

Minya Gongkar.

Von Albrecht Penck.

Im Jahre 1923 zog der australische Missionar J. H. Edgar über die südlichen Ausläufer des Hochlandes von Tibet. Bei Yingwantschai am Wege vom chinesischen Tatsienlu nach Batang am oberen Yangtse erblickte er einen alles überragenden Felsgipfel, dessen Umrisse er als Gangka-Berg durch den Stift festhielt. Er ahnte nicht, daß derselbe Gipfel bereits 40 Jahre früher als Kunka von der gleichen Stelle durch Ludwig von Loczy gezeichnet worden war. Wenn Edgar, ergriffen von der Erhabenheit jenes Berges, meinte, daß er den Mount Everest an Höhe überträfe, wußte er nicht, daß ein anderer Begleiter des Grafen Béla Széchenyi, der Österreicher Kreitner, die Höhe des Kunka zu 7600 m roh gemessen hatte¹⁾. Edgars Äußerung machte nachhaltigen Eindruck; auf der Karte, welche der Beschreibung der Kelley-Rooseveltsche²⁾ Expedition nach Yünnan und Setshuan beiliegt, ist ein Berg Koonka mit der Höhe von 30 000 Fuß verzeichnet. Diese Angabe erregte bei der Londoner geographischen Gesellschaft Bedenken. Eine Überprüfung der Literatur über die Gebirge bei Tatsienlu ergab keinen Anhalt für die Annahme eines Neuntausender daselbst; Skizzen von Herbert Stevens, eines Teilnehmers der Kelley-Rooseveltschen Expedition, weisen in gleicher Richtung³⁾. Der Kunka-Berg erscheint wieder in einer von Yingwantschai aus gemachten Zeichnung, nunmehr mit dem Namen Minya Gonka. Er tritt in einem Panorama auch als Eckpfeiler eines größeren Gebirgs panoramas entgegen.

Die wichtigste damalige Quelle über das Kunka- oder Minya Gongka-Gebirge war von der Londoner geographischen Gesellschaft nicht zu Rate gezogen worden. Albert Tafel ist bei seiner Tibetreise im April 1908 bis Tatsienlu gekommen. Auf dem Wege dahin

¹⁾ Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Széchenyi in Ostasien. Wien 1893. Bd. I. S. 703, 265.

²⁾ Theodore Roosevelt and Kermit Roosevelt: Trailing the Giant Panda. 1929.

³⁾ The Mountains about Tatsienlu. Sketches of the Tatsienlu Peaks. Geographical Journal LXXV. 1930. S. 345 und 353. Ergänzungen bot 1933 J. H. Edgar: Notes on the mountains about Tatsienlu. Ebenda LXXXII. S. 264.

sah er fern im Süden die heiligen Bergriesen des Bogungga¹⁾. Er photographierte sie auf 60 km Entfernung von einem 4050 m hohen Punkte und vom 4390 m Dschedopaß aus; er hebt hervor, daß sie hoch über 6000 m aufragen. Kein Zweifel, daß es sich um das Kunkagebirge der Széchenyi-Expedition, um das Minya Gongka-Gebirge von Stevens handelt. Während des Krieges erschienen, hat das Reisewerk Tafels nicht die Beachtung gefunden, die es als eine überaus reiche Fundgrube von wissenschaftlichen Beobachtungen über Tibet verdiente. Noch nicht sind Tafels Karten über den südlichen Teile des Reisegebietes erschienen, auf denen das Bogungga-Gebirge verzeichnet sein dürfte. In der zweiten gekürzten Auflage des Buches sind die überaus lehrreichen Ansichten desselben nicht aufgenommen. Die Höhenangaben Kreitners sind aus den neueren Karten geschwunden. Ein großer Spielraum für phantasievolle Auffassungen ist an Stelle der Kenntnis getreten, die wir Anfang des Jahrhunderts über die Gebirge um Tatsienlu hatten. Einen Neuntausender zu entdecken, rüstete die National Geographical Society in Washington eine Expedition dahin aus.

Mit reichlichen Mitteln ausgestattet, ist der Deutschamerikaner Joseph F. Rock im Sommer 1929 an der Westseite des Minya Gongkar-Gebirges entlang gezogen und hat hier zahlreiche Photographien aufgenommen, die die Gipfel und Gletscher eines Gebirges von hochalpinem Charakter zeigen. Eindringen in dasselbe ist er nicht, und mager ist sein geographischer Bericht²⁾. Nach seiner Rückkehr haben amerikanische Blätter gemeldet, Rock habe einen Berg entdeckt, höher als der Mount Everest, er selbst schreibt ihm aber nur 25 600' = 7800 m zu, also nicht viel mehr als Kreitner gemessen.

Auch in China lenkte sich der Blick auf die Gebirge in der Umgebung von Tatsienlu, die offenbar die höchsten Gipfel des Reiches der Mitte bergen. Die Sunyatsen-Universität in Kanton rüstete eine Expedition dahin aus. Der Schweizer Arnold Heim, damals Professor der Geologie an der Universität, war die Seele des Unternehmens. Er gewann dafür die Minister Tai-Chi-tao und Chu-Chia-Hua; deren Unterstützung ermöglichten ihm, den Topographen E. Imhof in Zürich heranzuziehen. Wohl ausgerüstet brach die aus 9 Köpfen bestehende Gesellschaft, 4 Europäer und 5 Chinesen, im Mai 1930 auf und reiste durch Yünnan in das Gebiet. Die unruhigen politischen Verhältnisse verlangsamten den Anmarsch; erst im August konnte Heim mit einem chinesischen Assistenten, begleitet vom Tibeter Shephard, eine Umgehung des Minya Gongkar-Gebirges beginnen, die bis in den November dauerte. Sie hatten während der ganzen Zeit mit Regen zu kämpfen, ebenso wie Imhof, der in der Nähe von Tatsienlu topographische Aufnahmen zu machen versuchte. Das war nicht zu verwundern. Tritt doch im mittleren Yangtse, in Itshang, das Maximum des sommerlichen Regenfalles wie in Nordchina, erst im Juli ein, darauf folgt noch ein zweites, allerdings wenig bedeutendes im Oktober. Erst im November gibt es ständig klares Wetter.

¹⁾ Meine Tibetreise. Stuttgart 1914. Bd. II. Tafel XLV, XLVI. S. 200.

²⁾ The glories of the Minya Konka. Geographical Magazine LVIII. S. 385. Oktober 1930.

Heim benutzte dieses zu einer Winterreise auf das Hochland von Tibet in das Land Nyarong. Hier war ihm die Begleitung des Missionars Edgar von großem Nutzen. Über beide Reisen sowie die Rückreise auf dem Yangtse berichtet sein Buch¹⁾, das als Titel den Namen des Gebirges so wiedergibt, wie er vom Abte des Gongkar-Klosters²⁾ geschrieben worden ist.

Es ist eine wesentliche Bereicherung der Literatur über das Land im großen Knie des Yangtse. Klar und anschaulich geschrieben, bietet es eine sachliche Darstellung von den Erlebnissen und Entdeckungen eines Naturforschers, der nicht bloß Geologisches sieht, sondern auch ein offenes Auge für die Tiere und die Pflanzenwelt hat, dessen feines Ohr die musikalischen Töne der Tibeter hört. Gewandter Zeichner, glänzender Photograph, bietet er eine Fülle von Bildern von gutenteils unbetretenen Pfaden. Dabei hat er einen guten und scharfen Blick für alles Geographische, und wenn ihm auch infolge des allerdings vor auszusehenden Wetters nicht möglich gewesen ist, bis auf einen Hochgipfel des Minya Gongkar-Gebirges vorzudringen, so bringt er doch Grundlegendes über ein bisher unbekanntes Gebirge. Eine von ihm selbst aufgenommene Karte 1 : 275 000, die auch Beobachtungsergebnisse von Imhof verwendet, zeigt letzteres in seiner Umgebung.

Es erhebt sich genau südlich von Tatsienlu als eine Kette von höchstens 50 km Länge und 20 km Breite, ist also länger als das Massiv des Mont Blanc; aber übertrifft diesen mit 7700 m Höhe³⁾ bei weitem. Auch ist es weniger massiv. Von der Ferne gesehen erscheint es wie eine Reihe nebeneinander gestellter Matterhörner. Hoch ragt es über die Schneegrenze empor, die in 5300—5500 m Höhe zu suchen ist. Alle seine Zacken sind Firngipfel, Gletscher erstrecken sich in seine Hochtäler. Zwei größere von 10—15 km Länge richten sich nach Osten und enden in etwa 4000 m Höhe in dichtem Hochwald; mehrere kleinere reichen bis in etwa gleiche Höhe nach Westen herab. Zahlreiche prachtvolle Bilder zeigen die Bergwelt von dieser Seite, ein Panorama vom fernen Nyanyanshan von Osten her. Zuflüsse des Tung-ho umklammern das Gebirge, die Wasserscheide gegen den Yalong liegt weiter im Westen, im Bereiche des Hochlandes, dem das Gebirge entsteigt. Hier hebt sich die Waldgrenze, westwärts ansteigend, bis 4500 m und einzelne Bäume stehen fast bis Mont Blanc-Höhe. v. Loczy und namentlich Tafel haben diese Hochfläche bereits als eine zerschnittene Rumpffläche gedeutet. Ihre Höhen bewegen

¹⁾ Minya Gongkar. Forschungsreise ins Hochgebirge von Chinesisch Tibet. Erlebnisse und Entdeckungen. Berlin 1933. 244 S. Mit 3 Tafeln, Karten, Panoramen, 20 Zeichnungen im Text und 147 Photographien.

²⁾ Rock und Burdsall schreiben Minya Konka. Konka ist nach Burdsall ein heiliger Eisgipfel. Minyag der Name der Landschaft, in der der Berg liegt. Die erste Silbe von Konkar enthält nach Burdsall die erste Silbe von Kantschendzönga.

³⁾ Wie Heim am Schlusse unseres Buches mitteilt, ist der Hochgipfel des Minya Gongkar bestiegen worden. Dies geschah durch die Sikong-Expedition 1932, welche sich die genaue Bestimmung der Höhe und astronomischen Lage des Berges zu einem besonderen Ziele setzte. Sie wurde wie folgt gefunden: $\varphi 29^{\circ} 36' 32''$ $\gamma 101^{\circ} 52' 12''$ Ost h = 7587 m \pm 26 m, rund 7590 m. (Richard L. Burdsall. The altitude and location of Minya Konka. Geographical Review 1934, S. 118.) Erster Bericht über die Besteigung: Bull. Appalachian Mountain Club 1933. S. 450.

sich um 5000 m. Um 2700 m überragt sie der heilige Gipfel des Minya Gongkar, an dessen Westfuße im Budschütale das buddhistische Kloster Gongkar Gomba liegt. Das Hochland besteht größtenteils aus Schiefer, das Gebirge aus Granit. Wir haben also einen ähnlichen Gegensatz wie zwischen dem Tuxer Schiefergebirge und den Zillertaler Alpen, aber fast viermal so groß ist der Höhenunterschied der entsprechenden Gipfelfluren; dabei überragt der Hauptgipfel des Minya Gongkar seine Nachbarn noch um rund 700 m.

Ausgesprochene Steilformen herrschen im Gebirge, Hangformen im Bereiche der Hochfläche. Hier und da kommt es selbst zu Ver-ebnungsflächen, wie z. B. bei Litang. Aber im allgemeinen haben wir es mit einem zerschnittenen Hochland zu tun, dessen Täler nach Süden zu rasch an Tiefe zunehmen und dann unwegsam werden. In tiefen Canyons fließen der Yangtsè, Yalong und Tungho im südöstlichen Teil der Hochlande und machen das Land im großen Knie des Yangtse schwer zugänglich. Wo diese tief eingeschnittenen Täler dicht an die Gebirge herantreten, die aus dem Hochlande aufragen, gibt es Höhenunterschiede von seltenen Ausmaßen. Bei Tatsienlu sind die Gipfel um 3600 m höher als der Fluß 10 km von ihnen, der Hauptgipfel des Minya Gongkar ist 6000 m höher als der nur 30 km entfernte Tungho. Das ist ein Höhenunterschied, wie wir ihn nur noch im Himalaya, z. B. südöstlich vom Kangchendzönga, auf gleicher Entfernung antreffen.

Unverkennbar hat eine jugendliche Vertiefung der großen Täler stattgefunden. Heim schließt aus ihr auf eine jugendliche, noch fort-dauernde Hebung des Hochlandes, die nichts mit der Faltung von dessen stark gestörten Schichten zu tun hat, sondern von derselben durch eine Zeit starker Abtragung getrennt ist. Er kommt zu einer Vorstellung, zu welcher auch die morphologische Erforschung der Alpen geführt hat, nämlich daß der Gebirgscharakter in weitem Um-fang durch senkrechte Bewegungen bestimmt wird, durch welche große Krustenteile in zenitaler Richtung verschoben worden sind. Die Ket-ten, die aus dem Hochland aufragen, gewinnen unter solchen Um-ständen besondere Bedeutung. Es fragt sich, ob sie älter sind als die Hebung oder eine Begleiterscheinung derselben sind. Darüber spricht sich Heim nicht aus. Wenn ich hier versuche, der Frage näherzutreten, so geschieht dies nicht in der Überzeugung, sie lösen zu können, son-dern lediglich in der Absicht, ein offenes Problem aufzurollen.

Die Tatsache, daß die Gebirge des Hochlandes, nicht nur Minya Gongkar, sondern auch die Sechstausender bei Tatsienlu und der weit-hin sichtbare heilige Jara-Berg (Dschara Re Tafels), dessen Höhe nach Kreitner 7800 m, nach von Heim mitgeteilter Messung Imhofs nur 5930 m ist¹⁾, aus granitischen Gesteinen bestehen während in der Um-gebung Schiefer herrschen, legt den Gedanken nahe, daß sie aus der-selben als Härtlinge herausgearbeitet sind. Aber dies gilt schwerlich für alle Ketten des Hochlandes, namentlich nicht für die langen, nach Nordosten gerichteten Ketten von Tibet. Angesichts ihrer kann man meinen, daß es sich um Erhebungswellen handelt, entstanden bei der

¹⁾ Nach Burdsall sind die Koordinaten: $\varphi = 30^{\circ} 23' 22''$ N $\lambda 101^{\circ} 41' 20''$ Ost
h = 5907 m.

Hebung des gesamten Hochlandes von Tibet. Darauf weist die enge Beziehung von ihnen zu den Flußläufen. Diese schmiegen sich im östlichen Tibet den Ketten an. In weitem Bogen umschlingt der Obere Hoangho, der Matschü, das Amne Matschen-Gebirge, gleichsam als ob er bei dessen Emporhebung zur Seite geschoben worden sei, wie es dann eintritt, wenn in verhältnismäßig ebenem Land eine Aufwölbung erfolgt. Bei der Herausarbeitung von Ketten hingegen pflegen die Flußläufe ihre ursprüngliche Richtung zu wahren und bewirken, von derselben ausgehend, die Ausräumung; sie durchbrechen gern die harten Gesteine, die durch die von ihnen ausgehende Tätigkeit herausgearbeitet werden. Sobald nun durch ansehnliche Hebung eines größeren Gebietes seine Gerinne in die Lage versetzt werden, in die Tiefe zu arbeiten, dann werden die angeschmiegtten Flüsse festgelegt und Richtungen festgehalten, die sie in den Zeiten leichter Beweglichkeit eingeschlagen haben. So findet die Umkehr des Matschü im flachen Gelände, die Tafel beim Kloster So tsong feststellte, mehr als ein Seitenstück in den wiederholten Knickungen des Canyons vom Yangtse, in solchen am Yalong und Tungho, weiter im Westen in der des Shayok.

Daß im Bereich der tibetanischen Ketten heute noch lebhafteste Krustenbewegungen vonstatten gehen, lehren Erdbeben, die an einzelnen Stellen besonders häufig sind. Heim untersuchte ihre Spuren an einem Zuflusse des Yalong oberhalb des Klosters Taofu (Dawo Tafels) bei Sharato. Hier hatte bereits Tafel die Wirkungen eines heftigen Bebens vom August 1904 wahrgenommen, dem alle tibetischen Häuser zum Opfer gefallen waren. Heim traf auf solche eines Bebens vom 23. März 1923, das wiederum an Bauwerken großen Schaden angerichtet hat. Er verfolgte weithin noch gut sichtbare Risse, bei Kaladrong war das ganze Talgehänge zerrüttet. Die Risse liefen genau dem Haupttal entlang. „Es ergibt sich also, daß eine Erdbebenfurche, auch wenn sie nur eine Handbreit, das Wasser zu führen vermag. Ist dieses aber einmal in eine Furche geleitet, so gräbt es sich auf dem vorgezeichneten Wege tiefer. Ein ganzes Tal kann schließlich daraus entstehen. Aus dieser Erkenntnis ergibt sich, daß auch die älteren Furchen wenigstens teilweise den gleichen Ursprung haben wie die jüngsten Verwerfungen, und Erdbeben müssen also in diesem Lande schon vor Jahrhunderttausenden, ja vor Jahrmillionen stattgefunden haben.“ In diesen Worten faßt Heim das Ergebnis seiner Untersuchungen zusammen, über die er eine geologische Spezialarbeit im Manuskript vollendet hat. Er erkennt eine enge Beziehung zwischen den Hauptzügen der Oberflächengestaltung des Hochlandes und Krustenbewegungen, so wie wir sie aus anderen Gründen mutmaßten. Tafels Fundgrube von Tatsachen nennt noch andere Gebiete des südöstlichen Tibet von gleicher Unruhe.

Auf besondere Jugendlichkeit der Hebung des Minya Gongkar-Gebirges schließt Heim aus dem Umstande, daß er daselbst keine ansehnlichen Spuren einer eiszeitlichen Vergletscherung gefunden hat. Erst in wenigen Kilometern Entfernung von den heutigen Gletschern traf er auf Moränen, die er als eiszeitliche deutet. Es sei also die Vergletscherung nicht viel größer als gegenwärtig gewesen; die eiszeit-

liche Schneegrenze könne also nicht so weit herabgedrückt gewesen sein wie sonst, oder das ganze Land sei während der Eiszeit weniger hoch gewesen. Nehmen wir die allgemeine Herabdrückung der eiszeitlichen Schneegrenze zu 1000 m an, so würde sich die Geringfügigkeit der eiszeitlichen Vergletscherung unseres Gebirges also durch eine nacheiszeitliche Hebung von 1000 m erklären lassen, die in rund 20 000 Jahren erfolgt sein müßte. Das erscheint auf den ersten Blick bedenklich viel. Aber wenn wir erwägen, daß die säkulare Hebung Skandinaviens bei Stockholm 0,5 m, am Nordende des Bottnischen Golfes 1 m im Jahrhundert beträgt, so ist ein Betrag von 5 m im Jahrhundert keineswegs etwas Außerordentliches, namentlich wenn wir uns vergegenwärtigen, daß beim Erdbeben von Alaska 1899 in einer Nacht ein Küstenstück um 11 m gehoben worden ist. Theoretische Bedenken gegen die Heimsche Annahme sind also nicht geboten.

Aber seine Angaben über die Geringfügigkeit der eiszeitlichen Vergletscherung stehen in Widerspruch zu denen anderer. Nicht bloß v. Loczy berichtet über Moränen in dem von ihm durchwanderten Gebiet zwischen Tatsienlu und Batang; auch Tafel erwähnt sie nicht selten aus dem Lande nordöstlich Tatsienlu; Spuren eiszeitlicher Vergletscherung sind aus dem birmanisch-tibetanischen Grenzgebiet bekannt¹⁾, weswegen an einer stattlichen Herabdrückung im gesamten tibetanischen Südosten des Hochlandes kaum zu zweifeln ist. Heim selbst bringt endlich Angaben aus der Nachbarschaft des Minya Gongkar-Gebirges, die auf eine nicht unansehnliche Vergletscherung schließen lassen. Als er zwischen dem Gebirge und den Sechstausendern von Tatsienlu hindurch zog, fand er beiderseits des Yatsiaken-Passes (3850 m) Moränen; sie bekunden, daß dieser Paß vom Eis bedeckt gewesen ist. Als er dann nach dem Tungho herabstieg, erreichte er ein Schotterfeld, ähnlich den Niederterrassenfeldern vor den Endmoränen der alpinen Würmvergletscherung, und gleich denselben zerschnitten vom Flusse. Es senkt sich von 1900 m auf 1600 m herab und dringt ein Stück weit in die Täler des Minya Gongkar-Gebirges ein. Dürfen wir nach der Analogie mit alpinen Verhältnissen urteilen, so gehört es zu wenig höher gelegenen Endmoränen. Heim hat sie nicht gefunden. Endmoränen sind in Engtälern selten erhalten, auch in den Alpen nicht; sie fehlen in den Tälern, die sich vom Pamir zum Pändsch herabziehen. Man kann also nach den vorliegenden Beobachtungen auch auf Gletscher schließen, die auf der Ostseite des Minya Gongkar bis auf etwa 2500 m herabreichten; sie würden die übliche Herabdrückung der eiszeitlichen Schneegrenze verlangen.

Natürlich ist es mißlich für jemanden, der eine Gegend nicht bereist hat, mit einer durch eigene Beobachtungen nicht stützbaeren Ansicht einem Forscher entgegenzutreten, der an Ort und Stelle gewesen ist. Wenn ich mich auf die Seite von v. Loczy und Tafel hinsichtlich einer früher stärkeren Vergletscherung des Gebietes schlage, so geschieht dies auf Grund einer Ansicht des Dschara-re (= Jara

¹⁾ F. Kingdon Ward: Glacial phenomena on the Yun-nan Tibet frontier. *Geographical Journal*. XLVIII, 1916, S. 55. Explorations on the Burma Tibet frontier. Ebenda LXXX, 1932, S. 465. J. W. Gregory and C. J. Gregory: The Alps of Chinese Tibet and their geographical relations. Ebenda LXI, 1923, S. 153.

Heims), die Tafel mitteilt (Tafel XLIV). Da sieht man ein deutliches Trogtal, von Tafel Wannental genannt, das sich von Tatsienlu heraufzieht. Es verlangt die Annahme eines ansehnlichen Gletschers, der von jenem heiligen Berg herabstieg, während dieser heute nur kleine Gletscherchen trägt. Wie weit sonst die Gletscher von den Ketten des Hochlandes herabreichten, läßt sich aus den vorliegenden Berichten nicht entnehmen; kein Grund liegt indes für die Annahme vor, daß das in Rede stehende Gebiet in seiner Gesamtheit vergletschert gewesen war. Schon Tafel fand hier am oberen Yalong Löß, was Heim neuerlich feststellte. Er bildet Steinwerkzeuge ab, die in ihm gefunden worden sind. Sie haben sehr primitive Formen, und in Europa würde man nicht zweifeln, daß ein älterer Löß vorliegt, wie er unvergletschert gewesene Gebiete kennzeichnet. Aber es ist fraglich, ob eine solche Argumentation auch für Tibet zutrifft. Mit Recht hegt Heim Bedenken, die in einem kleinen Teil von Europa gewonnene Altersbestimmung des Paläolithikums auf Tibet auszudehnen; dauerte dasselbe doch in Tasmanien bis ins 18. Jahrhundert. Nicht undenkbar ist, daß der Löß am oberen Yalong ein postglazialer ist, ähnlich dem des St. Gallener Rheintales. Scheint doch die Lößbildung in Zentralasien noch im Gange zu sein. Ich möchte daher in seinem Auftreten nicht gerade einen Beweis gegen eine zusammenhängende eiszeitliche Vergletscherung von Südosttibet erblicken, wie sie für Westtibet noch kürzlich von Trinkler behauptet und für ganz Tibet von Kingdon Ward angenommen wird. Ich will nur darauf hinweisen, wie schwer es heute noch ist, ein sicheres Urteil über die Eiszeit in Zentralasien zu gewinnen.

Wenn aber auch als sicher angenommen werden kann, daß damals Südosttibet stärker vergletschert gewesen ist als heute, und in der Geringfügigkeit eiszeitlicher Gletscherspuren kein Grund für die Annahme einer jugendlichen Hebung des Gebietes sein kann, so ist doch an einer solchen Hebung nicht zu zweifeln. Dafür liefern die tief eingeschnittenen Canyontäler, von denen Heim und auch Rock lehrreiche Abbildungen mitteilen, zwingende Beweise. Eine großartige jugendliche epirogenetische Hebung¹⁾ ist in Tibet mit starken jungen orogenetischen Bewegungen verbunden, beide schließen einander nicht aus. Solches konnte man anfänglich denken, als man in Nordeuropa zur Vorstellung kontinentaler Hebungen und Senkungen kam. Was hier vonstatten geht, ist etwas ganz anderes, als das, was in Tibet im Gange ist. In Nordeuropa haben wir es, ebenso wie in Nordamerika, mit der Wiederherstellung des durch die Vergletscherungen gestörten isostatischen Gleichgewichtes zu tun; das Land kehrt allmählich in seine frühere Lage zurück. In Tibet aber handelt es sich um eine großartige hypsogenetische Bewegung, welche einen großen Teil des Innern von Asien hoch emporgeschoben hat und noch weiter schiebt.

¹⁾ Bereits Bailey Willis hat auf sie hingewiesen. *Research in China*. II, 1907, S. 99, 111 (Carnegie Institution of Washington Publ. 54, vol. 2). Dagegen glauben J. W. und C. J. Gregory die Canyonbildung auf Einbrüche im Unterlaufe des binterindischen Flusses zurückführen zu können. *The Alps of Chinese Tibet and their geographical relations*. *Geographical Journal* LX, 1923, S. 153.

Dies hat für das westliche Tibet jüngst unser Landsmann de Terra erwiesen¹⁾).

Dies scheint ohne Störung des isostatischen Gleichgewichtes zu geschehen; wenigstens übt Tibet keine solche Lotstörung aus, wie man nach seiner gewaltigen Masse gewärtigen sollte; ihr durch die indische Gradmessung festgestelltes Fehlen ist es ja gewesen, was den Gedanken an eine Isostasie zuerst weckte²⁾. Wir stehen daher vor der Frage, wie können hypsogenetische Bewegungen stattfinden, ohne daß das isostatische Gleichgewicht gestört wird. Solange die Kontraktionstheorie herrschte, war man um die Antwort nicht verlegen. Man brauchte sich nur zu denken, daß die zusammengeschobene Erdkruste nicht bloß nach oben als Gebirge auftürmte, sondern auch nach unten gepreßt wurde und hier dichtere Massen zur Seite schob. Jedes Faltengebirge sollte sozusagen eine Wurzel in die Tiefe entwickeln. Ein solcher Gedanke hat seine Berechtigung dann, wenn die Gebirgserhebung unmittelbar aus der Faltung hervorgeht. Daß dies im südöstlichen Tibet wie auch anderwärts nicht der Fall ist, erhellt aus Heims Darlegungen. Ein längst gefaltetes Gebiet wird gehoben, die Hebung erfolgt nicht beim Zusammenschub der Kruste, sondern viel später. Diese Erkenntnis löst die Beantwortung des Problems gänzlich los von der Kontraktionstheorie. Eine andere Erklärung des Auftretens weniger dichter Massen unter dem erst gehobenen Krustenteil muß gegeben werden; es hat entweder eine Auflockerung solcher dichteren Massen oder ein Austausch von dichteren und weniger dichteren Massen unter der Kruste in der Tiefe stattgefunden.

Dieselben beiden Möglichkeiten ergeben sich, wenn wir an bathygene Bewegungen der Erdkruste denken, welche in Senkungsfeldern stattfinden, ebenso wie die hypsogenen in den Hebungsfeldern. Sie ziehen ebenso andauernde Gesteinsablagerung nach sich, wie die Hebungsfelder andauernde Abtragung. Nur dann, wenn die Trümmerzufuhr von der Nachbarschaft nicht mehr für Zuschüttung ausreicht, entsteht ein tiefes Gesenke, das leer bleibt oder sich mit Seen füllt oder in das das Meer eintritt. Drastisch spricht Ampferer von Aufschluckungsgebieten. Es handelt sich nicht um ein Einbrechen in eine leere Tiefe, sondern um ein Hinabgezogenwerden über Massen, welche abfließen oder sich verdichten. Nun sind namentlich streifenförmig angeordnete Hebungsbereiche mit ebensolchen Senkungsfeldern vergesellschaftet. Man erhält den Eindruck, daß in der Tiefe Massenbewegungen von einem Gebiet zum andern stattgefunden hätten, und dieser Eindruck wird verstärkt dort, wo ein Senkungsfeld sich in eine Hebungszone verwandelt, wie man dies namentlich in Faltengebirgen wahrnimmt.

Gedanken, welche die geomorphologischen Probleme im Fernen Westen Nordamerikas ausgelöst haben, kehren angesichts des Hoch-

¹⁾ Physographical results of a recent survey in little Tibet. *Geographical Review* 1934, S. 12.

²⁾ Wie groß das Schweredefizit im westlichen Tibet ist, hat kürzlich de Graaf Herunter gezeigt. (*Isostasy. India gravity observations. Travaux de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale. VIII. 1931. S. 24.*)

landes von Tibet wieder¹⁾, dessen physiogeographische Ähnlichkeit mit der Puna de Atacama höchst auffällig ist. Der sinkende Pazifik preßte hier, wie Walther Penck²⁾ annimmt, neben sich Porphyrit- und Andesitmassen auf. Die Puna wurde dadurch gehoben, wobei ihre Oberfläche gewellt in Großfalten gelegt wurde, ohne daß eine Raum-minderung eintrat. Auch sonst ist mehr und mehr von subkrustalen Strömungen als Hauptträgern aller Krustenbewegungen die Rede. Sie können die Kruste mit sich schleppen und dort zusammenstauen, wo sie in die Tiefe geschluckt werden. Hier entstehen jene Strukturen, die wir gewöhnlich als das Kennzeichen von Faltegebirgen ansehen, die aber erst dann als Gebirge erscheinen, wenn an die Stelle einer bathygenen Entwicklung eine hypsogene tritt, wenn Hebung die Senkung ablöst, wie wir es in so vielen Gebirgen sehen, die aus großen Geosynklinalen erwachsen sind. Anders die Gebirge, die sich wie Wellen an aufsteigende Bewegungen knüpfen. Auch sie können geneigte Schichtstellungen aufweisen, so wie sie ein Tuch aufweist, unter dem eine Wellenbewegung stattfindet. Aber diese geneigten Schichtstellungen sind nicht mit einer Zusammenpressung von Schichten verbunden, sie bezeugen Großfalten im Sinne von Walther Penck.

Man verzeihe diesen Exkurs, der durch Heims Buch angeregt ist, wenn er sich auch nicht notwendigerweise nur aus ihm ergibt. Das Gebiet, das Heim untersucht hat, ist zweifellos eines der interessantesten auf der Erde. Wiederholt hat Ferdinand v. Richthofen auf die Notwendigkeit hingewiesen, es zu erforschen, und hat namentlich Sven Hedin nahegelegt, dies zu tun³⁾. Es ist eine glückliche Fügung, daß, nachdem Albert Tafel, ein Schüler Richthofens, von Norden her bis Tatsienlu vorgestoßen war, nunmehr Arnold Heim die Gegend südlich und nordwestlich der chinesischen Grenzstadt erforschen konnte, über die Richthofen gar nichts zu berichten vermochte⁴⁾. Mit Stolz bekennt sich Heim als Schüler des Meisters. Wie kein zweiter war er berufen, dessen großes Lebenswerk fortzusetzen. Als weit gereister Geologe hat er wie wenige einen Blick für die großen tektonischen Fragen, und wenn er auch Richthofen nicht in bezug auf die Annahme großer Zerrungen im südlichen China beipflichten kann und das Becken von Szetschuan nicht als einfaches Senkungsfeld deutet⁵⁾, so zeugt dies von der Unabhängigkeit, mit der er seine geologischen Forschungen betrieben hat.

Wie viel Anregendes sie in morphologischer Hinsicht bieten, davon zeugen die vorstehenden Zeilen. Dabei aber füllt die Dar-

¹⁾ Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften. Phys.-math. Klasse 1929, XII.

²⁾ Hauptzüge im Bau des Südrandes der Puna de Atacama. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Beilage-Bd. XXXVIII, 1914, S. 643 (682). Der Südrand der Puna de Atacama. Abh. math.-phys. Klasse der sächsischen Akademie der Wissensch. XXXVII, 1920, S. 354.

³⁾ E. Tiessen: Meister und Schüler. Ferdinand Freiherr von Richthofen an Sven Hedin. Berlin 1933, S. 119, 138.

⁴⁾ China Bd. III, 1912. Herausgegeben von Ernst Tiessen. S. 300.

⁵⁾ Tektonische Beobachtungen am Yangtsekiang. *Eclogae geologicae Helvetiae*. XXV, 1932, S. 259.

stellung ihrer oft nur andeutungsweise gegebenen Ergebnisse nur einen kleinen Teil des Buches. Es enthält sehr viel Einzelheiten über die Gärung, die in China bis an dessen äußerste Grenzen herrscht, und zeigt die tiefgreifenden Wandlungen, die sich nicht bloß im tibetischen Grenzgebiet, sondern auch Yünnan und Szetschuan vollzogen haben; große Erschwerungen des Reisens haben sich daraus ergeben. Es ist sehr kostspielig geworden. Heim mußte mit seinen Begleitern die Rückreise auf dem Yangtse auf Deck kleiner chinesischer Dampfer wie ein Kuli zurücklegen, da die Mittel die Benutzung eines europäischen oder japanischen Schiffes nicht gestatteten. Was er dabei und auch sonst erlebte, wird jenen Leser, der weniger Interesse am Morphologischen hat, reichlich entschädigen.
