part of Formosa; Journ. of the College of Science, Imp. Univ., Tokyo, XVI, 1901. — Vereinzelt Bemerkungen finden sich in: Outlines of the geology of Japan, by the Imperial Geological Survey of Japan, Tokio 1900.

¹ Die Grenzen des Gebietes der Wilden sind dargestellt auf der Karte zu einer Mittheilung von Ino KAKYO, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin, 1899, S. 64—74, und Taf. 2.

Zwischen der Taitō-Furche und einer westlich von ihr im Abstand von etwa 50 km, streckenweise wahrscheinlich noch weiter ab gelegenen Linie von ungefähr derselben Richtung erhebt sich die grosse, hochgipfelige Gebirgsmasse, welcher ISCHII den Namen »Taiwan-Gebirge« gegeben hat. Die beiden dominirenden Gipfel Setsu-san (Mt. Sylvia, 3424 m) und Niitaka (Mt. Morrison, 4145 m) liegen in einer Linie, welche ebenfalls nach N 20° O streicht und den 3017 m hohen Kantaban-Gipfel durchzieht. Weiter westlich folgt Tertiärgebirge. Auch in diesem zeigt sich die Richtung N 20° O in dem als Kali-Kette durch YAMASAKI dargestellten Gebirgszug, welcher nicht als Wasserscheide dient, sondern von mehreren Flüssen der Westabdachung des Taiwan-Gebirges nach der Küste hin durchbrochen wird.

Die Bedeutung der angegebenen Streichungslinie N 20° O als bestimmend für den Bau des Taiwan-Gebirges kennzeichnet sich noch schärfer, wenn man ein für die Beurtheilung des Gebirgsgefüges stets wichtiges Moment, nämlich den Verlauf der kleinen Quellflüsse, in Betracht zieht. Auf YAMASAKI's mit grosser Gewissenhaftigkeit ausgeführter Karte sind die sicher niedergelegten Stromstrecken von den unsicher erkundeten sorgfältig geschieden. Es ist leicht zu ersehen, dass die Gebirgsthäler, soweit sie der Längsrichtung folgen, nach N 15—20° O streichen und, was für Parallelstructur charakteristisch zu sein pflegt, durch kurze Querstrecken der sie durchziehenden Flüsse mehrfach unter einander verbunden sind. Deutlich tritt dies bei dem Hauptstrom der Insel, dem Dakusui-kei hervor, welcher die Verbindungslinie der beiden Hauptgipfel in kurzer Strecke verquert und aus Quellflüssen entsteht, die zu beiden Seiten dieser Linie in Längsfurchen von der angegebenen Richtung strömen. Eine ähnliche Anordnung waltet auch innerhalb des westlich vorgelagerten Tertiärgebirges.

Während so im Hauptkörper des Gebirges, südlich vom Setsu-san, die orographischen Elemente das Vorhandensein einer durchgreifenden Parallelgliederung verrathen, weicht das Gesamtbild des Gebirges insofern davon ab, als die die beiden Hauptgipfel verbindende Hauptwasserscheide der angegebenen Streichrichtung nicht folgt, sondern in flachem, nach Westen concavem Bogen verläuft. Dieses östliche Zurückweichen, welches die Parallelgliederung streckenweise verbirgt, dürfte mit dem grösseren Regenreichthum der Westseite zusammenhängen; denn in der Zeit des sommerlichen Monsuns herrschen südwestliche Winde, im Winter nördliche und nordnordöstliche.¹ Dazu

¹ Die geringe Wasserführung der östlichen Flüsse im Gegensatz zu den westlichen hat YAMASAKI (a. a. O. p. 228) nach eigener Beobachtung hervorgehoben.

kommt, dass selbst bei gleicher Befeuchtung beider Seiten die festeren Gesteine der Ostseite dem Rückschreiten der Erosion nach Westen grösseren Widerstand entgegensetzen würden, als die leichter zerstörbaren der Westseite es in der Richtung nach Osten zu thun vermögen.

Abweichend von dem hier dargestellten Bau ist der nördlichste Theil der Insel. Eine ostwestliche Wasserscheide verläuft in $24^{\circ} 30' N$ vom Vorgebirge Dom-kaku an der Ostküste über den Setsu, gegen den sie etwas südwärts eingreift, bis zum Kali-san. Die Flüsse der Nordseite gehen, soweit man sie kennt, von ihr aus radial aus einander und sind in Bergland eingeschnitten, welches bald zu geringerer Höhe abfällt, aber durch die Flüsse in gleichfalls radial aus einander gehende Rippen aufgelöst wird.

Bei dem Versuch, die orographische Hauptlinie von Formosa zu construiren, ist bald die hohe, vom Setsu nach Dom-kaku ostwärts gerichtete Rippe, bald die niedrigere, nordostwärts verlaufende, im Cap Santiau (Sanschō-kaku der Japaner) endende zum Ausgang genommen worden. Daran wurde vom Setsu zum Nütaka der beschriebene Wasserscheidekamm angefügt und von letzterem Berg die Linie entlang der Wasserscheide erst nach $S 20^{\circ} W$ zum Nantaibu-Gipfel und von dort meridional zum südlichsten Vorsprung weiter verlängert. So konnte die Anschauung eines nach West convexen, in seinem mittleren Theil etwas ostwärts zurückgekrümmten Bogengebirges entstehen.

Selbstverständlich kann bei der Beurtheilung der morphologischen Stellung des alten Grundgebirges von Formosa nicht der durch Erosionswirkungen mitbestimmte Verlauf der Wasserscheidelinie maassgebend sein, sondern sie hat sich auf das innere Gefüge zu stützen. Die Grundzüge desselben suche ich im Folgenden zusammenzufassen.

Innerer Bau des älteren Gebirges. — Im geologischen Bau sondert sich, wie die japanischen Geologen deutlich festgestellt haben, das Grundgerüst des Taiwan-Gebirges von seiner jugendlichen Umhüllung. Es endet im Osten scharf an der geraden Linie der Taitō-Furche. Verlängert man diese Linie über beide Enden der Furche hinaus, so bezeichnet sie ungefähr den Verlauf der weiteren Theile der Ostküste; nur im Norden springen zwei Vorgebirge über sie ostwärts ein wenig hinaus. Sie bezeichnet auch durch mehr als zwei Breitengrade, von Paröye ($22^{\circ} 22'$) bis Soō ($24^{\circ} 36'$) den scharfgeschnittenen Ostabfall des älteren Gebirges. Beobachtungen liegen vor von Soō. Die 50 km lange Küstenstrecke von dort über das Cap Dom-kaku bis Schiyō, welche wegen ihrer über 1000 m hohen schroffen Felsabstürze berühmt ist, scheint völlig unbekannt zu sein. In dem ganzen übrigen Verlauf ist die Linie bereist worden.

Den werthvollsten Aufschluss über die Zusammensetzung giebt die Verquerung des Gebirges durch ISCHII auf einer zwischen $23^{\circ} 35'$ und $23^{\circ} 48'$ gelegenen Linie. Sie geht von Bassi-schō in der Taitō-Furche aus und führt westwärts über den 3240 m hohen Pass Bun-sui-rei; doch wird schon vorher, in 3150 m Höhe, die langhin sichtbare, durch ein mächtiges Lager von weissem krystallinischem Kalkstein gebildete imposante First des östlichen Gehänges erreicht. ISCHII fand, vom Fuss an, mit beständigem westlichem Fallen, ein mächtiges Schichtensystem, welches von unten nach oben aus Sericitschiefer, graphitisch-chloritischen Schiefen und Chloritschiefern besteht; es wird von ihm als »krystallinische Schiefer« bezeichnet und mit gewissen als archaisch betrachteten Gebilden des südlichen Japan in Parallele gestellt. Dann folgt der genannte krystallinische Kalk, und über diesem Thonschiefer; in ihm liegt der Pass. Für diese beiden Schichtgebilde nimmt ISCHII paläozoisches Alter an. Andere betrachten den Kalkstein noch als archaisch, den Thonschiefer als paläozoisch.¹ Von Versteinerungen ist niemals eine Spur gefunden worden. Der Thonschiefer herrscht in dem ganzen westlichen Theil des Durchschnitts ausschliesslich.

Was nun die Verbreitung der genannten Formationen im Streichen betrifft, so bilden die krystallinischen Schiefer eine fortlaufende Zone längs des Ostgehänges des Gebirges und streichen ihm parallel, also nach N 20° O. Nordwärts reichen sie so weit, als man das Ostgehänge kennt, d. i. bis Schiyō, südwärts bis in die Nähe von Pinan; aber in dieser letzteren Strecke schliesst sich ihnen an der Ostseite ein räthselhafter Streif von Thonschiefer mit steilem ($70-80^{\circ}$) östlichem Fallen an.² Südlich von Pinan ist bisher nur Thonschiefer gesehen worden; YAMASAKI überschritt mehrere Vorsprünge, in denen er dort gegen die Ostküste ausläuft.

Der Thonschiefer der Gebirgshöhe lagert nach ISCHII an seinem Weg erst in einer Antiklinale, der eine Synklinale folgt. Weithin setzt er das Gebirge zusammen. Der Hochgipfel des Niitake besteht daraus.³ Man kennt ihn südwärts bis in die Breite von Horyō ($22^{\circ} 22' N$).

Über Zusammensetzung und Alter der »Thonschieferformation« liegen spätere Mittheilungen vor. Nach den Angaben in »Geology of Japan« besteht sie zu unterst aus Phyllit, Quarzit, metamorphischem

¹ Geology of Japan, p. 33. Die Ergebnisse von ISCHII sind bei YOSHIWARA (a. a. O. p. 9—11) mitgetheilt.

² Nach Geology of Japan p. 47.

³ Dieser Berg wurde 1896 von Leutnant SAITō und Dr. HONDA bestiegen. Die von ihnen mitgebrachten Gesteinsproben erkannte YAMASAKI (a. a. O. p. 222) als Thonschiefer. Doch hat ISCHII in der Nähe des Berges Diorit, wie in der Nähe des Setsu Granit gefunden (nach YOSHIWARA, a. a. O. p. 10), so dass die Hochgipfel doch vielleicht mit dem Vorkommen von Eruptivgesteinen zusammenhängen.

Sandstein und krystallinischem Kalkstein, und erst zu oberst aus Thonschiefern von grosser Mächtigkeit. Höher hinauf treten darin Sandstein-einlagerungen auf, und es wird (ebenda p. 74) als möglich betrachtet, dass diese oberen Gebilde mesozoisch sind. Es wird sogar die Schwierigkeit hervorgehoben, dieselben gegen das Tertiär abzugrenzen.

Soweit Beobachtungen über das Schichtenstreichen in dem Zug des Taiwan-Gebirges mitgetheilt werden, bestätigen sie dessen Zusammenfallen mit dem hier für die äussere Anlage des Gebirges angenommenen Streichen in den mittleren und südlichen Theilen der Insel. Aber eine abweichende Richtung findet sich im Norden. Denn die mächtigen Steilabfälle am Cap Dom-kaku sind, obwohl die Abfalllinie der genannten Streichrichtung parallel ist, als ein Querabbruch der Schichtgebilde, welche das in ihnen endigende Gebirgsstück zusammensetzen, erkannt worden; sie sind dadurch sehr verschieden von den Gebirgsabfällen gegen die Taitō-Furche. Die Beobachtungen scheinen sich allerdings auf den gegen die dreieckige Küstenebene von Giran gelegenen Norden des Gebirgsstückes zu beschränken. Hier, bei der kleinen Hafenbucht von Soō, ist das Schichtenstreichen nach YAMASAKI ONO-WSW, nach der später erschienenen »Geology of Japan« O-W, mit nördlichem Falten. Auch YOSHIWARA hat die Stelle besucht; er fand ausser den Schiefern noch Pyroxenitgestein¹, wie es für den untersten Theil der paläozoischen Chichibu-Schichten in Japan charakteristisch ist, und nach ihm herrschen überhaupt, wie sogleich zu erwähnen sein wird, von hier an im ganzen nördlichen Formosa ostwestliche Streichrichtungen.

Die Beobachtung dieses abweichenden Baues in dem mit Dom-kaku endenden Gebirgsstück² hat zu der Voraussetzung eines nach Osten concaven Gebirgsbogens wesentlich beigetragen. Denn es wurde nun angenommen, dass das Gebirgsgefüge bei Soō WSW streiche, weiter westlich nach SW umbiege und am Setsu in die hier annähernd meridionale Richtung der Wasserscheide übergehe. Die Lage des Setsu (W 10° S von Soō und 55 km davon entfernt) verträgt sich jedoch nicht mit dieser Annahme, während sie mit den späteren bestimmten Angaben eines ostwestlichen Streichens leicht in Einklang zu bringen ist; denn dann ist die Vermuthung gerechtfertigt, dass hier ein dem Taiwan-Gebirge fremdartig gegenüber stehendes Gebirgsstück von anderem Bau vorliegt, welches am Setsu vorüber

¹ YOSHIWARA, a. a. O. p. 63.

² Die am Dom-kaku auffällig nach Ost vorspringenden Steilabfälle sind nach YAMASAKI (a. a. O. p. 222) auf der 50 km langen Küstenstrecke von Soō bis Schiyō sichtbar; aber es ist mir von geologischen Beobachtungen südlich von Soō nichts bekannt geworden.

nach Westen streicht und als Fortsetzung des Riukiu-Bogens gedeutet werden kann.

Die Festsetzung der Grundlagen für die sichere Beantwortung dieser Fragen ist von einschneidender Bedeutung für die morphologische Auffassung. Es scheint aber wegen der Unzugänglichkeit des von den wilden Stämmen bewohnten Landes an Beobachtungen über Alles, was jenseits der Umrandungen der Giran-Ebene und des Überganges von ihr nach Kilung liegt, zu fehlen. Soweit sie vorliegen, sprechen sie nicht zu Gunsten der angenommenen Umbiegung, sondern vielmehr für das Zusammentreffen von zwei verschiedenen, in den Bau von Ostasien harmonisch sich einfügenden Gebirgsbogen. Als ein bekräftigendes Argument kann die Thatsache angeführt werden, dass in dem Grundbau des meridionalen Gebirges nur westliches Einfallen herrscht, in dem äquatorialen dagegen nur nördliches erwähnt wird. In einem nach Osten concaven Gebirgsbogen würde man in beiden Fällen das entgegengesetzte Einfallen zu erwarten haben.

Die Breite des äquatorialen Gebirgsstückes gegen Norden scheint gering zu sein. ISCHII liess den Thonschiefer nordwärts bis Tōi reichen, hielt aber die dort auftretenden Schichtglieder desselben für mesozoisch.¹ Doch fand YOSHIWARA darin tertiäre Fossilien. Nach seinen eigenen Untersuchungen liegt die Grenze des Tertiärs gegen die älteren Schiefer südlich von Giran², und da nach ihm das Tertiär in ostwestlich gerichteten steilen Falten lagert, würde der ganze, im Norden von etwa 24° 40' liegende Theil der Insel dem Tertiär angehören.

Die jüngeren Umhüllungen. Das aus den älteren Gebilden zusammengesetzte Gebirge bildet demnach, soweit Mittheilungen vorliegen, einen ungefähr 50 km breiten, im südlichen Theil sich etwas verschmälernden, von S 20° W nach N 20° O gerichteten Rumpf, dem sich im Norden ein quergerichtetes Stück in nicht klar erkennbarer Weise angliedert. Diese zusammenhängende Masse ruht in einem, nur in Strecken der Ostseite unterbrochenen Mantel jüngerer, dem Miocän zugerechneter Schichtgebilde, welche in ihrer Lagerung stark gestört sind und gegen die Küsten hin zum Theil von jüngeren Gebilden verdeckt, im Nordwesten und in der Taitō-Kette auch von vulcanischen Gesteinen durchbrochen werden.

Mit scharfer Sonderung tritt das Tertiär nur in der Taitō-Kette auf, dem vorgenannten geradgestreckten, 130 km langen und nur 13 km breiten, aber bis 1550 m Meereshöhe aufragenden, zwischen der

¹ YOSHIWARA, a. a. O. p. 9. Tōi liegt 12 km nördlich von Giran.

² A. a. O. p. 61.

Taitō-Furche und dem Meer gelegenen Gebirgszug von überaus steilen Formen. Er besteht, wie wir erfahren, ganz aus Gesteinen von neogenem Alter. Auf sandige und thonige Schichten folgen Schotterbänke; darüber vulcanische Tuffe und Conglomerate; die Gipfel bestehen aus Andesitlagen und dürften Reste alter Vulcane sein. Mehrfache Einlagerungen von Korallenkalk deuten auf Küstengebilde. YAMASAKI beobachtete über dem jetzigen Meeresstrand, an dem noch jetzt Korallen vorkommen, drei Strandterrassen, welche zusammen eine Breite von 100 bis 300 m haben und als Sitz für die spärlichen menschlichen Wohnstätten dienen; auch sah er 50 m über dem Meer ein aufgesetztes Korallenriff.

In dem schmalen südlichen Ausläufer der Insel, den die Japaner die Koschun-Halbinsel nennen, ist das Tertiär nur durch klastische Gebilde vertreten und weniger steil aufgerichtet. Die Formation erreicht eine Meereshöhe von 1224 m. Unabhängig von ihr treten, wie es scheint als spätere Auflagerungen, Korallenriffe auf, welche schroffe Hügel bis 296 m Höhe und die beiden südlichen Vorgebirge bilden.

Weitaus die grösste Entwicklung erreicht das Tertiär an der Westseite der Insel. Die langgedehnten, einander parallelen, nach S 20° W gerichteten Zwillingsströme, welche sich zum südlichen Tamsuikai vereinigen, sind in tertiärem, bis über 1300 m Höhe erreichendem Bergland eingesenkt. In dessen Fortsetzung wird die Nordhälfte der Insel von der 1200—2000 m hohen, ebenfalls S 20° W—N 20° O streichenden Kali-Kette durchzogen. Selbst der 2830 m hohe Tokan-san, von welchem Gerölle von Diorit herabgeführt werden, scheint nach YAMASAKI'S Darstellung von Tertiärgebilden eingehüllt zu werden.

Dieser hoch aufgerichteten Tertiärzone schliesst sich nach Westen, im nördlichen Theil durch ein mit chinesischen Dörfern besetztes Längsthal getrennt, eine tertiäre Hügellandschaft an, in welcher auch noch Höhen bis 830 m vorkommen. Das gesammte Tertiärland der Westseite besteht aus klastischen Schichtgebilden und ist nach der angegebenen Streichrichtung gefaltet. Erkennbare Versteinerungen sind darin ebenso wenig wie an der Süd- und Ostseite gefunden worden.

Dem Tertiärland folgt nach Westen die Abdachung gegen die Küste, deren Gebilde dem Quartär zugerechnet werden. Südlich von Tainan treten darin Riffberge von Korallenkalk auf, unter denen der oft beschriebene Affenberg oder Takao-san, an der Küste bei Takao, mit 323 m die grösste Höhe erreicht. Weiter nördlich fehlen sie. Die grosse Niederung, welche zwischen 23° und 24° N eine Breite bis zu über ein Drittel der ganzen Insel erreicht, ist terrassirtes Tafelland, welches grösstentheils aus vermuthlich diluvialen Schotterablagerungen besteht und bis 500 m Höhe erreicht.

Die meisten Bearbeitungen hat das Tertiärland des nördlichsten Theiles von Formosa erfahren, weil hier einerseits der Kohlenbergbau in der Nähe des oft besuchten Hafens von Kilung die industrielle Speculation anregte und andererseits das Vorkommen von marinen Versteinerungen in kalkigen Zwischenlagen Interesse bot. YAMASCHITA fand in dem wesentlich aus groben Sandsteinen und Schieferthonen bestehenden Schichtencomplex acht Kohlenhorizonte und konnte in der Lagerung der Formation zwei Antiklinalen und drei Synklinalen, alle W-O gerichtet, unterscheiden.¹

Die eingelagerten Kalksteinschichten haben bis 10 Fuss Mächtigkeit. Unter den darin gefundenen, von NEWTON und HOLLAND bestimmten Versteinerungen ist *Lithothamnium rosenbergii* MARTIN hervorzuheben², welches im Miocän von Timor vorkommt und sich ebenso auf der Insel Ischigaki findet. Auch andere Fossilien sprachen nicht gegen dieses Alter. YOSCHIWARA ergänzt dies durch seine eigenen Beobachtungen in der Nähe der Ostküste. Er fand hier, wie erwähnt, die Grenze der Tertiärformation erst südlich von Giran und nimmt an, dass Alles, was nördlich von dessen Breite liegt, aus Tertiärgebirge besteht, welches in westöstlich streichende Falten zerlegt ist.

Abweichend hiervon ist bei YAMASAKI und in der »Geology of Japan« in diesem Landestheil von einer Streichrichtung SW-NO die Rede, sowie von einer Umbiegung der Kali-Kette in diese Richtung.

Den Schlussstein im Bau von Formosa nach Norden bildet eine Gruppe von Vulcanen, auf die sich die Aufmerksamkeit schon früher gerichtet hatte. Die aus Andesiten und deren Tuffen bestehenden Berge liegen zu beiden Seiten des Unterlaufes des nördlichen Tamsui-Flusses, grösstentheils im Norden. Hier erreichen sie Höhen von 800 bis 1100 m und zeigen noch etwas Solfatarenthätigkeit. Ein Zusammenhang der Gruppe mit anderen Vulcanen lässt sich nicht erkennen.

Das Relief des Meeresbodens um Formosa lässt sich nur unvollkommen überblicken, da die Lothungen spärlich sind. Von der an jungen Verlandungen reichen Westküste dacht sich der Boden flach ab; am weitesten erstreckt sich der durch die Isobathe von 50 m bestimmte Flachboden vor der Delta-Mündung des Dakusui-kei. Seichter Meeresboden dehnt sich bis zur chinesischen Küste aus; die aus ihm sich erhebenden basaltischen Pescadores-Inseln³ werden von Formosa

¹ Nach Mittheilung von YOSCHIWARA a. a. O. p. 57.

² Siehe hierzu YAMASAKI a. a. O. p. 223, Anm.

³ Dr. B. KOTŌ, Notes on the dependent islands of Taiwan, Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, vol. XIII, 1899, unterscheidet drei grosse Ergüsse von doleritischem Basalt, welche durch Zwischenlagerungen klastischer Sedimente von einander getrennt sind.

durch eine etwas tiefere, aber nicht bis 200 m hinabreichende Rinne getrennt. Der untermeerische Abfall im Osten ist steiler und führt bald nach Tiefen, bei denen das Loth mit 1500 m und 1900 m keinen Grund fand; doch deuten die wenigen erreichten Tiefen an dieser Seite darauf hin, dass die Zone bis zur 200 m-Linie streckenweise, besonders in der Gegend des steilsten Abfalls zwischen Schiyō und Soō, und von dort nach Cap Santiau, die nicht unerhebliche Breite von 20 bis 30 km hat.

4. Schlussfolgerungen, betreffend das Verhältniss des Riukiu-Bogens zu Formosa.

1. Der Grundbau von Formosa erscheint nach den vorliegenden Beobachtungen als aus zwei Theilen bestehend, nämlich
 - a) dem in seiner Gesamtheit, in seinen einzelnen Gebirgs-gliedern und im inneren Schichtenbau (aber nicht in der Wasserscheidelinie) nach der Richtung $N20^{\circ}O-S20^{\circ}W$ streichenden Taiwan-Gebirge, welches der Hauptsache nach aus einem mächtigen System für archaisch gehaltener krystallinischer Schiefer und einem als paläozoisch geltenden, wesentlich aus Thonschiefer bestehenden Schichtencomplex aufgebaut ist. Das Einfallen ist westwärts; erst im Westen des Querschnittes verräth der Wechsel einer Antiklinale und einer Synklinale einen in grossen Zügen faltigen Bau;
 - b) einem von Cap Dom-kaku am Setsu vorüber gegen den Kali-san hin, in der Richtung $O-W$ streichenden Gebirge, in welchem Gesteine der paläozoischen Chichibu-Schichten erkannt worden sind. Das Fallen ist nördlich.
2. Der Tertiärmantel fügt sich diesen zweierlei Streichrichtungen. Südlich von der Breite des Dom-kaku kennt man in dem steil gestellten Tertiär der West- und Ostseite nur solche, welche dem Gefüge des Taiwan-Gebirges parallel sind; auf der südlichen Halbinsel scheint sich die Formation in minder steiler Stellung über die aufgerichtete Thonschieferformation zu legen. — Nördlich von der Dom-kaku-Linie kennen YOSHIWARA und seine Gewährsmänner nur $W-O$ -Streichen, nach Anderen findet sich auch die Richtung $SW-NO$.
3. Die Fallrichtungen in den alten Formationen weisen im Taiwan-Gebirge auf ein Zusammenschieben nach OSO , in dem Dom-kaku-Zug auf ein solches von Norden her gegen Süden.
4. Der Dom-kaku-Zug liegt in der Fortsetzung, und bildet einen Bestandtheil, des Aussenbogens der Riukiu-Inseln, welcher zwar

in der Formosa benachbarten Sakischima-Gruppe zerstückt und in den Streichrichtungen des inneren Baues gestört ist, aber dadurch im Innehalten der Bogenlinie nicht beirrt wird. — Das Taiwan-Gebirge verschwindet im südlichen Formosa; Anzeichen einer Fortsetzung nach Süden sind nicht zu erkennen. Das Gebirge ist aber in seiner Massenentwicklung so bedeutend, dass es als das isolirt stehengebliebene Fragment eines sehr viel grösseren bogenförmigen Faltungsgebirges angesehen werden muss, welches, allen anderen Bogengebilden Ostasiens analog, seine Aussenseite dem Pacifischen Ocean zuwandte.

5. Der vulcanische Innenbogen der Riukiu-Inseln setzt westwärts im Rücken des Dom-kaku-Zuges fort, wo ihm die Agincourt-Inselgruppe und die Vulcangruppe im Westen von Kilung angehören. — Im Rücken des Taiwan-Gebirges befinden sich von vulcanischen Gebilden nur die Pescadores-Inseln, deren grössere Axe ebenfalls nach NNO, genauer N 15° O, gerichtet ist.
6. Der Riukiu-Bogen und das im Taiwan-Gebirge vorhandene Bogenfragment haben die gemeinsame Eigenschaft, dass ihnen auf der Aussenseite eine von tertiären Sedimenten aufgebaute Zone vorliegt. Bei beiden befindet sich also der Grundbau an der Vorderseite in relativ bedeutender Tiefe. Es lässt sich aber nicht entscheiden, ob Flächen mariner Abrasion vorliegen, auf welchen die von den beiden Gebirgen herabgeschwemmten Trümmernmassen bei allmählicher Senkung sich ablagerten, oder ob ein Absenken an Brüchen geschah. Für Formosa ist Letzteres wahrscheinlicher, weil vulcanische Gebilde im Taitō-Gebirge auftreten¹; bei dem Riukiu-Bogen sind solche nur in dem alten Vulcan Nosoko auf der Insel Ischigaki vorhanden.
7. Die späteren Niveau-Verschiebungen sind bei beiden Bogen annähernd gleichsinnig gewesen. Die Tertiärgebilde müssen mindestens zu ihrer gegenwärtigen Meereshöhe aufgeragt haben und durch Erosion eine der jetzigen annähernd entsprechende Gestalt erhalten haben, als die Korallen bei nachfolgender Senkung die Riffe bauten, welche dann durch abermalige verticale Verschiebung freigelegt wurden.
8. Der Riukiu-Bogen und das Taiwan-Bogenfragment unterscheiden sich von den festländischen Bogengebilden durch die Concordanz von innerem Bau und Absenkungslinien in den der meridionalen

¹ Ausserdem liegen dem südlichen Formosa im Osten die Inseln Botel-Tobago (Kōtō der Japaner) und Samasata (Kaschō) vor. Die Gesteine derselben sind von Korō (Dependent Isles of Taiwan p. 46—56) untersucht und grösstentheils als neovulcanisch erkannt worden. Auf ersterer Insel fand man auch Gabbro und Serpentin.

Componente entsprechenden Theilen. Sie erscheinen daher, ebenso wie der Japanische Bogen, als Gebirge, bei denen die äussere Gestalt mit dem faltigen Zusammendrängen von innen nach aussen in ursächlicher Beziehung steht, während dort in der Regel nur mehr oder weniger bogenförmige, zu den Streichrichtungen des inneren Baues discordante Zerrungsbrüche als bestimmend erkannt wurden.

9. Die Erscheinung, dass Structur und tektonische Linien des südlichen Kiuschiu ohne jeglichen Einfluss auf die Gestaltung des Riukiu-Bogens waren, dagegen die nachträglichen Dislocationsvorgänge in dessen nördlichem Theil auf die äussere Ausgestaltung des südlichen Kiuschiu erheblich eingewirkt haben, findet ihre Analogie in dem Verhältniss des Riukiu-Bogens zu Formosa. Denn im Taiwan-Gebirge lassen sich keine Spuren morphologischer Beeinflussung durch die den tektonischen Linien des ersteren zu Grunde liegenden Vorgänge erkennen; dagegen haben die Dislocationen, welche die Endgestalt des Taiwan-Gebirges herbeiführten und ihren bezeichnendsten Ausdruck in dem Abschneiden des alten Gebirgsgerüsts durch die geradlinige Taitō-Furche finden, auch den Riukiu-Bogen zerstückt, das Dom-kaku-Gebirgsstück auf Formosa von ihm abgetrennt und wahrscheinlich jene Störungen veranlasst, welche nur in der Formosa benachbarten Sakischima-Gruppe des Riukiu-Bogens auftreten.
10. Es mehren sich somit die Thatfachen, welche für eine Reihe der verschiedenartigen Bogengebilde Ostasiens nördlich vom 22. Breitengrad (also mit Ausschluss des Annamitischen Bogens) die Schlussfolgerung gestatten, dass der normale Bau der der äquatorialen Componente zugehörigen Theile jedes einzelnen Bogens früher fertig gebildet war, als die in der meridionalen Componente gelegenen; und dass nach dem bogenförmigen Zusammenschluss beider diejenigen tektonischen Vorgänge, welche dem meridionalen Schenkel durch nachträgliche Längsabsenkungen und disruptive Längsbrüche die normale Gestalt gaben, in den äquatorialen Schenkel des zunächst nördlich angrenzenden Bogens umgestaltend eingriffen, hier aber, als abnorm verlaufende Dislocationen, abnorme Quergliederungen und transversale Zerstückelung herbeiführten.

