

Zuwachses an Fläche und Einwohnerzahl an der Reihenfolge und gegenseitigen Machtstellung der Balkanstaaten untereinander nichts geändert, denn das vermeintliche Kräfteverhältnis ist ein ziemlich gleiches geblieben, was bekanntlich seitens der Staatsmänner mit dem tief sinnigen Worte „Aufrechterhaltung des politischen Gleichgewichtes“ bezeichnet wird. Einen wirklichen Erfolg, der berufen ist, eine neue Etappe im wirtschaftlichen Aufstieg des Staates zu bezeichnen, dürfte indes nur Griechenland und — wenn es nicht vom Mittelmeer noch gänzlich abgedrängt wird — selbst Bulgarien zu verzeichnen haben. Rumänien bleibt auch weiterhin mit einem Länderszuwachs, was es bisher war; Serbien aber ist trotz seiner doppelten Größe abhängiger wie vordem geworden und wird es infolge der Struktur seines Landes selbst auch dann noch bleiben, wenn die geplante Verschmelzung mit dem vom gleichen Volksstamme bewohnten Montenegro zustande kommen und ihm den vielbegehrten direkten Anteil am Meere verschaffen sollte.

Was schließlich den kulturellen Gewinn betrifft, der den Völkern der Balkanhalbinsel aus diesem epochalen Kriege erwachsen sollte, so dürfte dieser den ursprünglichen Voraussetzungen nicht entsprechen. Zur Befreiung der christlichen Brüder vom türkischen Joche und zur Niederringung des mohammedanischen Fanatismus zog man aus und den nationalen Haß und die christlich-konfessionelle Unduldsamkeit brachte man heim. Vorläufig kann nur konstatiert werden, daß an die Stelle der asiatisch-türkischen Barbarei die von den Balkanvölkern gegeneinander verübten Greuel getreten sind. Der Untergang der europäischen Türkei lehrt von neuem, daß ein Staatswesen, das sich nicht zur religiösen und nationalen Gleichberechtigung seiner Völker emporzuarbeiten vermag, keinen Bestand hat — werden die neu zusammengesetzten Balkanstaaten diese ewige Wahrheit erkennen? Der Krieg, den sie untereinander geführt haben, hat zunächst das Gegenteil bewiesen; der große Moment fand ein erbärmlich kleines Geschlecht. R.

Neues über den Aufbau von Niederösterreich.

Von den Hypothesen des Gebirgsbaues und den Grundlagen der geologischen Untersuchung.

Von Dir. Dr. Julius Mayer in Bruck a. d. Mur.

Im Heft 5 des zweiten Jahrganges dieser Zeitschrift hat Herr Fachlehrer Hans Kaindlstorfer in dem Aufsätze „Der moderne Geographieunterricht und seine Gegner“ trefflich gezeigt, wie ein gewisses Maß von Geologie für den richtigen Geographieunterricht förderlich, ja unerläßlich ist, wie aber andererseits ein Zuviel nachteilig wirkt. In einer noch unangenehmeren Lage als der Schüler befindet sich der Lehrer der Erdkunde. Was wir Lehrer der älteren Generation an der Lehrerbildungsanstalt und durch Fachstudium oder an der Universität aus Geologie erlernt haben, reicht bei weitem nicht hin, um sich in den neuen geologischen Hypothesen zurechtzufinden. Ich habe noch den Altmeister Dr. Eduard Sueß gehört und trotzdem bedurfte es eines mehrwöchigen eingehenden Studiums und der freundlichen Unterstützung des vorzüglichen Geologen Dr. Adolf Stiný, k. k. Forstkommissär in Bruck a. d. M., und des Naturhistorikers der k. k. Staatsrealschule in Bruck a. d. M., des Professors Dr.

Karl Gaulhofer, um mich in der neueren Alpengeologie einigermaßen zurechtzufinden. Weil nicht jeder Lehrer der Erdkunde gleiche Zeit und Gelegenheit hiezu haben dürfte, so wird es vielleicht nicht zwecklos sein, wenn ich nun die Dinge, wie ich sie erfaßt habe, darstelle. Das wird freilich recht lückenhaft sein; denn es widerstrebt mir, Ausdrücke zu gebrauchen, die ich selbst nicht verstanden habe. Und ich habe — trotz ausgiebigen Studiums — manches nicht verstanden. Auch wird manchem meine Ausdrucksweise zu hausbacken erscheinen. Der mag sich meiner mit den Schillerschen Worten getrösten: „Anders als in anderen Köpfen malt sich in diesem Kopf die Welt.“

Eine vollkommen befriedigende Erklärung der Gebirgsfaltung konnte bis jetzt noch nicht gegeben werden. Es gibt keine Theorie, sondern nur Hypothesen zur Erklärung der Entstehung eines Gebirges mit so verwickeltem Bau, wie es die Alpen sind. Bei den Erklärungsversuchen erweisen sich

viele Geologen von den Erscheinungen ihrer nächsten Umgebung ebenso beeinflußt wie hervorragende Dichter in ihren Werken.¹ Der in Freiberg in Sachsen wirkende Werner (1750—1817) kannte keine Faltung, sondern höchstens schiefgeschichtige Ablagerung. Die Gebirge waren für ihn ein Ergebnis der Abspülung (Neptunismus). Geologen, welche aus dem an vulkanischen Erhebungen reichen Schottland stammten, faßten die Gebirge als Erzeugnisse zentrifugaler Kräfte auf, die, vom feurigflüssigen Magma ausgehend, die Gebirge förmlich aufblähten. Auch Humboldt und Buch, Werners Schüler, teilten im wesentlichen die Ansichten der Plutonisten. Für die Erklärung der Bildung der Faltengebirge im allgemeinen ist diese Hypothese meines Wissens zwar aufgegeben, doch mag die Entstehung mancher Gebirgsstöcke, bei denen es sich um Intrusivstöcke handelt, z. B. des Adamello- und Bachergebirges und des Wechsels, durch die Anwendung dieser Hypothese solange zweckmäßig erklärt erscheinen, bis etwa nachgewiesen wird, daß die Intrusion nur einen im aufgewölbten Gebirge schon vorhandenen Hohlraum erfüllte. Im Laufe des 19. Jahrhunderts gewann die Ansicht immer mehr Anhang, daß die Faltung in den Alpen und in anderen Faltengebirgen als eine Wirkung der Schwerkraft, also einer zentripetalen Kraft anzusehen sei, welche sich bei der durch die Abkühlung der Erde hervorgerufenen Schrumpfung der Erdoberfläche äußert. Die Senkungshypothese läßt die Faltung an Schollen vor sich gehen, welche in die vom Wasser ausgewaschenen Räume einsinken. Demnach müßten die Gebirge tiefer liegen als ihre Umgebung. Eduard Sueß aber kam zu der Ansicht, daß das Einsinken einzelner Teile der Erdoberfläche einen seitlichen Schub an der Oberfläche verursache, so daß die Faltung

durch die Anpressung der geschobenen Masse gegen eine feste Scholle entstände. So bildeten sich aus den Sedimenten, welche in einem tiefen Meeresstreifen — einer Geosynklinale — abgelagert worden waren, mächtige Gebirge. Die Ostalpen wären demnach durch die Anpressung der Schichten an die Böhmisches Masse entstanden. Gegen diese Schubhypothese erhoben sich aber wieder Bedenken. „Wenn der Jurabogen“, sagt Dr. Ferdinand Löwl,¹ „der längs dem konvexen Rande 380 km mißt, durch einseitigen Schub aus der 290 km langen Sehne Chambéry—Sägern hervorgegangen wäre, hätte der Jura im Streichen eine Zerrung in dem unmöglichen Verhältnisse 3 : 4 erleiden müssen. In Wirklichkeit bezeugen die Jurafalten durch ihre Mäander eine streichende Stauung und nicht eine Zerrung.“ Löwl scheint sich der alten Auffassung Beaumonts anzuschließen, daß die Kettengebirge nachgiebige Rindenstreifen seien, die durch die Stauung der äußersten Erdkugelschale zwischen weniger nachgiebigen Schollen wie in einem Schraubstock zusammengedrückt, verbogen und aufgestaut wurden.² Ein Kettengebirge stünde also der Hauptsache nach an demselben Orte, an dem die es bildenden Schichten zur Ablagerung kamen.³ Beide, Sueß und Löwl, erkennen als Ursache der Faltung die Schrumpfung der Erdoberfläche; dieser Meinung schließen sich heute die meisten Geologen an, wenn sie auch über den Faltungsvorgang verschiedener Meinung sind. Immerhin fehlt es nicht an Hypothesen, welche die Ursache der Faltung in anderen Vorgängen suchen. Etliche seien hier kurz erwähnt, ohne das Für und Wider zu prüfen. Der amerikanische Geologe Dutton suchte die Gebirgsbildung auf Grund der Isostasie, des Gleichgewichtszustandes, zu erklären. Die Schweremessungen haben ergeben, daß unter den Ozeanen größere, unter den Kontinenten geringere Dichte herrscht. Die Abtragung eines Gebirges würde den Gleichgewichtszustand zu Ungunsten der Kontinente stören, wenn nicht die Störung durch den Auftrieb der Kontinente ausgeglichen würde. Hierbei soll ein Andrängen der Küstenablagerungen gegen das Festland mit einer Stärke stattfinden, die genügte, langgestreckte und

¹ Die Darstellung baut sich auf folgenden Werken auf: Geologie von Prof. Dr. Ferdinand Löwl, Wien 1906 (in dem bei Franz Deuticke erschienenen Sammelwerk: „Die Erdkunde“); als grundlegendes Werk allen Geographen bestens zu empfehlen. — Erdgeschichte von Prof. Dr. Melchior Neumayr, 2. Auflage, neu bearbeitet von Prof. Dr. Viktor Uhlig, Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1897, I. Band, S. 339 bis 389. — Allgemeine Erdkunde von Dr. J. Hann, Dr. F. v. Hochstetter und Dr. A. Pokorny, vermehrte und erweiterte Ausgabe 1886 (S. 365—373) in dem Sammelwerk: „Unser Wissen von der Erde“ von Alfons Kirchoff.

¹ a. a. O., S. 172.

² a. a. O., S. 173.

³ a. a. O., S. 185.

mächtige Falten zu erzeugen; auch Überkippen gehobener Schollen auf sinkende können stattfinden. — Die thermische Hypothese wurde hauptsächlich von R. Mellard-Reade ausgebildet. Die Erfüllung langgestreckter Geosynklinalen mit mächtigen Sedimentlagen mußte eine Durchwärmung des neuabgelagerten Gesteins zur Folge haben. Unter der Annahme, daß die Temperatur bei je 33 m Eindringen in das Erdinnere um 1° zunehme, müßten die untersten Stufen einer 10.000 m mächtigen Ablagerung eine Temperatur von mehr als 300° C haben. Die durch die Temperaturzunahme hervorgerufene Ausdehnung der Schichten genüge, da ein seitliches Ausweichen in der Geosynklinale unmöglich ist, um ein Aufblähen und im Gefolge eine Faltung der Sedimente hervorzurufen. — Andere führen die Faltung gewisser Teile auf eine Erniedrigung der Temperatur zurück, verursacht durch mächtige Eisdecken. Die Geoisothermen müssen sich unter diesen senken, die Gesteine sich zusammensziehen, die Küste muß nachsinken. Das Abschmelzen der Eisdecke muß dann die entgegengesetzte Bewegung und mithin eine Hebung hervorrufen. Auch die Abtragung der Gebirge muß eine Senkung der Geoisothermen unter dem abgetragenen Gebirge, ein Steigen unter dem angeschwemmten Boden zur Folge haben. — Schließlich wurde die Gebirgsbildung auch mit der Anziehungskraft der Gestirne in Verbindung gebracht.

Was immer man als Ursache der Faltung ansehen mag, so wird es begreiflich erscheinen, daß auch innerhalb eines Faltungsgebietes die einzelnen Gesteine der Faltung in sehr verschiedenem Grade Folge leisteten. Manche Schollen blieben starr und konnten gar nicht gefaltet werden, an anderen Stellen brachen Faltengebölbe auf (Aufbruchlinien). Manche Falten wurden zerrissen und die einzelnen Teile aneinander verschoben (Blattverschiebungen), längs Brüchen und Verwerfungslinien sanken Stücke in die Tiefe — es entstanden Senkungsfelder —, manchmal blieb von einem Gebirge nur ein rings von Bruchlinien begrenztes Stück (Horst) übrig. Manche Faltenysteme waren als Festland allen Zerstörungskräften ausgesetzt, die heute noch auf Festländern wirken, tauchten dann abermals unter den Meeresspiegel und wurden wiederum gefaltet. In den Alpen scheint

sich dieser Vorgang mehrmals wiederholt zu haben. Je eingehender einzelne Stücke der Alpen untersucht wurden, desto mehr traten Erscheinungen zutage, welche sich mit der einfachen Faltung nicht erklären ließen. Folgen z. B. in einem Gebiete die Schichten in der Weise aufeinander, wie sie in Fig. 1 abgebildet sind, wobei *a* die älteste, *c* die jüngste Schichte bezeichnet, so hilft man sich mit der Erklärung, daß hier ein Schichtensystem zertrümmert und die einzelnen Teile wie die Schollen eines Eisstoßes übereinander geschoben wurden (Schuppenstruktur).

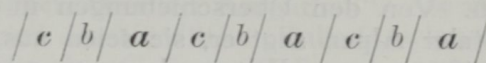


Fig. 1.

Der Aufbau des Rhätikon, wie ihn A. Rothpletz darstellt,¹ kann aber auch mit Hilfe der Schuppenstruktur nicht erklärt werden. Auf einem breiten Sockel von Flysch ruhen hier gewaltige Gesteinsmassen, welche verschiedenen Formationen von der Kreide bis zum Urgestein angehören. Er nimmt an, daß weitaus die meisten der höheren Gebirgskämme des Rhätikon Teile des Deckgebirges sind, das ursprünglich landesfremd von Osten her eingewandert ist und sich zum Herrscher über das alteinsässige Gebirge gemacht hat. Die Vorrückung nach Westen berechnet er mit 30 km, die Masse des auflastenden Deckgebirges auch heute noch mindestens mit 300 km³. — Kommt durch teilweise Denudation der Decke irgendwo unter den älteren Gesteinen die jüngere Unterlage zum Vorschein, so spricht man von einem Fenster. Die Überschiebungshypothese wurde schon viel früher angewendet, um die unglaublich verwickelten Lagerungsverhältnisse des sogenannten Hennegausystems in Hochbelgien zu erklären. Zwischen Boulogne und Aachen lagern die Devon- und teilweise die Silur-schichten auf den jüngeren Karbonschichten. Es bedeutet dies nach Penck² eine Hebung von 6000 m. Auch unter den Alpengeologen fand die Überschiebungshypothese bald zahlreiche Anhänger; zunächst wurde sie von den Schweizer Geologen Schradt

¹ Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V., XXXI. Band (1900), S. 42—51.

² Das Königreich Belgien in „Unser Wissen von der Erde“; Länderkunde von Europa von Alfons Kirchoff I/2, S. 529 und 534. F. Tempsky und G. Freytag, Wien, Prag, Leipzig 1889.

und Lugeon ausgebildet. Dr. C. Diener hat in der Abhandlung „Der Gebirgsbau der Ostalpen“¹ im wesentlichen ähnliche Ansichten wie Dr. Löwl geäußert; er tritt der Auffassung Sueß' hinsichtlich des einseitigen Schubes durch den Hinweis auf den ganz abweichenden Bau des östlichen Teiles des sogenannten Drauzuges entgegen, der in das Kroatische Tiefland eintritt, wo südwärts gerichtete Überschiebungen nachweisbar sind. Die Grenze zwischen der Flyschzone und der nördlichen Kalkzone scheint ihm fast in ihrer ganzen Ausdehnung auf einer Überschiebung zu beruhen. Von den Überschiebungen in den Lechtaler Alpen sagt er, sie seien aus der Zerreißung von Falten hervorgegangen. „Die Ausbildung der großen Längenfurche zwischen Schwaz und Gloggnitz ist allerdings ein Werk der Erosion, aber die erste Anlage derselben ist durch tektonische Störungen bedingt worden. Eine Reihe von Brüchen und südwärts, gegen die Innenseite des Alpenbogens gerichteten Überschiebungen begleitet den südlichen Absturz der Nordkalkalpen.“ Die ganze Triasscholle der Julischen Alpen ist nach seiner Meinung über die Südost streichenden Faltenzüge der Umgebung von Tolmein und Idria, die bereits dem Dinarischen Systeme des Karstlandes angehören, geschoben. J. Blaas nimmt in seiner Abhandlung „Struktur und Relief in den Alpen“² auf Lugeon Bezug; daher nehmen die Überschiebungen in seiner Darstellung schon einen etwas breiteren Raum als bei Dr. Diener ein. Das ganze Faltenbündel der Chablais (südlich vom Genfer See) und die Schweizer Voralpen (zwischen Genfer und Thuner See) sind nach Lugeon wurzellose Schüblinge, die aus den inneren Zügen des Alpenbogens stammen und ursprünglich zu der Decke der Zentralmassive gehörten. „Es ist aber noch keineswegs ausgemacht, daß die Wechsel nicht an Ort und Stelle entstanden“, sagt Dr. Ferd. Löwl.³ „Jedemfalls ist die Sicherheit, mit der Lugeon und Termier die Zuständigkeit der einzelnen Schüblinge bestimmten, schwer zu verstehen.“ — Unterdessen wurde aber die Überschiebungshypothese zur Schubdecken-

hypothese weiter entwickelt. Nach der Darstellung G. Steinmanns in der Abhandlung „Geologische Probleme des Alpengebirges“¹ bestehen die Alpen großen- oder größtenteils aus vier Hauptschubdecken, neben denen noch kleine Schubdecken zu unterscheiden sind. Zwar betont Steinmann noch an einer Stelle, es dürfe die Betrachtungsweise, daß die Masse des Gebirges an Ort und Stelle wurzelnd betrachtet werde, natürlich nicht ohne zwingende Gründe verlassen werden. Wenn man aber dann die schematische Darstellung der Faltungsdecken in den Ostalpen ansieht, so findet man, daß die Wurzelgebiete im Vergleich zu den lang ausgefalteten Decken ziemlich klein sind. Drei Decken lagern da übereinander: die Helvetische, die Lepontinische und die Ostalpine, während die Südalpine sich südlich von der Gaillinie ausbreitet, ohne von den anderen unter- oder überschoben zu werden. Die Ostalpen zeigen nach Steinmann nördlich von der Gaillinie und ihrer geradlinigen Fortsetzung bis an den Nordrand der Nördlichen Kalkalpen die Ostalpine Fazies, doch sind im unteren Engadin und zwischen Brenner und Murquelle größere Fenster der Lepontinischen Fazies geöffnet.² Am Nordrand der Ostalpinen Fazies kommt dann durchwegs — unter dieser hervortauchend — die Helvetische Fazies (— die Flyschzone —) zum Vorschein: „Die Meeresregionen, in denen die Gesteine der drei Faziesbezirke entstanden, lagen ursprünglich im Alpengebiete in der Richtung von N gegen S oder NW gegen SO nach obiger Reihenfolge hintereinander; auch die nördlichste, die Helvetische, lag noch beträchtlich weit hinter der Linie des heutigen Alpenrandes zurück. Bei der ersten Phase der Gebirgsbildung wurden die Gesteinsmassen aller drei Gebiete zum größten Teil aus ihren Ursprungsgebieten gegen N zu herausgepreßt und angenähert wagrecht übereinander geschichtet . . . , der gleiche Vorgang vollzog sich aber auch innerhalb jedes einzelnen der drei Deckensysteme im kleinen.“ „So hat sich dann“, nach der Meinung Steinmanns, „vom Stand-

¹ Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V., XXXII. Band (1901), S. 1—20.

² Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V., XXXV. Band (1904), S. 1—17.

³ Geologie, S. 178.

¹ Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V., XXXVII. Band (1906), S. 1—44.

² Hiezu kommt dann noch das Semmeringgebiet. Vgl. Viktor Uhlig: „Der Deckenbau in den Ostalpen“ in den Mitteil. der Geologischen Gesellschaft in Wien, II. Jahrg. 1909, S. 482.

punkte der Überfaltungsdecken auch eine zusagende Deutung der merkwürdig verwickelten Faziesverhältnisse in den Ostalpen gefunden. Aber diese vieles erklärende Deutung führt notwendig zur Folgerung, daß die gesamten Ostalpen bis südlich der Tauernkette als wurzellose Decke den lepontinischen und helvetischen Gesteinen auflagern, ... alles dies besitzt keinen Halt im Untergrunde. Es ist ortsfremd und weither aus dem Süden herbeigeschafft. Dabei erweisen sich die Entfernungen, die die Faltungsdecken von ihrer Ursprungsgegend (oder Wurzelregion) aus zurückgelegt haben, als ebenso ungeheuer und schwer vorstellbar wie der Umfang der Gesteinsmassen, die auf diese Weise gegen Norden bewegt wurden. Von Lienz im Drautale, wo etwa der Ursprungsort der Bayrischen Kalkalpen zu suchen ist, bis zu den vordersten Dolomitbergen im Süden des Chiemsees messen wir fast 120 km.“ Den Grund für die alpinen Überfaltungen aufzudecken, ist bisher allerdings noch nicht gelungen, für Erscheinungen, „die jetzt erst als eine, noch nicht einmal von allen Seiten anerkannte Tatsache vor uns stehen“. Das ist zunächst, wie mir scheint, ein Mißbrauch des Wortes Tatsache. Wenn nun Steinmann bei Deutung des verwickelten Aufbaus der Axenkette am Vierwaldstätter See nach der Schubdeckenhypothese in den Ruf ausbricht: „Wie einfach löst sich dies Rätsel des Gebirgsaufbaues nach der neuen Vorstellung von übereinander geschichteten Faltungsdecken mit durchwegs südlichem Ursprunge“, so muß ich gestehen, daß mir das nach der Lehre der wurzellosen Decken entworfene Profil nicht um soviel einfacher erscheint als das von Heim nach der älteren Auffassung mit wurzelnder Faltung. Auch muß ich feststellen, daß das Heimsche Profil am Nordfuße der Rigihoehfluh ein schwaches Band mittlerer und oberer Kreide verzeichnet, das auf dem Profil mit wurzellosen Decken (nach Lujeon und Arbenz) fehlt. Dadurch wurde allerdings eine wesentliche Vereinfachung im wurzellosen Profil erzielt.

Der verstorbene Gelehrte Viktor Uhlig hat den Bau der Ostalpen im Sinne der Schubdeckenhypothese näher betrachtet.¹ Es scheint ihm, daß der östliche Teil der

¹ Vgl. „Der Deckenbau in den Ostalpen“ in den Mitteil. der Geologischen Gesellschaft in Wien, II. Jahrg. 1909, S. 462 ff.

ostalpinen Sandsteinzone eine reichere Gliederung aufzeige als der westliche. „Neue Teildecken scheinen sich einzuschließen, deren Verwandtschaft mit den Beskidischen Decken der Karpathen unverkennbar ist.“¹ Er unterscheidet daher in dem östlichsten Teile der Sandsteinzone eine Helvetisch-beskidische Decke. „Von Gmunden angefangen bis an das Ostende der Alpen ist neuerdings eine Zwischenzone zwischen der Ostalpinen und der Helvetisch-beskidischen Decke nachweisbar.“ Manche Gesteine dieser Klippenzone² „sind ersichtlich identisch mit der Pieninischen Klippenfazies der Karpathen“. Als Wurzelregion der Nördlichen Kalkalpen bezeichnet Uhlig das Gailtaler Kalkgebirge,³ wie dies auch Steinmann schon tat. Die äußersten Ausläufer dieses Wurzelzuges lassen sich im Westen bis zum Penser Joch bei Sterzing und bis an den Südrand des Bachergebirges verfolgen. Das Wurzelgebiet nahm bei einer Länge von 300 km und bei einer mit durchschnittlich 10 km wohl hoch berechneten Breite eine Fläche von 3000 km² ein. Die aus dem Wurzelgebiet stammenden Decken mußten sich aber über eine Fläche von ungefähr 36.000 km² ausbreiten. Nehmen wir an, daß die Decke im Mittel nur 300 m stark war, so gibt das, wenn man die Faltung gar nicht in Betracht zieht, eine Gesteinsmasse von beiläufig 11.000 km³! Dann erhebt sich die Frage: Worauf ruht denn die unterste, die Helvetische Decke? Was ist mit den Erhebungen geschehen, die sie weggefegt hat? Die Reste dieses Grundgebirges müßten doch am Nordrande der Flyschzone oder am Südrande der Böhmisches Masse zu sehen sein. Aus verschiedenen Andeutungen Steinmanns geht hervor, daß die Schubdeckenhypothese in der Steinmann-Uhlig'schen Ausgestaltung als eine Erweiterung der Lehre Sueß' vom einseitigen Schub aufzufassen ist, und man

¹ a. a. O., S. 473 f.

² Vgl.: Zur Tektonik der subalpinen Gesteiner Schichten Österreichs von Friedrich Trauth in den Mitteil. der Geologischen Gesellschaft in Wien, I. Jahrg. 1908, S. 112 ff.

³ Mitteil. der Geologischen Gesellschaft in Wien, II. Jahrg. 1909, S. 487. — Die Nördlichen Kalkalpen wären demnach aus einem nordwärts gerichteten Schub entstanden. Man beachte, daß Dr. Diener noch im Jahre 1901 sagt, daß eine Reihe von Brüchen und südwärts, gegen die Innenseite des Alpenbogens gerichtete Überschiebungen den südlichen Absturz der Nordkalkalpen begleiten.

wird daher das, was man gegen die Hypothese Suesß' ins Treffen geführt hat, auch gegen die Schubdeckenlehre einwenden können, dazu aber noch manches andere. Daß es Schubdecken gibt, wird nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft kaum in Abrede zu stellen sein. Wenn nun mehrere Gelehrte auf Grund einzelner Erkenntnisse eine Lehre vom Deckenbau ganzer Gebirge aufstellen, so ist dies eine jener kühnen Verallgemeinerungen, wie sie in verschiedenen Wissenschaften gemacht werden und vielleicht gemacht werden müssen, um der Wahrheit näher zu kommen. Trotz mancher Einwände hat die Schubdeckenhypothese gewiß ihre volle Berechtigung. Um aber den Aufbau ganzer Gebirge aus Schubdecken als Tatsache hinzustellen, dazu reichen meines Erachtens die bis jetzt gemachten Beobachtungen noch nicht hin. Auch Uhlig spricht mehrmals in der erwähnten Abhandlung von dem Deckenbau als von einer Tatsache, kommt aber dann doch zu dem Schlusse:¹ „Man wird später gewiß noch weit vollständigere und an die Wirklichkeit mehr angenäherte Bilder des Alpenbaues erlangen, als es das heutige ist. . . . Auf diesem langen, langen Wege wird die Deckenlehre nur eine Episode, aber gewiß keine unrühmliche bilden.“

Der Auffassung Uhligs vom Aufbau der Alpen folgen bei den Einzeluntersuchungen viele Mitglieder der Geologischen Gesellschaft in Wien, während sich der Stab der Geologen an der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien gegen die Verallgemeinerung der Schubdeckenhypothese ablehnend verhält, obwohl er Überschiebungen im beschränkten Maße gelten läßt. Hiemit stehen wir bei einer Schwäche der Geologen und vieler anderer Gelehrten. Es handelt sich häufig nicht um objektive, daher fast unumstößliche Beobachtungen, sondern um sehr subjektive Meinungen. Es steht oft Behauptung gegen Behauptung. Wenn man aus der Gelehrtenstube nicht bloß mit einer Ansicht, sondern mit einer festgewurzelten Überzeugung, für die man sich vielleicht schon mit dem ganzen Ansehen seiner Stellung als Gelehrter eingesetzt hat, ins Feld hinaustritt, so wird das Auge des einen nur allzuleicht nichts als Decke, das eines anderen das Gegenteil sehen.

Eine zweite Schwäche liegt in der Horizontierung, beziehungsweise in der Alters-

bestimmung der Schichten. Bei der Feststellung einer Überschiebung handelt es sich nicht immer um so auffällige Unterschiede, wie sie im Rhätikon wahrzunehmen sind, sondern manchmal um die Feststellung der geologischen Altersverschiedenheit der vierten Untergliederung der Formationen, der Schichten. Folgen die Schichten in der Reihenfolge aufeinander, wie sie ursprünglich abgelagert wurden, dann ist die Sache einfach: das Alter nimmt mit der Tiefe zu. Diese ungestörte Lagerung trifft in den Alpen nur an wenigen Stellen zu. Die Altersbestimmung muß daher nach Leitfossilien vorgenommen werden. Obwohl die Darwin-Haekelsche Abstammungslehre gerade unter den Geologen manchen Widerspruch erfahren hat, so wird doch im allgemeinen an der Überzeugung vom Aufsteigen des Lebens im Laufe der geologischen Zeit festgehalten.¹ Denken wir uns nun einen Augenblick in eine Zeit versetzt, welche hinsichtlich der geologischen Entwicklung etwa in demselben Abstände vor uns liegt wie das Mitteltertiär hinter uns. Es hätte nun ein Zukunftsgeologe europäische und australische Fossilien des 18. Jahrhunderts zu vergleichen. Könnte er sie wohl als gleich alt bezeichnen? Gewiß nicht. Er müßte feststellen, daß die Fauna und Flora des australischen Festlandes einschließlich *homo sapiens* um viele Horizonte tiefer zu stellen sei als die europäische. Hiebei handelt es sich um hochentwickelte Lebewesen. Die Horizontierung in der Trias erfolgt aber größtenteils nach den oft sehr mangelhaft erhaltenen Mollusken und Molluskoiden, bei deren Bestimmung sich der vorsichtige Paläontologe oft einer Wendung, wie: „Ich halte dies (z. B.) für *Terebratula vulgaris*“, bedienen wird. Nach Unterschieden, welche meist nur mikroskopisch festzustellen sind, erfolgt die Altersbestimmung, da wird z. B. festgestellt, daß der Lunzer Sandstein jünger ist als der Muschelkalk. Könnte nicht der Lunzer Sandstein oder was man so nennt einmal gleichzeitig, ein andermal früher oder später als der Muschelkalk abgelagert worden sein? Nachdem man hie und da Spuren einer Permisschen Eiszeit gefunden hat, so sind mindestens seit dem Ende des Paläozoikums die einzelnen Erdräume fortwährenden Klimaschwankungen unterworfen. Außerdem

¹ a. a. O., S. 490/491.

¹ Vgl. Löwl, Geologie, S. 64/65.

haben wir wohl seit diesen Zeiten — wenn nicht schon früher — eine zonale Klimaanordnung anzunehmen. So herrschte, wenn man annehmen kann, daß gleichartig gebaute Lebewesen in anderen Zeitaltern dieselben Lebensbedingungen hatten wie heute, in unseren Gebieten mehrmals das Klima von Tromsö, dann das von Astrachan, dann jenes von Palermo und Ceylon. Kehrete das Klima von Tromsö wieder, so brachte es seine Lebewesen oder sehr ähnlich gestaltete zurück. Wie verschieden müssen die Lebewesen gleichartiger Triashorizonte sein, wenn das Gebiet bei der Ablagerung der Schichten arktisches oder tropisches Klima hatte! Man denke sich, daß ein Horizont der Trias unter dem Einflusse eines „Golfstromes“, ein jüngerer unter der Einwirkung eines „Labradorstromes“ gebildet wurde, so dürfte letzterer — nur mit Rücksicht auf die Fossilien betrachtet — als der ältere erscheinen. Man wird also, um die anscheinend widersinnige Lagerung zu erklären, an eine Überschiebung denken. Man beachte doch den gewaltigen Unterschied hinsichtlich der Lebensbedingungen und der damit zusammenhängenden Fauna und Flora der Umgebung von Lissabon und der Umgebung von New-York, des Gebietes von Smyrna und Odessa! Die Mollusken des Monte Gargano stehen jenen des wenige Kilometer entfernten Apennin in vieler Beziehung völlig

fremd gegenüber. „Die regionalen Hebungen und Senkungen der Erdrinde, aus denen sich die Änderungen in der Ausdehnung und Tiefe der alten Meere ergaben, gingen aber nicht einmal in einem so kleinen Gebiete wie Mitteleuropa, geschweige denn in weiteren Räumen gleichzeitig und in demselben Sinne vor sich. Die Gliederung der Formationsfolge beruht demnach auf beschränkten, örtlichen Verhältnissen und kam nur durch die Autorität ihrer Urheber und weiterhin durch das Bedürfnis nach irgend einem Referenzschema zur allgemeinen Geltung. Das Schema wäre ganz anders ausgefallen, wenn die grundlegenden stratigraphischen Arbeiten nicht in England und Deutschland, sondern in den Alpen und in den Mittelmeerländern ausgeführt worden wären.“¹ Mir scheint also, daß eine genauere Altersbestimmung nach Fossilien auf sehr schwachen Füßen steht. Wir nehmen sie hin, weil wir kein besseres Mittel für die Altersbestimmung haben. Weitgehende Schlüsse für ein Lehrgebäude darauf zu bauen, ist nach meiner Meinung ebenso gewagt, wie wenn ein Philologe späterer Jahrhunderte bei dem Vergleich der Arbeit eines angehenden Mittelschülers mit der eines hervorragenden Stilisten zur Ansicht käme, die Arbeit des Mittelschülers müsse um etliche Menschenalter vor jener des Stilisten entstanden sein.

¹ Löwl, Geologie, S. 63.

Über die moderne Kartentechnik.

Von k. u. k. Hauptmann Paul Kaltschmid,

Lehrer an der k. u. k. Theresianischen Militärakademie in Wr. Neustadt.

Astronomisch-geodätische Arbeiten.

(Fortsetzung.)

Triangulierungsnetz II.—IV. Ordnung.

Für die Katastral- oder topographische Aufnahme eines Landes wären die trigonometrischen Punkte I. Ordnung noch viel zu schütter. Sie müssen daher verdichtet werden. Innerhalb der Punkte I. Ordnung entstehen durch Wahl und trigonometrische Triangulierung geeigneter gelegener, zueinander näher liegender Punkte immer kleiner werdende Dreiecke — die Punkte II. bis IV. Ordnung. Dadurch ist es endlich möglich, die Bestimmung von weiteren Detail-

punkten graphisch durchzuführen. Davon später.

Es erübrigt noch die Wahl und Berechnung eines entsprechenden Rahmensystems für die zu schaffenden Pläne und Karten.

Für Pläne und Detailkarten ist in vielen Staaten das „Gradkartensystem“ gewählt.

Man denke sich den Erdglobus in das Maß der zu schaffenden Karte verjüngt, etwa 1:200.000. Die Längen- und Breitengrade ergeben sphärische Vierecke (Fig. 15).