

Ueber einige geotektonische Begriffe und deren Anwendung.

Von A. Bittner.

Es ist vor Kurzem (in Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1886, pag. 374) darauf hingewiesen worden, in wie vielfachen und fundamentalen Punkten gewisse neuere Anschauungen über Gebirgsbildung, deren Hauptvertreter Prof. E. Suess ist, sich während geringer Zeiträume geändert haben. Man kann diese Schwankungen vielleicht erklären und gewissermassen entschuldigen wollen mit dem Hinweise darauf, dass ja theoretische Ansichten überhaupt der Veränderung zu unterliegen pflegen, aber damit erweist man diesen theoretischen Ansichten einen nur sehr bescheidenen Dienst, indem man damit zugleich deren Unfertigkeit und Ungeklärtheit zugibt und anerkennt, dass dann folgerichtig diese Ansichten nicht einmal in die Kategorie von Hypothesen, geschweige denn in jene wohlbegründeter Theorien aufzunehmen seien. Aber man übersieht dabei auch noch einen äusserst wesentlichen Punkt, den nämlich, dass es sich bei den hier besprochenen Veränderungen jener theoretischen Ansichten nicht um irgend einen nebensächlichen Punkt, sondern geradezu um die fundamentalsten Sätze handelt, um jene Sätze, welche diese Ansichten eben von anderen ähnlichen Ansichten einzig und allein und principiell unterscheiden, Sätze, welche daher nicht geändert werden können, wenn nicht die ganze theoretische Ansicht oder Hypothese vollkommen umgestaltet oder sogar umgestürzt werden soll.

Diese Neigung zur Nachsicht gegenüber einer gewissen allzuweit gehenden Veränderlichkeit gewisser neuerer geotektonischer Ansichten hat aber oft ihren besonderen, übrigens auch a priori leicht einzusehenden Grund. Er liegt darin, dass derjenige, welcher derselben zugänglich ist, einfach gar nicht zu wissen pflegt, in was denn die Grundideen jener Hypothesen eigentlich bestehen, dass er einfach die leitenden Gedanken dieser Ansichten gar nicht genügend erfasst hat, und in Folge dessen auch gar nicht genügend zu beurtheilen in der Lage ist, in welcher Weise und in welchen Punkten diese Ansichten sich eventuell ändern oder geändert haben. Dass aber solche Fälle

vorkommen, d. h. dass es Forscher gibt, welche sich zur Beurtheilung gewisser neuester Hypothesen und zugleich jener Einwände, welche gegen dieselben vorgebracht wurden, ganz besonders berufen fühlen, obschon sie über das Wesen dieser hypothetischen Ansichten eigentlich nicht so ganz erschöpfend, wie es nöthig wäre, informirt sind, dafür soll sogleich ein Beweis beigebracht werden.

Herr Prof. Dr. A. Penck hat kürzlich in einem Referate über Neumayr's Erdgeschichte im Neuen Jahrb. f. Min. 1888, I, pag. 51, folgenden Passus drucken lassen: „Bittner constatirt einige Abweichungen von den Ansichten von Suess bei Neumayr, Lapparent betrachtet sie als vollkommen übereinstimmend mit den Ansichten von Suess. Thatsächlich steht Neumayr im Wesentlichen auf dem Boden von Suess.“ Daraus folgt unmittelbar, dass die von mir constatirten Abweichungen unwesentlicher Natur seien und man kann, wenn man will, weiter folgern, dass der Artikel in den Verhandl., 1886, pag. 374, in welchem ich diese Abweichungen constatirte, eigentlich ziemlich überflüssig war. Ich gebe sofort zu, dass man vollkommen Recht haben würde, diesen Schluss zu ziehen, wenn die Differenzen zwischen Neumayr und Suess wirklich so unwesentlicher Natur wären, wie Penck meint. Der Fall liegt aber anders. Der Zweck meines Artikels war, zu zeigen, dass Neumayr, obschon er auf dem Standpunkte von Suess zu stehen vorgibt, dennoch in wesentlichen (nicht in unwesentlichen) Punkten von Suess abweicht.

Wenn Lapparent Werth darauf gelegt hat, zu betonen, dass Neumayr mit Suess vollkommen übereinstimmt, so hat er das offenbar in Concordanz mit der von Neumayr selbst gewünschten Auffassung gethan. Aber Lapparent selbst hebt in seiner Einleitung ¹⁾, pag. 2, den Unterschied zwischen den Ansichten von Suess und Neumayr in Betreff der aufsteigenden Bewegungen scharf hervor und sein Gedankengang stimmt mit jenem meines Artikels auf das Genaueste überein. Es ist vollkommen klar, dass die von Suess und von Neumayr bezüglich der aufsteigenden Bewegungen geäußerten Ansichten auch von Lapparent als das Wesentlichste der von beiden genannten Forschern vertretenen theoretischen Meinungen behandelt werden, denn während er in Uebereinstimmung mit der von mir gegebenen Auseinandersetzung einleitend bemerkt, dass Suess kaum andere als sehr versteckte und fast zweifelhafte Anspielungen an die Möglichkeit aufsteigender Bewegungen gibt, während Neumayr diese aufsteigenden Bewegungen offen anerkennt, allerdings unter dem Titel von Begleiterscheinungen der horizontalen Bewegungen, ist die ganze Tendenz und der Grundgedanke seines eigenen Aufsatzes dahin gerichtet, im Gegensatze zu Suess das Vorhandensein aufsteigender Bewegungen in ausgedehntem Masse zu erweisen. Ich werfe also jetzt die Frage auf, ist das Anerkennen aufsteigender Bewegungen durch Neumayr ein wesentlicher — wenn auch formell versteckter — Gegensatz zu den Ansichten von Suess oder ist es kein wesentlicher Gegensatz? Niemand, der in das Wesen dieser Ansichten eingedrungen ist, wird die Frage in letzterem Sinne zu beantworten in der Lage sein. Wenn

¹⁾ A. de Lapparent: Sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre. Estr. du Bulletin de la Soc. géol. de France. 3. Sér., t. XV, pag. 215, Februar 1887.

Prof. Penck das thut, so ist das nur unter der Voraussetzung möglich, dass er die leitenden Ideen der Suess'schen Hypothese nicht vollkommen erfasst hat. Und dass dem wirklich so sei, das beweist er überdies durch die auf den citirten Passus folgenden Zeilen, in denen er ein kurzes Resumé dessen gibt, was seiner Ansicht nach die leitenden Ideen der Suess-Neumayr'schen Hypothese sind. In diesem Resumé erscheinen die leitenden Ideen von Suess stark in den Hintergrund gedrängt gegenüber jener hypothetischen letzten Ursache der Gebirgsbildung, auf welche die Suess-Neumayr'sche Theorie und eine Anzahl anderer verwandter Theorien gemeinsam zurückführen.

Das Wesentliche der Suess'schen Gebirgsbildungshypothese liegt in dem, was Suess selbst Neues an Ideen zu dem bereits vor ihm Vorhandenen beigetragen hat, in jenen Ideen, durch welche sich seine Ansichten von anderen verwandten und von ihm bekämpften Ansichten unterscheiden. Und dieses Wesentliche der Ansichten von Suess ist die absolute Negation jeder aufsteigenden¹⁾ Bewegung des Festen, mit Ausnahme jener, welche etwa mittelbar aus der Faltenbildung hervorgeht und die Annahme der Entstehung der Falten- oder Kettengebirge durch einen einseitig wirkenden horizontalen Schub. Diese beiden wesentlichsten Punkte und Grundgedanken der Suess'schen Hypothese verhalten sich so zu einander, dass anfänglich (Entstehung der Alpen) der letztere nahezu ausschliesslich dominirt, während später (Antlitz der Erde) derselbe gegenüber dem Gedanken von der Nichtexistenz aufsteigender Bewegungen des Festen merklich zurücktritt. Das ist auch ganz begreiflich, denn der eine Gedanke ist ja nur eine Verallgemeinerung des anderen. Zuerst der Satz: Die Gebirge entstehen nicht durch Hebung, sondern durch einseitigen horizontalen Schub; dann der zweite, allgemeinere: Es gibt überhaupt keine Hebung (aufsteigende Bewegung) des Festen, mit Ausnahme jener, welche etwa mittelbar aus der Faltenbildung hervorgeht. Merkwürdig dabei ist allerdings, dass der erste Satz durch den zweiten allgemeineren bereits zum Theile wieder aufgehoben wird. Denn wenn man den einschränkenden Nebensatz des zweiten Gedankens in den ersten Satz einschleibt, so ergibt sich sofort: Die Gebirge entstehen nicht durch Hebung, sondern durch horizontalen, einseitigen Schub, ausser insofern sie etwa durch Hebung entstehen.

Nun ist aber die auch von Prof. Suess nicht gänzlich eliminirte ausnahmsweise Hebung gerade der massgebende Factor bei der Entstehung der Gebirge. Sehen wir doch zu, was wir über dieselbe eigentlich wissen. Die Gebirge entstehen durch Hebung horizontal oder

¹⁾ Suess sagt hier, Verhandl. 1880, pag. 180, „jeder verticalen Bewegung“, was, wenn es überhaupt einen Sinn haben soll, nur durch „aufsteigende Bewegung“ ersetzt werden kann, denn wollte man „verticalaufsteigende Bewegung“ dafür setzen, so wäre das eine Restriction, welche den Suess-Neumayr'schen Kampf gegen aufsteigende Bewegungen einem Kampfe gegen einen nicht vorhandenen Gegner gleichmachen würde, wie schon Lapparent pag. 3 seines oben citirten Artikels treffend hervorhebt. Ueberdies aber wäre die Trennung verticalaufsteigender Bewegungen von den übrigen aufsteigenden Bewegungen eine rein willkürliche und ganz ungerechtfertigte. Man kann einer solchen Trennung aber sofort mit der Frage entgegenreten, bis zu welchem Grade oder Winkel schräg aufsteigende Bewegungen als zulässig erachtet werden?

nahezu horizontal abgelagerter Schichten. „Wenn irgend eine derartig gelagerte Schicht in Falten gelegt wird, so wird natürlich der Scheitel der Falten höher liegen als ursprünglich die ungestörte Fläche; es findet also eine Emportreibung von Gesteinsmateriale statt. Derselben verdanken die Gebirge der Hauptsache nach ihr Hervorragen über ihre Umgebung“, sagt Neumayr, pag. 334 seiner Erdgeschichte. Diese „Emportreibung von Gesteinsmateriale“, d. h. die Erhebung desselben über das früher innegehabte Niveau ist also das, was wir erkennen; es ist ferner klar, dass diese Emportreibung oder Erhebung, welcher alle Falten der Kettengebirge (also jener Gebirge, welche als die hervorragendsten und eigentlichen Repräsentanten der Gebirge überhaupt gelten) ihre Entstehung „der Hauptsache nach“ und in erster Linie verdanken, auf eine Kraft zurückgeführt werden muss, aber mit der Constatirung dieser Nothwendigkeit sind wir auch zugleich an der Grenze unserer dermaligen Erkenntniss angelangt.

Das einfache Nebeneinanderstellen kosmischer Analogien und der allenthalb vorhandenen Gesteinsfaltungen reicht da noch lange nicht aus, um daraus unmittelbar den Schluss ziehen zu können, die Contraction der Erde sei als Ursache der Gebirgsbildung anzusehen. Es ist im Gegentheile ein vollkommen laienhafter Standpunkt, der sich dabei beruhigt; wenn eine allgemeine Erscheinung auf eine sehr entfernt liegende, noch allgemeinere Ursache zurückzuführen gesucht wird, ohne dass man die dahincitenden Zwischenglieder kennt, ohne dass man auch nur weiss, wie gross die Anzahl dieser Zwischenglieder sei, ohne dass man den Schatten einer Gewissheit darüber besitzt, ob diese nach und nach erst aufzufindenden Zwischenglieder auch wirklich in directer Linie auf jene von vornherein angenommene Ursache zurückführen werden, oder ob man mit Zuhilfenahme dieser noch unbekanntem Zwischenglieder vielleicht gar nicht direct oder auch überhaupt nicht auf jene Grundursache zurückgeführt werden wird.

Wenn Jemand in finsterner Nacht, in unbekannter Gegend, auf einer weiten Eisfläche dahineilend, plötzlich vor offenes Wasser geräth und in der Hoffnung, jenseits festen Fuss fassen zu können, einen verzweifelten Sprung ausführt; so wird man das wohl als tolles Wagestück, aber nicht als bewundernswürdige That ansehen dürfen. Ein ähnlicher Sprung ist es, der von der Grenze dessen, was wir über Gebirgsbildung wissen, in's Unbestimmte hinaus gewagt wird, nach jener Richtung hin, wo die Contraction des Erdinnern zu liegen scheint oder doch an ihren festen Bestand angeschossene Schollen, die tragfähig zu sein versprechen. Der Vorsichtige wird es vorziehen, jenen Sprung nicht zu wagen; er wird auf einem, vielleicht weiten Umwege sich seinem Ziele zu nähern suchen oder er wird sich vielleicht glücklich schätzen, wenn er bis zum Tagesanbruch einen weniger entlegenen Ruhepunkt auffindet. Aber vollends verkehrt wäre es, wenn jener Wagehals, ehe er sich zu seinem Sprunge anschickt, noch zuvor den festen Boden, auf dem er steht, zu zertrümmern suchen würde. Und doch geschieht etwas Aehnliches seitens der Vertreter der neueren Gebirgsbildungshypothesen.

Wenn die Hebung der Gebirge thatsächlich das Einzige ist, was wir an positiver Erkenntniss über deren Entstehung besitzen, wenn selbst

die nächste Ursache dieser Erhebung, d. h. die hebende Kraft, für uns bereits im Dunklen liegt, so kann man mit vollem Rechte behaupten, dass es verkehrt und widersinnig sei, wenn Jemand heute diesen einzigen festen Boden unserer Erkenntniss in dieser Frage dadurch zu zerstören oder wesentlich zu reduciren sucht, dass er die Behauptung aufstellt, es gebe keinerlei aufsteigende Bewegung des Festen, mit Ausnahme jener, welche etwa mittelbar aus der Faltenbildung hervorgeht. Ist es nicht einfacher und naturgemässer, auf dem, wenn auch nur wenig umfangreichen Boden thatsächlicher Erkenntniss zu bleiben, als ein Verfahren einzuschlagen, welches darin gipfelt, dass dasjenige, was wir unmittelbar zu erkennen im Stande sind, zuerst grundsätzlich negirt oder höchstens als untergeordnete Begleiterscheinung localer Natur, als örtliche Hebung u. dergl., abhängig von ungenügend bekannten Kräften und ungenügend definirbaren und ausweisbaren Hapterscheinungen, hingestellt, d. h. mit anderen Worten, dass die unmittelbar als Thatsache erkennbare Erhebung der Gebirge, die wir eigentlich zu erklären wünschen, erst in ihrer Existenz bestritten und als etwas ganz Unwesentliches erachtet wird und nachdem das geschehen, in zweiter Linie grossartige und weitausgreifende Hypothesen erdosen werden, um diese „etwa mittelbar aus der Faltung hervorgehende“ ganz nebensächliche Begleiterscheinung, der aber doch wieder die Gebirge der Hauptsache nach ihre Entstehung verdanken, damit zu erklären?!

Es ist klar, dass bei einer solchen Methode der Behandlung allgemeiner Fragen sich fühlbare Inconsequenzen in der Darstellungsweise ergeben müssen. Wie weit dieselben aber gehen können, das lehrt folgende Betrachtung: Suess lässt sogar die Möglichkeit offen — sein wiederholt citirtes „etwa“ sagt dies deutlich genug — dass aus der Faltenbildung aufsteigende Bewegung nicht nothwendig hervorgehen müsste¹⁾, so dass in diesen Fällen zwar Falten entstehen würden, ohne aber dass zugleich ein Gebirge gebildet würde — da ja Hervorragung, respective Hebung das ist, was (auch nach Neumayr) die Gebirge zu Gebirgen macht — oder aber dass Gebirge gebildet würden, die gar nicht über ihre Umgebung hervorragen, also gewissermassen nur theoretische Gebirge oder Nichtgebirge, um den heutigen Anforderungen der physikalischen Geographie an eine präcise Nomenclatur sogleich gerecht zu werden.²⁾

Ich verahre mich hier ausdrücklich dagegen, dass das eben Gesagte etwa als ein schlechter Witz aufgefasst werde; es ist nichts als eine zwingende Consequenz eines der Hauptgedanken der modernen Gebirgsbildungshypothese, und es fällt diese Betrachtung fast zusammen mit der Frage, was man sich denn für anderweitige und wichtigere Wirkungen der oft angerufenen gebirgsbildenden Kräfte zu denken habe, als eben die Erhebung von Gebirgen, die neuestens immer als eine ganz unwesentliche, sozusagen zufällige Nebenerscheinung bei der Gebirgsbildung ausgegeben wird. Vielleicht fühlt sich einer der Vertreter der

¹⁾ Einen gleichlautenden Passus enthält das oben angezogene Referat Penck's über Neumayr's Erdgeschichte; es wird in demselben ebenfalls gesagt, dass örtliche Hebungen im Zusammenhange mit der Gebirgsbildung vorkommen können.

²⁾ Auf den principiell verschiedenen Standpunkt, welchen F. v. Richthofen in dieser Frage vertritt, wurde in Verhandl. 1886, pag. 376 hingewiesen.

neueren Ansichten über Gebirgsbildung durch diese Bemerkungen angeregt, über diese schwierigen Probleme einmal etwas allgemeiner Verständliches mitzutheilen.

Aber, wenn das geschehen sollte, so würde es sich empfehlen, dabei das Erdinnere mit seiner Contraction vollkommen aus dem Spiele zu lassen und sich ganz und gar an das thatsächlich Vorhandene, an das, was wir an Erkenntniss besitzen, zu halten. Denn der Sprung, der mit dieser unmittelbaren Heranziehung der Contraction gemacht wird, ist gewiss viel zu gross, als dass der Vorsichtige ihn wagen könnte, es ist ja sogar möglich, dass wir zur Erklärung der Entstehung der Gebirge eines so gewagten Sprunges gar nicht bedürfen und wenn Jemand heute die Behauptung aussprechen wollte, dass die Entstehung der Gebirge nichts anderes als eine Oberflächenerscheinung der Erdkruste sein könne, dass man zu ihrer Erklärung vielleicht gar nichts anderes brauche, als die Annahme molecularer Veränderungen und Ausdehnungserscheinungen der äusseren Erdrinde, so würde er auf einer mindestens eben so sicheren Basis stehen, als Jene, welche weitabliegende Kräfte und Ursachen für ihre Hypothesen in Anspruch nehmen zu müssen glauben.

Die Grossartigkeit einer Hypothese ist eben noch kein Criterium für deren Güte und Richtigkeit, denn sonst müsste eine Hypothese, welche den Beifall aller derer findet, um wieder mit Penck zu reden, die auf Grund kosmischer Analogien und der allenthalb entgegnetretenden Gesteinsfaltungen die Contraction der Erde als Ursache der Gebirgsbildung ansehen, unbedingt eine der besten sein. Wenn sie als solche noch nicht angesehen werden kann, so liegt das wohl zumeist an den zuvor hervorgehobenen Uebelständen, zu deren grössten die Nichtübereinstimmung in wesentlichen Punkten seitens ihrer Hauptvertreter gehört. Denn, was auch Penck darüber denken möge, so ist es doch vollkommen klar, dass eine wesentliche Nichtübereinstimmung zwischen Suess und Neumayr besteht, wenn ersterer den Satz aufstellt, es gebe keinerlei aufsteigende Bewegung des Festen mit Ausnahme jener, welche etwa mittelbar aus der Faltenbildung hervorgehe, während letzterer die Ansicht vertritt, dass gerade diese aus der Faltenbildung mittelbar hervorgehende aufsteigende Bewegung als die Hauptursache der Gebirgsentstehung zu gelten habe. Es wird damit von Neumayr jene Suesssche Negation aufsteigender Bewegungen des Festen vollkommen wieder aufgehoben, denn wir brauchen zur Entstehung der Gebirge ja überhaupt in erster Linie kein anderes Moment, als eben jene von Neumayr in vollem Umfange zugegebene Erhebung durch Faltenbildung, die Suess nur so ganz nebenbei noch gelten lässt und auf das äusserste, kaum noch weiter zu beachtende Minimum zu beschränken wünscht. Was darüber zurückgreift, ist unerwiesene graue Theorie.

Dagegen kann hier leicht nach einer anderen Richtung weiter zurückgegriffen und erklärt werden, woher die Unzulänglichkeiten in Neumayr's Darstellung der Gebirgsbildung kommen. Sie sind auf einen methodischen Fehler zurückzuführen, auf die nicht genügende Berücksichtigung der von ihm selbst pag. 26 seines Werkes gegebenen Definition der Wesenheit einer guten Theorie und wohl auch darauf, dass diese Definition nicht vollkommen stichhältig ist. Eine gute Theorie

charakterisirt sich nach Neumayr dadurch, dass sie zur Zeit ihrer Aufstellung die Summe der bekannten Thatsachen umfasst, mit keiner derselben in Widerspruch steht, früheren Auffassungen gegenüber einen Fortschritt bekundet, und zu weiterer Forschung anregt. Die beiden letztgenannten Kriterien dürften eigentlich wegfallen, das dritte schon deshalb, weil eine Theorie, die den beiden ersten Anforderungen gerecht wird, eo ipso auch gut sein muss und gar keiner weiteren Anforderung mehr zu entsprechen braucht, um jenes Prädicat zu verdienen, das vierte aber, weil auch ganz verfehlte Theorien ungemein anregend wirken können, so anregend, dass dieses vierte Criterium geradezu als wesentlichster Entschuldigungsgrund verfehlter Theorien zu gelten und angeführt zu werden pflegt. Es liegt auch, wenn man die beiden letztgenannten Anhaltspunkte als wesentliche Kriterien guter Theorien gelten lassen wollte, die Gefahr nahe, dass von mancher Seite eine Theorie, trotzdem sie den beiden ersten Anforderungen nicht gerecht wird, aus dem Grunde Annahme und Stützung finden könnte, weil sie die beiden letzten Kriterien dafür in desto ausgesprochenerer Weise an sich zu tragen scheint. Doch das nur nebenbei.

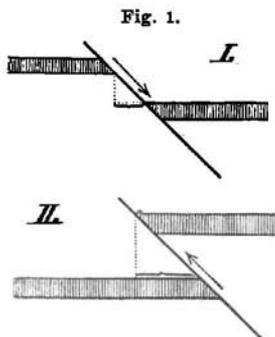
Neumayr nun hat nicht genügend berücksichtigt, dass gegen die Suess'sche Theorie der wohlbegründete Einwurf erhoben worden ist, dass sie die beiden Hauptanforderungen an eine gute Theorie nicht erfüllt, indem sie sowohl die Summe der vorhandenen Thatsachen nicht genügend verwerthet als auch mit einzelnen derselben in offenem Widerspruche steht, wie ich zu wiederholtenmalen gezeigt habe (Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, 1881, pag. 367 ff., Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt, 1885, pag. 24). Diese Nachweise hätten zuerst widerlegt und aus dem Wege geräumt werden müssen, ehe zum weiteren Ausbaue jener Theorie geschritten werden konnte. Das ist aber von keiner Seite geschehen. Immerhin sind an jener Theorie im Laufe der Zeit weitgehende Veränderungen vorgenommen worden, welche zum Theil auf jene Einwürfe zurückzuführen sein mögen, obwohl das nicht eingestanden, nicht einmal angedeutet worden ist. Die Richtung dieser Aenderungen zu zeigen und dass dieselben wesentlicher und einschneidender Natur seien, ist der Zweck meines citirten Artikels in den Verhandlungen 1886 gewesen. Wenn es nothwendig wäre, noch weiter auszuführen, wie wichtig eine Evidenzhaltung solcher Veränderungen in dem Aufbaue der leitenden Ideen derartiger grosser Theorien sei, so würde das am besten durch den nochmaligen Hinweis darauf geschehen können, wie wenig man von anscheinend berufener Seite in das Wesen dieser Theorien einzudringen bemüht ist.

So viel über die Veränderlichkeit in den leitenden Ideen gewisser moderner Anschauungen über Gebirgsbildung. Die eigentliche Aufgabe, die ich mir diesmal gestellt habe, ist aber; zu zeigen, wie veränderlich auch gewisse Begriffe, die jenen Ideen als wesentliche Stützpunkte dienen, sich erweisen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass gewisse — in unserem Falle grossentheils geotektonische — Grundbegriffe zuerst vollkommen geklärt dastehen müssen, ehe man daran denken kann, dieselben als fundamentale Bausteine zum Ausbaue bestimmter Theorien oder Hypothesen zu verwerthen; die Definition eines solchen

Begriffes muss völlig scharf und klar sein, sie darf keine verschiedenen Möglichkeiten der Deutung zulassen; die einmal gegebene Definition muss auch in der Folge, im Verlaufe der auf solche Begriffe aufzubauenden Darstellungen, streng festgehalten werden, es darf da kein Schwanken, kein Denteln, keinerlei Unsicherheit platzgreifen. Es soll gezeigt werden, dass das gerade Gegenteil bei vielen der von Suess — und auch von Anderen — aufgestellten oder angenommenen Begriffe, sobald sie in praktische Verwendung treten, geschieht. Wir wollen uns diesbezüglich auf einige ganz prägnante Beispiele beschränken, auf die Begriffe „Flexur“, „Horst“ und „Schaarung“.

1. Der Begriff einer „Flexur“ wird von Suess in seinem „Antlitz der Erde“, pag. 171, gegeben. Eine „Flexur“ ist eine -förmige Beugung innerhalb des Bereiches horizontal gelagerter Schichten, hervorgerufen durch Senkung einer der beiden durch eine solche Beugung von einander geschiedenen Schollen, zugleich die erste Phase zur Entstehung von „Tafelbrüchen“ (l. c. pag. 174). Die „Tafelbrüche“ sind dementsprechend lange Brüche in horizontal gelagerten Schichtmassen, welche aus Flexuren hervorgehen. Diese Begriffe sind hergenommen aus den geologischen Verhältnissen des Hochplateaus von Utah. Als bezeichnend für die typische Ausbildung des Gebirgsbaues in diesen Regionen wird von den amerikanischen Geologen die gänzliche Abwesenheit jeder horizontal wirkenden Kraft oder Spannung, welche Kettengebirge mit alpinen Merkmalen erzeugt, angenommen; einzelne (Dutton nach Suess, l. c. pag. 174) meinen sogar, es seien hier Auseinanderzerrungen wirksam. Diese Flexuren und Tafelbrüche stehen also den Falten und den aus diesen hervorgegangenen Faltenbrüchen als principiell verschiedene Erscheinungen gegenüber.

Eine sehr eingehende Behandlung haben diese Begriffe durch F. v. Richthofen¹⁾ gefunden. Bei ihm sind Flexuren und Falten — ähnlich wie bei Suess — principiell verschiedene Dinge, bei Flexuren ist Ausdehnung und Zerrung, bei Falten Zusammenschub das leitende Princip. Wir müssen etwas eingehender bei Richthofen's Auseinandersetzungen verweilen. Dieselben gehen von einem Standpunkte aus, der



wesentlich verschieden ist von jenem anderer Forscher. Auf pag. 600 ff. bespricht v. Richthofen Verwerfungen und Verwerfungsflächen. Senkrechte Verwerfungsflächen sind nach ihm selten; schiefe, unter steilen Winkeln einfallende die Regel. In letzterem Falle gibt es zwei Möglichkeiten und Hauptkategorien; in einem Falle (I) ist der gegenüber der Verwerfungsfläche als „hängend“ zu bezeichnende Flügel nach abwärts, im zweiten Falle (II) ist derselbe nach aufwärts verschoben. Es ist nach F. v. Richthofen klar, dass im ersten Falle eine Raumerweiterung in der Horizontalen um den Betrag von $\frac{1}{\sin \alpha}$, d. h. eine Streckung rechtwinklig zur Streichrichtung der Bruchspalte, im zweiten Falle aber eine Raumverminderung um den Betrag von $\frac{1}{\sin \alpha}$, d. h. ein Zusammenschieben in

¹⁾ F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. 1886, pag. 600 ff.

der Horizontalen stattgefunden hat. In jenem Falle ist die Streckung mit Hinabgleiten, in diesem das Zusammenschieben mit einem Aufwärtsschieben verbunden. Die letztere Erscheinung wird im Bergbaue als „Wechsel“ bezeichnet. Die hier von Richthofen adoptirte Definition des „Wechsels“ ist also eine andere, als jene, welche Suess gibt; die „Wechsel“ im Sinne von Suess entstehen aus gebrochenen Kniefalten.¹⁾

Der Effect der Streckung oder Zusammenschiebung im Raume vermindert sich mit der Steilheit des Winkels der Verwerfungsspalte und ist gleich 0, wenn diese senkrecht steht. Den mit Abgleitung verbundenen Fall bezeichnet v. Richthofen als normale Verwerfung; er ist nach ihm der häufigste. Es kann einfache Abgleitung stattfinden, es kann dabei aber auch Schleppung eintreten. Tritt Schleppung hinzu, so hat man das als monoclinale Falte oder Flexur bezeichnet. v. Richthofen behält den Namen Flexur bei, da die Lagerungsform mit dem Begriffe einer Falte nicht stimmt, „denn bei der Falte ist Zusammenschub, bei der Flexur aber Ausdehnung das leitende Princip“.

Damit sind wir bei der Einführung des Begriffes Flexur in die Auseinandersetzungen v. Richthofen's angelangt. Derselbe unterscheidet zunächst eine stehende und eine geneigte Flexur. Der letztere Begriff entspricht dem einer normalen Verwerfung mit Schleppung; nur der Richthofen'sche Begriff einer stehenden Flexur entspricht dem, was Suess Flexur nennt. Diese stehende Flexur v. Richthofen's oder Flexur von Suess aber ist nach der von Richthofen selbst gegebenen Auseinandersetzung eine Erscheinung, welche weder dem Principe der Ausdehnung, noch dem Principe des Zusammenschubs untergeordnet werden kann, sondern sie ist das neutrale Mittelding zwischen beiden Erscheinungen, bei welchem der Effect der Streckung sowohl als jener der Zusammenschiebung = 0 wird.

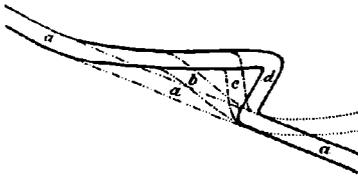
Die weiteren Auseinandersetzungen v. Richthofen's über complicirte und wiederholte Abgleitungen u. s. f. zeigen klar, dass er bei diesen Erscheinungen zunächst immer nur seine normale Verwerfung, resp. geneigte Flexur im Auge hat. Wenn er, pag. 605, sagt, dass Suess „Staffelsenkungen“, durch „Horste“ unterbrochen, in den alpinen Umrundungen des adriatischen Beckens erkannt habe, so soll darauf später zurückgekommen werden.

Wir wollen hier zunächst nur constatiren, dass die principielle Gegensätzlichkeit der Flexuren und Falten vielleicht doch nicht so stark zu betonen wäre, wie v. Richthofen es thut. Ein vermittelnder Uebergang zwischen seinen beiden Principien der Zerrung und des Zusammenschubs wird wenigstens dargestellt durch die von ihm nur ganz nebensächlich gestreiften „stehenden Flexuren“, d. h. eben die „Flexuren“ im Sinne von Suess. Diese Flexuren vermitteln also zwischen „Zerrung“ und „Zusammenschiebung“ und sind principiell einerseits nicht von den „Aufschiebungen“, andererseits nicht von den „Abgleitungen“ oder

¹⁾ Es ist anzumerken, dass auch der Begriff „Blatt“ bei Richthofen, pag. 607, anders defnirt wird als bei Suess. In beiden Fällen dürfte die Definition von Suess vorzuziehen sein, schon deshalb, weil sie für die Discussion theoretisch-geologischer Fragen die Priorität für sich hat.

„normalen Verwerfungen“ (resp. geneigten Flexuren) zu trennen. Die stehenden oder Suess'schen Flexuren sind aber auch von den Falten nicht gegensätzlich zu trennen, nachdem Aufschiebungen und Schichtenfaltungen nach v. Richthofen, pag. 608, auf dasselbe Princip des Zusammenschiebens zurückgeführt werden müssen. Wir werden also auch durch die Richthofen'schen theoretischen Auseinandersetzungen zwanglos zu einer ganz ähnlichen Anschauung und Erkenntniss geführt, wie es jene ist, welche Neumayr in seiner Erdgeschichte, pag. 311, ausspricht, indem er sagt, dass Flexuren in Falten übergehen.

Fig. 2.



Es kann auch in der That die Entstehung einer schiefen Falte (*ada*) kaum anders gedacht werden, als durch die Vermittlung von Bildungsphasen, von denen die erste (*aba*) der geneigten Flexur Richthofen's, die zweite (*aca*) der stehenden Flexur dieses Autors oder der Flexur im Sinne von Suess entspricht. Man müsste dann wohl annehmen, dass bei einem

und demselben tektonischen Vorgange zuerst Zerrung eintritt, welche sich aber immer mehr und mehr vermindert und endlich beim Weiterfortschreiten über das neutrale Mittel der stehenden Flexur hinaus in Zusammenschub übergeht. Eine solche Annahme ist aber kaum denkbar und es wird in Folge dessen die Anwendbarkeit des ganzen Principes der Zerrung bei diesen Erscheinungen theilweise wieder in Frage gestellt.

Nach diesen theoretischen Auseinandersetzungen über Flexuren und ihr Verhältniss zu Falten wollen wir sehen, wie es mit der Anwendung dieser Begriffe auf concrete Fälle steht. Pag. 331 seines „Anlitz der Erde“ sagt Suess: „Ich bezeichne die Störungslinien der Etschbucht als Flexuren, obwohl sie alle sich von dem einfachen Typus der stufenförmigen Flexur durch zwei Merkmale unterscheiden, nämlich dadurch, dass der Hangendflügel überbogen oder überkippt ist und dass der liegende Gebirgstheil eine, wenn auch flache Neigung in entgegengesetzter Richtung hat. Hierdurch erhalten diese Störungen das Aussehen von sehr oberflächlichen schiefen Falten, aber es muss wohl jede Flexur diese Abänderung erfahren, wenn zugleich mit der Senkung eine horizontale Bewegung nach der Richtung der Senkung stattfindet.“ Suess nennt weiterhin (pag. 332) diese Flexuren auch „schiefe Flexuren“ und pag. 333 sagt er mit Beziehung auf dieselben „die Flexuren (oder schiefen Falten)“, gibt also zum mindesten zu, dass er dieselben von wahren schiefen Falten nicht zu unterscheiden wisse, wenn nicht, dass beide identisch sind.

Es gibt also nach Suess in den Südalpen Flexuren vom Aussehen schiefer Falten und es entsteht naturgemäss die Frage, wie man denn solche schiefe Flexuren oder Pseudofalten von wahren schiefen Falten unterscheiden könne, denn das muss man ja doch in der Praxis können, wenn die theoretische Unterscheidung beider überhaupt einen Sinn haben soll. Prof. Suess kann es nicht, wie seine Darstellung klar beweist; es ist daher völlig ungerechtfertigt, wenn er trotzdem für diese tektonischen Erscheinungen der Südalpen den Namen „Flexur“

anwendet, während er die analogen Erscheinungen der Nordalpen als „schiefe Falten“ auffasst. Prof. Suess sucht sich hier durch die Betonung eines Gegensatzes zu helfen, der darin liegen soll, dass in den Südalpen zunächst Senkung mit der Bildung von Flexuren, dann tangentialer Schub, der diese Flexuren in scheinbare schiefe Falten verwandelte, gewirkt habe, während in den Nordalpen nur horizontaler Schub und Bildung schiefer Falten eingetreten sei. Dass das eine vollkommen willkürliche Erklärung ist, liegt auf der Hand, denn unsere Aufgabe kann es nicht sein, zuerst Theorien zu ersinnen und dann die in der Natur vorliegenden Erscheinungen in diese einzuzwängen, sondern wir haben von den Beobachtungen auszugehen und wenn wir die tektonischen Erscheinungen der Südalpen mit Suess für liegende Falten gleich denen der Nordalpen anzuerkennen gezwungen sind, so haben wir kein Recht, vorgefassten theoretischen Meinungen zuliebe, die ersteren allerdings als solche gelten zu lassen, die letzteren aber nicht. Ich habe schon in Verhndl. 1885, pag. 29, gezeigt, dass das ganze Capitel C des 3. Abschnittes des „Antlitz der Erde“ aus lauter willkürlichen und unhaltbaren Annahmen aufgebaut und eigens zu dem Zwecke eingeschoben ist, um die widerhaarigen tektonischen Erscheinungen der östlichen Südalpen dem Rahmen der ganzen Theorie einfügen zu können.

Es hat in der That nicht den mindesten Schein einer Berechtigung, zuerst theoretisch als nebeneinander bestehende, fundamental verschiedene Erscheinungen „Flexuren“ und „Falten“ zu unterscheiden und dann in der Praxis Dinge, die man gezwungen ist, als schiefe Falten aufzufassen, mit Zuhilfenahme theoretischer Willkürlichkeiten als „Flexuren“ zu declariren, die allerdings in Folge besonderer (wieder hypothetischer) Umstände das Aussehen und die Beschaffenheit schiefer Falten angenommen haben sollen. Es ist oben gezeigt worden, dass Flexuren und schiefe Falten nicht einmal theoretisch von einander unterschieden werden können und Prof. Suess will tektonische Erscheinungen, die wie schiefe Falten aussehen, von solchen dennoch principiell in der Praxis unterscheiden und für Flexuren erklären können! Dem gegenüber wird es gut sein, sich einen Ausspruch von Richthofen's (l. c. pag. 599) vor Augen zu halten. Er lautet: „Es ist gegenwärtig noch nicht möglich; aus den beobachtbaren Wirkungen an der Oberfläche bestimmte Schlüsse auf die Art der Vorgänge in der Tiefe zu ziehen“; d. h. also, es ist vollends verkehrt, zu behaupten, man kenne jene Vorgänge in der Tiefe und es sei möglich und statthaft, mit ihrer Zuhilfenahme die Oberflächenerscheinungen auf's Genaueste erklären und deuten und sogar a priori ersonnenen Theorien anpassen zu können.

Die Beobachtung der erkennbaren Oberflächenerscheinungen ist unsere Aufgabe, nicht die willkürliche Erklärung und Deutung derselben durch angenommene, aber nicht bewiesene Vorgänge in der Tiefe. Gegen ein solches, vollkommen unwissenschaftliches Verfahren kann nicht oft und nicht laut genug protestirt werden, umsomehr, wenn diese Deutungen die Erkenntniss nicht im Geringsten zu vermehren, sondern die Anschauungen zu verwirren und die thatsächlichen Resultate zu verdunkeln geeignet sind.

Es ist unter keiner Bedingung zu billigen, wenn einer theoretischen Vorstellung zu Liebe die vorhandene Literatur in einer Weise benützt wird, wie dies beispielsweise von Suess, l. c. pag. 319 geschieht, wo es heisst: „Am Ausgange des Val di Daone ist der Judicarienbruch in eine grosse Flexur übergegangen. Dieselben Bänke des Muschelkalks, welche gegen Westen unter den Tonalit des Adamello tauchen, neigen hier in grossen Bogenstücken ostwärts zu Thale, um unter die höheren Triasbänke hinabzusinken, welche in flacher Lagerung die Ostseite der Judicarien bilden!“ Hier soll doch im Leser die Vorstellung erweckt werden, dass eine an der Westseite des Judicarienthales liegende Flexur sich an der Ostseite in horizontalen Schichten fortsetzt, resp. in diese übergeht. Die mindeste Voraussetzung, unter welcher ein solches Verfahren möglich ist, ist vollkommene Nichtberücksichtigung, resp. Unkenntniss der Literatur. Die hier von Suess gemachten Angaben stehen in dreifacher Beziehung mit den vorliegenden Literaturangaben in Widerspruch, denn erstens sinken die Schichten westlich des Judicarienthales nicht unter die höheren Lagen im Osten des Thales hinab, sondern schneiden an dem auch hier durchziehenden Judicarienbruche scharf ab, zweitens findet im Osten eine Wiederholung der Schichtfolge vom Muschelkalk (inclusive) aufwärts statt und drittens ist die Lagerung der östlichen Schichtmasse keine flache, sondern von Condino aufwärts eine vollkommen senkrecht aufgerichtete oder sogar überkippte (siehe Jahrbuch, 1881, pag. 241 ff., Profile Taf. V u. VI, insbes. Profile 8 u. 9). Ich muss mich hier umso mehr auf die von mir gegebene Darstellung beziehen, als Prof. Suess meine einschlägige Arbeit auf pag. 355 seines „Antlitz der Erde“ gewissermassen als Beleg für seine oben wiedergegebenen, vollkommen unrichtigen Auseinandersetzungen citirt!

Und doch reichen auch solche Verstösse gegen die Wahrheit nicht aus, um die ganze Theorie für den auf das Wesen der Sache eingehenden Leser annehmbar zu machen. Die Unterscheidung zwischen „Flexuren“ und „Falten“ und deren willkürliche Vertheilung auf die Süd- und Nordalpen, die Annahme verschiedener Bewegungen hier und dort erweist sich dem Verfasser des „Antlitz der Erde“ selbst noch als ungenügend, um seine Hypothese zur feststehenden Theorie zu erheben. Das geht aus mehreren Stellen schlagend hervor. So pag. 351: „Die periadriatischen Linien zeigen aber in dem ganzen Gebiete nicht nur Absenkung, sondern auch ein Hinübertreten des höheren über den gesenkten Gebirgstheil und die Ueberschiebung erfolgt in der Regel rings von den Gebirgen gegen das Meer, d. i. von der Höhe gegen die Tiefe der Senkung. Diese verschiedenen periadriatischen Dislocationslinien sind nach demselben Grundplane gebaut; verticale und horizontale Bewegung ist eingetreten.“ Und weiter: „Es liegt die Versuchung nahe, diese Erfahrungen auf die nördlichen Alpen anzuwenden und mit Lory wie in den Westalpen alle Falten der Nordalpen als überschobene Brüche oder Flexuren anzusehen. Ich bin der Meinung, dass dies über den wahren Sachverhalt hinausführen würde.“ Hier wäre der Wissenschaft wohl mit einem Beweise oder doch dem Versuche eines solchen mehr gedient gewesen, als mit einer blossen „Meinung“. Was ist denn überhaupt „der wahre Sachverhalt“ in dieser Frage?

Kennt man ihn oder will man ihn erst erforschen? Und wenn man ihn erst erforschen will, wie kann man schon heute die „Meinung“ aussprechen, dass das oder jenes über diesen noch unbekanntem wahren Sachverhalt hinausführen würde?

Oder kennt man den wahren Sachverhalt oder glaubt ihn doch zu kennen? Und worin besteht er denn dann? Etwa darin, dass in den Nordalpen die Störungslinien nicht als „überschobene Brüche oder Flexuren“ anzusehen sein sollen und in dem dadurch hervortretenden Gegensatze zu den Südalpen, in welchen alle tektonischen Störungen auf überschobene Brüche oder Flexuren zurückgeführt werden sollen? — nach Suess! Da kommen wir abermals darauf, dass man erst eine scharfe Unterscheidung kennen lernen müsse zwischen einer Flexur¹⁾ im Sinne von Suess und einer schiefen Falte, einen präcisen Unterschied zwischen Flexuren, die von den eigentlichen Flexuren darin abweichen, dass sie von schiefen Falten praktisch nicht zu unterscheiden sind (schiefe Flexuren Suess') und zwischen wahren schiefen Falten, eine stichhältige Unterscheidung endlich zwischen „aus parallelen Flexuren hervorgegangenen parallelen schiefen Synclinalen und aus solchen entstandener Schuppenstructur“ (Suess, pag. 352)²⁾ einerseits und anderseits echten ursprünglichen parallelen schiefen Synclinalen und deren Fortbildung zu Schuppenstructur.

Hier genügt die einfach hingestellte Behauptung, dass in den Südalpen senkende und horizontal schiebende Bewegungen nach einander thätig waren, in den Nordalpen aber vorzugsweise nur die letztgenannten („wenn auch senkende Bewegung nicht ausgeschlossen ist“) ganz und gar nicht. Es muss der Beweis geführt werden, dass dem so sei und die Beobachter, die in den Südalpen zu Resultaten gekommen sind, die den Ansichten von Suess widersprechen, dürfen mit vollem Rechte verlangen, dass man ihre der Natur entnommenen Mittheilungen und Profile zunächst in aller Form als unrichtig, ihre daraus gezogenen Schlüsse als unstichhältig nachweist, ehe man sich den „wahren Sachverhalt“ in durchaus theoretischer Weise zurechtlegt und allen Thatsachen oder Ansichten gegenüber, welche gegen diesen „wahren Sachverhalt“ sprechen oder „über ihn hinausgehen“ sollen, sich ablehnend verhält in der sehr bequemen Manier, dass man dieselben einfach ignorirt oder sogar unrichtig darstellt!

Wenn Suess selbst zugibt, dass die tektonischen Elemente im Norden und Süden der Centalkette der Ostalpen dieselben sind, dass (pag. 350) in den Nordalpen lange Brüche mit gegen vorne gesenkten Ketten vorkommen und dass hier senkende Bewegung nicht ausgeschlossen ist, während in den Südalpen (pag. 333) Flexuren (oder schiefe

¹⁾ Wenn man etwa „Flexuren“, wie sie Suess aus den Südalpen als bezeichnend anführt, aus den Nordalpen kennen zu lernen wünscht, so kann auf die sämmtlich gegen Nord gerichteten Flexuren, die zum Theile als liegende, zum Theile als stehende Flexuren im Sinne Richthofen's zu bezeichnen sind, am Nordabhang des Hohen Göll, des Hagengebirges, des Tännengcbirges etc. hingewiesen werden (vergl. Verhandl. 1882, pag. 236; 1884, pag. 361).

²⁾ Auch E. Haug, der neuestens (Jahrb. d. geol. R.-A. 1887, 2. Heft, pag. 262) „Schuppenstructur“ in den Südalpen nachweist, scheint diese beiden nach Suess fundamental verschiedenen Arten von „Schuppenstructur“ nicht zu unterscheiden.

Falten) ebenso auftreten wie in den Nordalpen, wenn er ferner zugibt, dass in den Südalpen auch parallele schiefe Falten und Schuppenstructur auftreten, wie in den Nordalpen, wo bleibt denn da der grosse tektonische Unterschied zwischen beiden Gebieten, der nur durch einen einseitigen Schub des ganzen Gebirges zu erklären sein soll?

Man könnte glauben, dass man ihn schliesslich in dem „unverkennbaren Uebergewichte der tangentialen Richtung in den Nordalpen“ zu erkennen habe, von welchem Suess wiederholt spricht, aber dass auch diese — im Uebrigen ganz unerwiesene — Annahme dem Autor des „Antlitz der Erde“ selbst nicht genügt, um auf Grund derselben die Süd- und die Nordalpen als principiell vollkommen verschieden gebaute Gebirgsthelle hinzustellen, ergibt sich ganz überzeugend daraus, dass Suess sofort, nachdem er von jenem Uebergewichte der tangentialen Richtung in den Nordalpen gesprochen, als eigentlichen und vor Allem durchgreifenden Unterschied zwischen dem nördlichen und südlichen Theile der Ostalpen die Richtung der tangentialen Bewegung bezeichnet in jenem höchst beachtenswerthen Satze, pag. 352¹⁾, der schon in Verhandl., 1885, pag. 27, commentirt worden ist. Es ist doch eigenthümlich, dass nach diesem Satze es scheinen möchte, als ob die nach aussen von der Centralkette gerichtete tangentialen Bewegung und Faltung im Norden als etwas ganz Naturgemässes und Selbstverständliches zu betrachten sei, während der Umstand, dass die Faltenbildung der Südkalkalpen ebenfalls nach aussen von der Centralkette erfolgt, keineswegs als etwas ebenso Natürliches, sondern vielmehr als eine ganz abnorme und wunderbare, zum mindesten gänzlich unerwartete Erscheinung gekennzeichnet werden sollte. Ja, muss man hier fragen, wohin soll denn diese Bewegung in den Südalpen naturgemäss erfolgen, wenn nicht nach Süden und ebenfalls nach aussen von der Centralkette? Ich habe bereits (Verhandl. 1885, pag. 27) hervorgehoben, dass es allerdings wunderbar und unerwartet gewesen wäre, wenn Suess den Nachweis erbracht haben würde, dass diese horizontale Bewegung in den gesammten Südalpen nach Norden, in der Richtung gegen die Centralalpen erfolge, wie man im Sinne der von ihm 1876 in seiner „Entstehung der Alpen“ vertretenen Ansichten erwarten musste und wie Neumayr in seiner Erdgeschichte noch heute annimmt.

Dass diese Faltung, resp. tangentialen Bewegung, soferne von einer solchen überhaupt gesprochen werden kann, in den Südkalkalpen symmetrisch gegenüber jener der Nordkalkalpen, also hier wie dort nach aussen von der Centralkette erfolge, resp. durch diese Centralkette beeinflusst erscheine, das wurde ja im Gegensatze zu der Anschauung, die Suess 1876 vertrat, von mir schon im Jahrbuche 1881, pag. 359—370 behauptet und hervorgehoben und es war schon deshalb keineswegs eine besonders überraschende Thatsache, welche Suess in seinem „Antlitz der Erde“ in jenem oben citirten „durchgreifenden Unterschiede“

¹⁾ Dieser Satz lautet: „Es besteht aber vor Allem ein durchgreifender Unterschied zwischen dem nördlichen und dem südlichen Theile der Ostalpen darin, dass im Norden alle tangentialen Bewegung gegen aussen, etwa gegen die böhmische Masse gerichtet ist, während in dem ganzen betrachteten Theile der Südalpen diese Bewegung gegen innen, gegen die concave Seite der Curve, d. h. gegen die Tiefe der adriatischen Senkung gerichtet ist.“

der Südalpen gegenüber den Nordalpen neu zu Tage förderte, sondern ganz einfach eine Bestätigung der Ansichten, welche von mir schon vordem vertreten wurden oder, wenn man so will, ein Anschluss an diese Ansichten, wenn auch in etwas gezwungener Form. Und das soll hier abermals im Interesse der Wahrheit hervorgehoben werden.

Es wird durch ein solches wiederholtes Hervorheben vielleicht dem einigermaßen zu steuern sein, dass man selbst in Arbeiten grundlegender Natur, die von Autoren vom wissenschaftlichen Range F. v. Richthofen's ausgehen, Angaben über den geologischen Bau der Ostalpen findet, welche unter directer Berufung auf Suess' „Antlitz der Erde“ sich mit den Thatsachen in Widerspruch befinden. So wurde schon oben hervorgehoben, dass Suess nach v. Richthofen, pag. 605 „Staffelsenkungen“ durch „Horste“ unterbrochen, in den alpinen Umrandungen des adriatischen Beckens erkannt haben sollte. Dass dies nicht der Fall sei und (in dem Sinne, welchen v. Richthofen mit seinem Begriffe von „Absenkungen“ und „Staffelsenkungen“ verbindet) nicht der Fall sein könne, geht aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen und Citaten nach Suess ohneweiters klar hervor.

Aber F. v. Richthofen knüpft an die Vorstellung von einem principiell verschiedenen Baue zu beiden Seiten gewisser Gebirge (zu denen sämtliche grossen bogenförmigen Kammgebirgszüge der Erde zählen) einen weiteren Begriff an; es ist der seiner heteromorphen Faltungsgebirge. Dieselben bieten nach ihm zwei von einander morphographisch wesentlich verschiedene Seiten, eine convexe oder äussere und eine concave oder innere. Dieser Unterschied beruht auf Rindenbewegungen von verschiedener und zum Theil entgegengesetzter Art. Die Vorderseite zeigt ein Drängen faltender Bewegungen bis zu völliger und bedeutender Ueberwallung des Vorlandes. Die Rückseite ist gewöhnlich von jener durch hochaufragende Kernmassen getrennt. An ihr kommt Faltung nur noch als ein secundärer, einzelne Bewegungen begleitender Vorgang vor, im Ganzen tritt sie zurück gegen die den Charakter bestimmenden Erscheinungen grosser Brüche und Absenkungen. Auf der Vorderseite sind die Schichtgesteine auf einen Bruchtheil des früher von ihnen eingenommenen Areals (der Breite nach) beschränkt; sie sind in Faltungen übereinandergewälzt, in Schuppen übereinandergeschoben, das Aeltere lagert häufig über dem Jüngeren, die Erdrinde ist hier, offenbar durch Pressung, verdickt und verdichtet. Auf der Rückseite ist hingegen ein lockeres Gefüge; die Oberflächentheile der Erdrinde sind auf einen grösseren Raum, als sie vorher einnahmen, auseinandergezogen u. s. w.

v. Richthofen denkt sich also die Faltengebirge nicht wie Suess als ein Ganzes gleichmässig nach einer und derselben Richtung geschoben, sondern die stärkere horizontale Zusammenschiebung, resp. Compression der Erdrinde, welche sich an der sogenannten Vorderseite finden soll, durch Zerrung und Ausdehnung an der Rückseite gewissermassen compensirt. Nun muss allerdings gesagt werden, dass auch diese Vorstellungen noch sehr viel, das der Klärung bedarf, an sich

tragen¹⁾ und dass sie durch die Berufung auf Suess' Angaben über die Ostalpen durchaus keine Stützung erfahren. Auch aus Suess' Angaben über den geologischen Bau der Südalpen wird man keine Bestätigung dafür herauslesen können, dass die Südalpen, wie Richthofen, pag. 605 will, durch Staffelsenkungen speciell charakterisirt seien. Das wäre die Vorbedingung, eine vorherrschende Zerrung an der südlichen Seite der Alpen anzunehmen; aber derartige Angaben macht auch Suess nicht; er kennt zum Schlusse nur einen durchgreifenden Unterschied, den nämlich, dass in den Südalpen die Bewegung nach Süden, in den Nordalpen dagegen nach Norden gerichtet sei, sonst sind Flexuren²⁾ und Falten, Ueberschiebungen und Schuppenstructur auch nach Suess, wie gezeigt werden konnte, beiden Abhängen gemein; von Erscheinungen, die auf Zerrung schliessen lassen würden, sagt Suess nichts.

F. v. Richthofen kann sich also auch nicht auf Suess berufen, um die Alpen in die Kategorie seiner heteromorphen Faltungsgebirge einzureihen. In der That schränkt Richthofen auch die Anwendung dieses Begriffes auf die Alpen bedeutend ein, indem er selbst hervorhebt, dass bei solchen Gebirgen im Fortstreichen auch die Heteromorphie nachlassen und vielleicht in manchen Fällen völlig verschwinden könne; „so lässt bei den Ostalpen die Asymmetrie im Vergleiche zu den westlichen Theilen mehr und mehr nach und der Bau nähert sich dem der homöomorphen Faltengebirge“. Homöomorphe Faltengebirge aber sind nach Richthofen solche, in denen Faltung das durchaus herrschende Princip ist und in denen höchstens graduell verschiedene Faltung an verschiedenen Stellen des Querschnittes auftritt.

Recapituliren wir das voranstehend Auseinandergesetzte. Es ist von dem Begriffe der Flexur, wie Suess ihn fasst, ausgegangen worden; es ist gezeigt worden, dass das, was Richthofen Flexur nennt, nur theilweise mit der Suess'schen Flexur zusammenfällt, nur insoferne, als Richthofen eine stehende Flexur annimmt; es ist ferner nach v. Richthofen gezeigt worden, dass dessen principieller Gegensatz zwischen Flexur und Falte überbrückt wird durch eine vermittelnde

¹⁾ Sie sind immerhin ein bedeutender Fortschritt gegenüber den von Suess in seiner „Entstehung der Alpen“ vertretenen Anschauungen, welche Tietze (im Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt, 1882, pag. 729) die Frage aufzuwerfen veranlassten, wie man sich einen Druck oder Schub vorzustellen habe, der gewissermassen von einem Loche ausgeht und auf eine feste Scholle in der Art wirkt, dass die Massen zwischen dem Loch und der festen Scholle zu Gebirgen aufgethürmt werden? Man beachte auch die Bemerkungen Tietze's in Verhandl., 1886, pag. 357; der citirte Autor sagt hier, dass nicht Jeder die Nothwendigkeit begreifen werde, dass die Aufthürmung von Kettengebirgen in Folge der Contraction der Erdrinde stets nur einem einseitigen Schube entsprechen solle; während doch ein von zwei Seiten zusammengepresstes Gebiet geringerer Widerstandsfähigkeit sich ebenfalls in Falten legen werde. Das ist zugleich ziemlich genau derselbe Gedanke, dem ich schon im Jahrbuche, 1881, pag. 370 Ausdruck gegeben habe, wenn ich gesagt habe, dass man bei der Annahme eines einseitigen Schubes bald den Druck und bald den Gegendruck als für sich allein wirkendes Agens bei der Gebirgsbildung betrachten müsse, während doch diese beiden Factoren unzertrennlich verbunden seien.

²⁾ Und zwar Flexuren, im Sinne von Suess, d. i. stehende Flexuren Richthofen's, oder „schiefe Flexuren“, mit denen nicht das Princip der Zerrung verbunden gedacht werden kann!

Erscheinung, eben jene stehende Flexur, oder die Flexur bei Suess; es ist ferner gezeigt worden, dass das, was Suess in den Südalpen Flexuren nennt, sich von jenem neutralen Mittel der Suess'schen Originalflexur bedeutend entfernt, aber nicht in der Richtung gegen die Richtofen'sche normale Flexur, die durch Zerrung entstanden gedacht wird, sondern in der gegensätzlichen Richtung und dass sie von der schiefen Falte oder Aufschiebung in praxi nicht unterschieden ist und daraus ist endlich der Schluss hervorgegangen, dass die Südseite der Ostalpen nicht durch Zerrungen beeinflusst sein kann, sondern ebenso, wie die Nordalpen durch Zusammenschiebung im Sinne der genannten Autoren, dass die Ostalpen daher auch nach Suess und v. Richtofen eine gewisse Symmetrie des Baues erkennen lassen.

2. Horste sind nach Suess (Antlitz der Erde, pag. 166) zwischen Senkungsfeldern stehen gebliebene Rücken oder Pfeiler, gleichgiltig, ob diese Senkungen in horizontalen Schichtmassen oder in gefaltetem Gebirge auftreten. F. v. Richtofen beschränkt den Begriff eines Horstes zunächst allerdings auf horizontale Schichtmassen und führt ihre Bildung auf Ableitungen, in letzter Linie also auf Zerrung und Streckung zurück. Seine wichtigste Anwendung findet dieser Begriff bei Richtofen in dessen Eintheilung der Gebirge. Tektonische Gebirge zerfallen nach ihm pag. 655 in a) Bruch- oder Schollengebirge, b) Faltungsgebirge. Zu den Schollengebirgen gehören die Horstgebirge. Die Bedeutung der hierher gehörigen Abtheilung von Gebirgen, sagt Richtofen (pag. 659), beginnt mehr und mehr erkannt zu werden. Es hat sich an diesem Beispiele erwiesen, wie wichtig oft die Einführung eines Namens für eine Erscheinung, die man früher zwar kannte; aber nur umständlich im einzelnen Falle zu beschreiben vermochte, sein kann.¹⁾ Es lassen sich nach F. v. Richtofen die Horste in verschiedene Typen unterabtheilen. So ragen in Faltungsgebirgen Kerntheile zuweilen horstartig auf, man könnte sie Kernhorste nennen — die Cima d'Asta nach Suess. Die wichtigste Kategorie ist jene der Rumpfhorste, auf welche noch zurückgekommen werden soll. Andere kann man nach der Stellung der Verwerfungsflächen zur Streichrichtung des inneren Baues benennen, so die Diagonalhorste, für welche Euboea als typisches Beispiel gelten kann, die Querhorste, die Längshorste.

¹⁾ Wenn man plötzlich in zahlreichen neueren Arbeiten Ausdrücken wie: Horst, Grabensenkung, Flexur u. s. f. auf fast jeder Seite begegnet, so könnte man der eben citirten Aeusserung v. Richtofen's beizupflichten geneigt sein. Bei nur ein wenig genauem Eingehen auf die Art und Weise der Verwendung dieser Ausdrücke zeigt sich aber, dass deren Verwendung nicht so sehr einer objectiven Nöthigung entspringt, also wirklich eine präcisere Distinguirung bisher nicht ganz geklärter Begriffe in der Geologie bedeutet, sondern, dass sie vielmehr hauptsächlich einer gewissen uns allen in höherem oder geringerem Grade innewohnenden Neigung, stets das Neueste mitzumachen, zugeschrieben werden müsse. Dass das wirklich so ist, ergibt sich klar daraus, dass in zahlreichen Fällen, in welchen diese neueren Namen angewendet werden, deren Anwendung nachweislich eine gezwungene oder sogar vollkommen unrichtige ist. Es wird somit zumeist das Gegentheil von dem erreicht, was nach v. Richtofen damit eigentlich erreicht werden soll.

Hier zeigt sich also bereits, dass Richthofen den Begriff „Horst“ ohne Unterschied auf Schollengebirge wie auf Faltengebirge anwendet. Unter jenen Faltungsgebirgen, die Richthofen als Rumpffgebirge (oder Abrasionsgebirge) bezeichnet, spielen in der That (l. c. pag. 659) die Rumpffhorste die grösste Rolle. Da diese andererseits auch schon bei den Horstgebirgen, die zu den Schollengebirgen zählen, angeführt wurden, so resultirt hieraus ein sehr bemerkbarer Mangel der Eintheilung, die übrigens von v. Richthofen selbst (pag. 673) keineswegs als etwas Fertiges hingestellt wird. Auch die Diagonal-, Quer- und Längshorste finden dann naturgemässer ihren Platz bei den Faltungsgebirgen. Sehr bemerkenswerth ist ein Ausspruch v. Richthofen's, pag. 660: „Man sollte sich aber davor hüten, die neueingeführte Benennung (Horst) voreilig und ohne hinreichende Begründung anzuwenden.“ Die Warnung war berechtigt; sie ist aber nutzlos geblieben und musste naturgemäss nutzlos bleiben, wie sich leicht zeigen lässt. Nehmen wir Euboea zum Ausgangspunkte, als ein Beispiel, das auch v. Richthofen anführt. Euboea soll einen ausgezeichneten Diagonalhorst darstellen. Das ist nicht ganz richtig, Euboea müsste vielmehr als eine Combination von Diagonal-, Quer- und Längshorsten und von Partien, die gar nicht unter diese Begriffe fallen, aufgefasst werden (vergl. F. Teller, Denkschrift. der kais. Akad. d. W. 1880, 40. Bd., pag. 178).

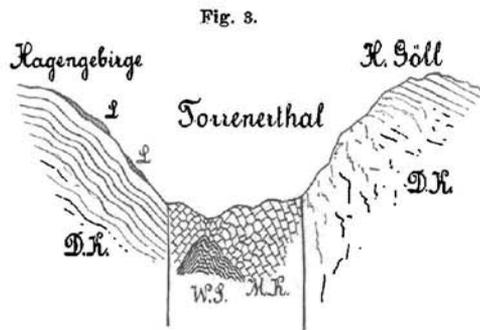
Wenn man Euboea als Horst auffasst, darf man auch weiter gehen. Eine grössere Combination von Horsten stellt dann die italienische Halbinsel dar; sie ist allseits von Bruchlinien und Senkungsfeldern (nach Suess) umgeben und setzt sich zusammen aus dem Apennin, den man als Kettenhorst bezeichnen kann und einer Anzahl von Quer- und anderen Horsten. Die mitteleuropäischen Gebirge, nördlich der Alpen, sind eine Ansammlung von Horsten nach Suess und v. Richthofen. Die Alpen sind an und für sich auch nichts als ein grosser Kettenhorst, da sie ja durch Längs- und Querbrüche und Senkungsfelder nach allen Seiten begrenzt sind und man die Ausdehnung eines Horstes nicht nach Meilen oder Quadratkilometern limitiren kann. In ihnen selbst werden einzelne Theile wieder schon heute als besondere Horste (Kernhorste, v. Richthofen) bezeichnet; sie beginnen nach Suess im Ganzen und Grossen durch Bildung von inneren Querbrüchen und „Senkungsfeldern“, sich in eine Anzahl kleinerer Horste unterabzuthemen, deren Gestalt und Umgrenzung zwar gegenwärtig noch nicht klar ersichtlich ist, die man aber schon heute mit dem Namen alpiner Zukunftshorste belegen kann, als Gegensatz zu dem vergangenen und bereits in Horste zerfallenen mitteleuropäischen alpinen Hochgebirge (vergl. Suess, Ueber unterbrochene Gebirgsfaltung, pag. 5).

Ganz Europa und überhaupt alle Continente sind wieder als Combinationen von Horsten und als Horste grösster Ordnung aufzufassen (Continental- oder Riesenhorste), gegenüber den durch Einsenkungen entstanden gedachten und durch „Flexuren“ begrenzten Oceanen (Walther, Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Continente. Jena 1886. Referat in Verhandlungen d. geol. Reichsanstalt, 1887, pag. 68), kurzum, alles höhere kann heute gegenüber dem tiefer liegenden als „Horst“

aufgefasst und bezeichnet werden und „Horst“ ist sowohl gleich Festland, als auch gleich Theilen eines Festlandes gegenüber tiefer liegenden Theilen desselben Festlandes zu setzen; es ist ein Wort für Alles, eine Kategorie, in der überhaupt fast alle denkbaren Hervorragungen der Erdoberfläche zu vereinigen sind. Dadurch aber ist der Ausdruck eben wieder unbrauchbar geworden, wie v. Richthofen vorausgesehen hat. Wir sind also trotz der von ihm hervorgehobenen Wichtigkeit dieses Begriffes, resp. Wortes schon heute wieder auf dem Standpunkte, auf welchem wir umständlich in dem einzelnen Falle erläutern müssen, wenn wir uns darüber verständigen wollen, was für ein „Horst“ gemeint sei. Die Benennung „Horst“ hat sich vorzeitig vollkommen abgenützt und wird neu definiert und endgiltig scharf umschrieben werden müssen, wenn sie fernerhin als brauchbar beibehalten werden soll. Denn es wäre denn doch gar zu bequem für den Forschungsreisenden, wenn er dadurch, dass er irgend ein Stück Landes als „Horst“ bezeichnet, ohne sich in eine nähere Untersuchung desselben einzulassen, allein schon etwas für die geologische Erkenntniss gethan zu haben glauben dürfte.

Aber die Sache geht noch etwas weiter. Der Gegensatz zu „Horst“ ist, sowohl bei Suess als bei F. v. Richthofen, der Begriff „Graben“. Nun lässt sich leicht an einem Beispiele zeigen, dass auch diese entgegengesetzten Begriffe erst durch eingehendere Untersuchungen in der Praxis zuweilen auseinander zu halten sind. Das Torrennerthal bei

Golling im Salzburgischen ist eine Längsdepression zwischen der Kette des Hohen Göll und der Gebirgsmasse des Hagengebirges. Sowohl die nordwärts einfallenden Massen des Hagengebirges als die Kette des Göll sind an den einander zugekehrten Seiten gegen das Torrennerthal durch parallele Längsbrüche abgeschnitten und das geradlinig in gleichbleibender Breite zwischen den beiden mächtigen, felswandbildenden Abstürzen durchsetzende Thal repräsentirt, oberflächlich betrachtet, ganz und gar den Typus eines „Grabens“, der (wie der „Horst“) nach Suess ja nicht nur im Tafellande, sondern auch im gefalteten Gebirge auftritt. Aber es zeigt sich bei genauerer geologischer Untersuchung (sie ist theilweise schon von Gumbel [Südbayr. Alpengebirge, pag. 198] durchgeführt worden), dass die Gesteine im Thalzuge durchaus älter sind, als die der angrenzenden Hochgebirgswände. Es treten hier Werfener Schiefer und mittlere Triaskalke im Thalzuge Dachsteinkalken und selbst liasischen Sedimenten der Hochgebirgswände und Abhänge gegenüber. Nun wird man wohl im Sinne der Suess'schen Theorie, welche Hebungen nur ausnahmsweise zulässt, eher annehmen dürfen, dass die dem Torrennerthalzuge anliegenden Hochgebirge gesenkt worden seien, als dass der Thalzug selbst zwischen den Dachsteinkalkmassen emporgehoben worden sei. Und dann ist



der Streifen des Torrenertales eben ein Horst und nicht ein Graben, wie es auf den ersten Anblick hin scheinen möchte. Da er trotzdem täuschend einen Graben imitirt, wird er vielleicht am besten Grabenhorst genannt werden können. Es ist gewiss nicht ausgeschlossen, dass solche Fälle¹⁾ sich öfters wiederholen und dass thatsächlich manches, was man bereits als Graben bezeichnet hat, eher den Namen eines Horstes verdient.

Wir hätten in diesem Falle interessante Seitenstücke zum pacifischen Ocean, den man lange Zeit für den Typus und das grossartigste Beispiel eines Senkungsfeldes gehalten hat, der aber nach Suess eigentlich auch die Rolle eines stauenden Festlandes für die nach West geschobenen Anden darstellt²⁾ (vergl. das Referat Dr. Tietze's in Verhandlungen, 1885, pag. 57), also genau dieselbe Rolle, welche die mitteleuropäischen „Horste“ gegenüber den „nach Norden vordringenden“ Alpen spielen. Wir kommen also auf diesem Wege

¹⁾ Schon das östlich benachbarte untere Lammergebiet (Verhandl. der geol. Reichsanstalt, 1884, pag. 78) ist ein weiteres Beispiel eines solchen Grabenhorstes und ganz ähnliche Verhältnisse bieten fast alle grossen Werfener Schieferaufbrüche der Nordostalpen (vergl. Verhandl., 1887, pag. 97).

Es dürfen diese Grabenhorste übrigens nicht verwechselt werden mit negativen Horsten, welchen Namen Tietze in Verhandl. 1885, pag. 55, für die wirklichen sogenannten Grabensenkungen vorgeschlagen hat. Man kann aber, wenn man annehmen will, dass der Torrenertalzug zwischen den fix verbliebenen beiderseitigen Gebirgsmassen gehoben worden sei, denselben als positiven oder gehobenen Graben bezeichnen.

²⁾ Dass der ganze mittlere Theil der südamerikanischen Cordilleren weniger als Faltengebirge, denn als Horst aufzufassen sei, verspricht übrigens neuestens G. Steinmann (Zur Entstehung des Schwarzwaldes. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg i. B. 1887, III., pag. 56) zu zeigen. Das konnte im Sinne der hier gegebenen Auseinandersetzungen über die Bedeutung der Horste geradezu erwartet werden.

Es ist das aber zugleich eine interessante Illustration zu der Thatsache, dass die Literaturnachrichten sowie in Europa und ganz „Eurasien“ auch in anderen Continenten öfters mit der Theorie und ihren Voraussetzungen nicht in Uebereinstimmung zu bringen sind. Eine noch weit merkwürdigere Illustration zu dem Thema von der Nichtübereinstimmung von in Europa zu Tage geförderten Theorien mit den Anschauungen, zu welchen manche Beobachter in entfernten Continenten gelangen, liefert neuestens C. Dutton in United States geol. Survey, Sixth annual Report by J. W. Powell, 1884—85, pag. 197. Es ist bekannt, dass Prof. Suess ganze Abschnitte seines „Antlitz der Erde“, so pag. 169—174, pag. 732—741, dem fernen Westen Nordamerikas gewidmet hat, nicht zum geringsten Theile unter Berufung auf die Ansichten Dutton's und dieselben gleichzeitig bestreitend. „Der Umstand, das ganze Land müsse sich einmal 30.000 Fuss über den heutigen Meeresspiegel befunden haben, ist allerdings befremdend, kann aber nicht entscheidend sein“, sagt hier Suess mit Beziehung auf die Consequenzen seiner eigenen Ansicht, dass nur Senkungen, keine Hebungen hier aufgetreten seien und er fügt hinzu, dass durchaus keine Kraft bekannt sei, welche im Stande wäre, zahlreiche grosse und kleine Gebirgsstücke einzeln und zwischen glatten Flächen vertical emporzutragen und im Gegensatz zur Schwerkraft dauernd in dieser Stellung zu erhalten.

Diese rein theoretischen Erwägungen haben Dutton nicht abhalten können, seine entgegengesetzten Ansichten in dieser Frage neuestens noch schärfer folgendermassen zu präcisiren: „Die grossen Ketten und Plateaus der Rocky Mountains sind durch vertical wirkende Kräfte gehoben worden. Horizontale Compression fehlt ganz oder wo sie spurenweise vorhanden ist, resultirt sie aus der Aufwärtsbewegung des plastischen Kernes, im geraden Gegensatz zu der meist verbreiteten Meinung über Gebirgsbildung, welche die Aufwärtsbewegung zur Resultirenden einer unwiderstehlich wirkenden horizontalen Zusammenschiebung macht. Die Berge des Westens sind also nicht durch horizontale Compression gebildet, sondern durch die Wirkung unbekannter Kräfte unter ihnen gehoben worden.“

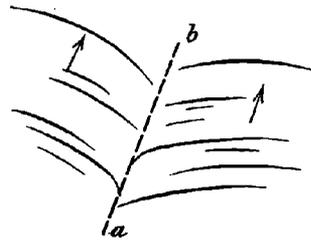
So stehen einander die theoretischen Lehrmeinungen einerseits, die Ansichten, zu denen Beobachter im Felde gelangten, andererseits diametral gegenüber.

eigentlich dahin, auch die Oceane theilweise als Horste anzusehen, und zwar als ältere Horste gegenüber den jüngeren Festlandshorsten mit den auf ihnen sich entwickelnden Gebirgen oder Kettenhorsten, die auch wieder zu Horsten von kleineren Dimensionen zu zerfallen bestimmt sind. So gelangt man auch auf speculativem Wege immer wieder zur Einheit in der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, und in diesem Falle speciell zu einem förmlichen Kreislaufe in der Entwicklungsgeschichte der „Horste“ (vergl. Suess, Ueber unterbrochene Gebirgsfaltung, pag. 6), deren Gesamtheit eigentlich nichts anderes ist als das Ganze der festen Erdrinde.

3. Was ist eine „Schaarung“? Während bei den Begriffen „Flexur“ und „Horst“ eine Definition oder sogar mehrere von einander abweichende Definitionen ohne besondere Mühe eruirt werden konnten, ist es nicht so leicht, eine Erläuterung des Ausdruckes „Schaarung“ zu finden. Wir treffen den Begriff in Suess' „Antlitz der Erde“ vorzugsweise im 7. Capitel an, welches von „den grossen indischen Schaarungen“ handelt und er lässt sich dahin definiren, dass man unter „Schaarung“ eine Transversallinie zu verstehen habe, in welcher zwei in gleicher Richtung vorgeschobene bogenförmige Gebirgssysteme unter gegenseitigen Schleppungs- und Kreuzungserscheinungen aneinander stossen. Der transversale Charakter dieser „Schaarung“ ist offenbar das massgebende. Es scheint aber, als sei früher auch von Suess unter diesem Begriffe etwas ganz Verschiedenes verstanden worden, wenigstens erschliesst man das aus Neumayr's Erdgeschichte, deren Erscheinen überdies späteren Datums ist, als der I. Band des „Antlitz der Erde“. Hier heisst es pag. 326: „Im südöstlichen Europa verläuft eine Reihe selbstständiger Gebirge, deren Richtungen zwischen der nordostsüdwestlichen und der südostnordwestlichen liegen und welche alle auf einen Punkt südlich von der grossen böhmischen Masse convergiren. Von da an, wo sie durch ihr Zusammentreffen gehindert sind, ihre Sonderrichtungen einzeln zu verfolgen, verlaufen sie parallel, zu dicht gedrängtem Bündel „geschaart“, ohne aber deshalb ihre Selbstständigkeit zu verlieren.“ Schaarung ist also nach Neumayr offenbar ein bündelförmiges Zusammentreten selbstständiger Einzelketten zu einem grösseren combinirten Kettengebirge, also der Gegensatz zu dem Begriffe der „Virgation“ bei Suess und demnach eine Erscheinung von ausgesprochen longitudinalem Charakter im Gegensatze zu dem transversalen Charakter der „grossen indischen Schaarungen“.

Dass solche longitudinale Schaarungen, welche offenbar ganz andere Erscheinungen sind, als die transversalen indischen Schaarungen, auch dem „Antlitz der Erde“ nicht ganz fremd seien, ergibt sich aus einem Hinweise auf pag. 771 dieses Werkes, wo es heisst: „Das adriatische Meer liegt auf der Schaarung des Apennin und des dinarischen Gebirges oder vielmehr auf dem niedergebrosenen

Fig. 4.



Westrande des dinarischen Gebirges.“ Es ist selbstredend, dass hier keine Schaarung¹⁾ vom Charakter der „grossen indischen Schaarungen“, sondern, dass hier eher eine solche, wie sie Neumayr definiert, gemeint sein muss.

Es braucht wohl kaum noch hervorgehoben zu werden, dass es unmöglich ist, die beiden hier als „Schaarungen“ angeführten Begriffe unter diesem gemeinsamen Namen zu belassen, da das nothwendig zu Verwirrungen führen müsste. Wo so viele Namen neu erfunden und Begriffe neu definiert und eingeführt werden, wird es auf einen mehr nicht ankommen. Man wird sich daher fragen müssen, ob die neuere Definition der Schaarung als einer Linie von transversalem Charakter beibehalten werden könne.²⁾ Dieselbe wird übrigens von Suess in seiner neuesten Schrift: „Ueber unterbrochene Gebirgsfaltung“ ebenfalls im transversalen Sinne in einer Anwendung auf europäische Verhältnisse wiederholt. Er weist daselbst, pag. 6, eine grosse Schaarung nach, die „Schaarung“ des „armoricanischen“ mit dem „variscischen“ Gebirge, welche auf einer Linie stattfindet, die aus der Gegend zwischen Douai und Valenciennes zu dem Quellgebiete der Dordogne zieht, ganz Frankreich durchquert und zugleich die Pyrenäen von den Alpen trennt. Diese Linie, der eine ungewöhnliche tektonische Bedeutung nicht abzusprechen ist, tritt allerdings für den Beschauer einer geologischen Karte von Frankreich wohl deshalb weniger scharf hervor, weil sie zum Theil in den Beckenausfüllungen der Pariser Bucht, zum Theil im französischen Centralplateau verläuft.

Es wird genügen, diese drei Fälle angeführt und besprochen zu haben. Sie mögen theilweise als Erklärung dafür dienen, dass die neuesten Ansichten über Gebirgsbildung so schwankender Natur sind, wie schon früher gezeigt wurde. Auf gänzlich labiler Grundlage lässt sich eben kein festes und dauerhaftes Gebäude auführen.

Die hier besprochenen Begriffe der Geotektonik stehen bekanntlich aber nur im Dienste einer grösseren Idee, deren Ausgestaltung eben durch jenes Lehrgebäude bezweckt wird; es ist die Idee des horizontalen einseitigen Schubes als Erzeuger der Gebirge. Insoferne dieser horizontale Schub sich mit der älteren Idee einer tangentialen Spannung innerhalb der Erdrinde deckt, ist er nichts Neues. Nur insoweit, als es sich um einen horizontalen Schub handelt, der in einseitiger Weise als eine selbstthätige Kraft wirkt, können die neuesten Gebirgsbildungshypothesen behaupten, etwas Neues hervorgebracht zu haben. Es entsteht die Frage, woher man diesen einseitigen horizontalen Schub ableitet, woher man die Gründe nimmt, die auf eine wirkliche Existenz desselben zu schliessen nöthigen. Es ist klar, dass dieselben theils aus Beobachtungen in der Natur, theils aus theoretischen Betrachtungen hergeleitet sein können. Ich habe bereits in Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, 1885, pag. 24 ff. gezeigt, dass die drei Hauptmomente, auf welche Suess seine ursprünglich

¹⁾ F. v. Richthofen kennt den Begriff „Schaarung“ nicht, scheint ihn also für entbehrlich zu halten.

²⁾ Der ursprüngliche Begriff der „Schaarung“ ist einer Erscheinung von longitudinalem Sinne entnommen: „Schaaren ist das Zusammenlaufen zweier Gänge im Streichen unter spitzem Winkel.“ H. Veith, Deutsch. Bergwörterbuch, 1871, pag. 404.

den Alpen entnommene Theorie gründete, zum Theil hinfällig, zum Theil nicht beweisend seien. Es sind dies: 1. die Abhängigkeit gewisser tektonischer Linien der Nordalpen vom Südrande des böhmischen Massivs; 2. die Art der Faltenbildung, resp. die Richtung dieser Falten; 3. die Gesamtgestalt des ganzen Gebirges.

Punkt 1 und 2 kann man von einer Bewegung der Centralkette allein herleiten; es sind diese Erscheinungen somit nicht beweisend für eine Bewegung des Gesamtgebirges. Wir brauchen aber für die Art und Weise der Faltenbildung, resp. für die Erklärung der vorherrschenden Neigung der Falten nach einer bestimmten Richtung überhaupt gar nicht eine nach einer bestimmten Richtung gehende Bewegung anzunehmen, sondern diese Art der Faltenbildung erklärt sich ganz einfach durch das Ausweichen der Massen nach der Richtung des geringsten Widerstandes, sobald nur die Fusspunkte der sich faltenden Massen ungleich hochliegen. Das hat bereits Heim (Bd. I., pag. 229—36) gezeigt und Heim wendet sich hier direct gegen die Ansicht von Suess, dass aus dem vorherrschenden Ueberliegen der Falten nach einer Richtung ein Schluss zulässig sei darüber, von welcher Seite her eine einseitige Bewegung erfolgte. Nur die Bogengestalt des ganzen Gebirges ist nach Heim in dieser Richtung massgebend. Aus der Bogengestalt auf die Einseitigkeit der Bewegung zu schliessen, hält auch Heim für richtig (pag. 235). Es scheint also, dass auch Heim die Einseitigkeit des Schubs der Gebirge wirklich von deren Bogengestalt herleite.

Auch bei F. v. Richthofen findet man ähnliche Anschauungen. Er sagt bei Besprechung seiner „heteromorphen Faltengebirge“: „Die grossen bogenförmigen Kammgebirgszüge der Erde, Alpen, Karpathen etc. haben die Eigenthümlichkeit gemeinsam, dass die von jedem von ihnen eingenommene Zone zwei von einander morphologisch wesentlich verschiedene Seiten, eine convexe (äussere) und eine concave (innere) darbietet. Dieser Unterschied beruht auf Rindenbewegungen von verschiedener und zum Theile entgegengesetzter Art.“

Ich habe bereits in Verhandlungen, 1885, pag. 28, die Frage aufgeworfen, ob die Bogengestalt der Gebirge genüge, um die Idee eines einseitigen horizontalen Schubes als erwiesen hinzustellen, und ob man sich nicht vielmehr zuerst fragen müsse, aus welcher Ursache sich etwa diese bogenförmige Gestalt herleiten könne, ehe man daran denken dürfe, diese an sich unerklärte Thatsache als einzigen feststehenden Beweis für die wirkliche Existenz eines einseitigen horizontalen Schubes der Gebirge hinzustellen. Nun möchte es gegenwärtig vielleicht scheinen, als ob in dem soeben citirten Ausspruche v. Richthofen's eine Beantwortung der Frage nach der Ursache der bogenförmigen Gestalt der Gebirge enthalten sei, da die Unterschiede der convexen und concaven Seiten solcher Gebirge als auf Rindenbewegungen verschiedener und zum Theil entgegengesetzter Art beruhend, angegeben werden. Aber es ist dieser Ausspruch v. Richthofen's keineswegs eine feststehende Erklärung, sondern nur der Versuch einer solchen und insoferne derselbe seine Stützpunkte grösstentheils den Verhältnissen der Südalpen, wie sie Suess in seinem „Anflicht der Erde“ darstellt, entnimmt, ist dieser Versuch als misslungen zu bezeichnen, wie bereits oben eingehender gezeigt wurde.

Wir stehen also auch heute noch vor der Frage, woher die bogenförmige Gestalt der Kettengebirge rühre? Und diese Frage kann nicht dadurch gelöst werden, dass man behauptet, das komme vom einseitigen horizontalen Schube her, während man dann sofort, wenn man nach den Beweisen für die Existenz dieses horizontalen einseitigen Schubes fragt, umgekehrt auf die Bogengestalt der Gebirge hinweist. Die Thatsache der Bogengestalt der Gebirge wird also wohl in anderer Weise als durch die Annahme eines einseitigen horizontalen Schubs erklärt werden müssen, ehe man berechtigt sein wird, sie selbst wieder als Beweis, dass ein solcher Schub existirt, zu gebrauchen; es ist nicht unmittelbar einleuchtend, dass diese Bogengestalt nur durch einen solchen Schub selbst erzeugt worden sein könne.

Die in der Natur vorliegenden Thatsachen bieten uns dermalen, wie es scheint, keine genügenden Anhaltspunkte für die Annahme eines einseitigen horizontalen Schubes in der Erdrinde. Es liegt daher nahe, zuzusehen, ob theoretische Betrachtungen in dieser Hinsicht glücklicher sind. Aus der kurzen Auseinandersetzung, welche Suess bisher gegeben (pag. 143 seines Antlitz der Erde), geht die Nothwendigkeit, einen einseitigen Horizontalschub anzunehmen, nicht hervor. Die Verringerung des Volums unseres Planeten erzeugt nach Suess Bewegungen und diese wieder Dislocationen im festen Felsgerüste. Die Spannungen zeigen das Bestreben, sich in tangentiale und radiale Spannungen und dabei in horizontale (d. i. schiebende und faltende) und in verticale (d. i. senkende) Bewegungen zu zerlegen.

Man beachte hier, auf welchem Wege Suess zu seinen schiebenden und faltenden Bewegungen kommt; er leitet sie unmittelbar her aus der tangentialen Spannung, aber ihr Vorhandensein als eigene, einseitig horizontal wirkende, mit Ortsveränderung der betroffenen Massen verbundene Bewegung ist durch diese Annahme weder bewiesen, noch denkbar geworden. Es liegt hier ohne Zweifel ein Sprung in der Beweisführung, eine Lücke in derselben, welche durch eine Auseinandersetzung darüber auszufüllen wäre, wie denn eine allseitig wirkende allgemeine Spannung in der Erdrinde als sich local in eine Art selbstthätiger activer, einseitiger Bewegung in ebenfalls tangentialer Richtung umsetzend gedacht werden solle und könne.

Einen ähnlichen Sprung in der Beweisführung finden wir bei Heim. Heim spricht beispielsweise (I, pag. 232) direct von einer Bewegung, d. h. einem activen Drucke, im Gegensatz zum passiven Gegendrucke, der aber mit ganz genau der gleichen Kraft wirke. Wie entsteht aber diese active Bewegung?¹⁾ An einer anderen Stelle (II,

¹⁾ Bei Neumayr, Erdgeschichte, pag. 332, heisst es: „Die Faltenbildung stellt ein Zusammenschumpfen der Oberfläche auf kleineren Raum dar, eine Zusammenschiebung, die sich am besten unter der Voraussetzung erklärt, dass die tieferen Theile der Erde sich zusammenziehen, die äusseren dagegen annähernd ihre alte Ausdehnung behalten und sich nun falten müssen, um sich dem verminderten Volum ihrer Unterlage anzuschmiegen. Es geht daraus hervor, dass man nicht etwa in irgend einem Theile der Oberfläche eine activ nach vorwärts schiebende Kraft suchen darf, sondern auch hier nur den Zug in die Tiefe, die Schwerkraft in Betracht ziehen muss, die in horizontalen Seitendruck umgesetzt wird.

Dieser Satz steht im vollen Widerspruche mit Heim's Anschauungen vom Vorhandensein einer activ nach einer Richtung hin schiebenden Kraft und wohl auch im Gegensatze zu den Ansichten von Suess.

pag. 209) heisst es: „Die Hebungen (sic!) und Senkungen, welche zonenförmig in den Kettengebirgen miteinander abwechseln, sind nur durch Ausweichen der Erdrinde auf einen Tangentialschub entstanden; sie sind primär keine Verticalbewegung, sondern Horizontalbewegung.“ Und II, pag. 215: „Das centripetale Gewicht setzt sich in tangentialen Druck um. Die Last der Schale wirkt in der Schale als Horizontal- oder Tangentialdruck. An der schwächsten Stelle der Schale wird Zerquetschen oder Auswärtsweichen in Form einer Falte eintreten. Sobald dies begonnen, steigert sich die Falte. Die ganze Last der betreffenden Zone der Erdschale äussert sich als Horizontaldruck. Es thürmt sich nach Aussen¹⁾ eine erste, dann eine zweite, dritte etc. Kette auf. Da der Horizontaldruck (— immer noch der Druck! —) sich in einem grossen Theile der Erdrinde gleichförmig verbreiten muss, kann er gleichzeitig an verschiedenen Stellen Falten erzeugen. Die Ketten stellen sich annähernd senkrecht auf den stärksten Tangentialschub“ (da ist also auf einmal — post festum — der Schub, ganz wie auf pag. 232!). Die Stelle ist vollinhaltlich citirt, weil sie charakteristisch ist für das theoretische Zustandekommen des Tangentialschubes als einer activen Kraft. Bd. II, pag. 217, bringt Heim ebenfalls durch den Horizontaldruck oder Tangentialdruck die Faltenbildung zu Stande, ohne hier den Tangentialschub zu brauchen; es scheint also fast, als ob derselbe wirklich ganz überflüssig wäre, und man sieht weder pag. 216, noch pag. 209 und an anderen Stellen ein, wozu derselbe eigentlich dient, nachdem bereits mit Zuhilfenahme des Druckes allein die Faltung perfect geworden ist.

Die Sache wird sich wohl im Lichte der Suess-Heim'schen Theorie beiläufig so verhalten: Der Tangentialdruck erzeugt unmittelbar Ausweichungen und Emporpressungen der Massen, d. h. also aufsteigende Bewegungen, welche also nicht erst durch das Zwischenmittel einer activen Horizontalbewegung zu Stande kommen, wie Heim pag. 209 will. Würde eine solche zwischen Horizontaldruck und aufsteigender Bewegung der Massen vermittelnde Horizontalbewegung, ein solcher activer Horizontalschub, wirklich zur theoretischen Verständigung über die Faltenbildung nöthig sein, so könnte er ja von Heim auf pag. 216 und auch an anderen Stellen nicht ausser Betracht gelassen werden. Es ist also nicht erwiesen, dass (nach Heim, pag. 209) die Faltenbildung der Kettengebirge primär eine Horizontalbewegung sei; thatsächlich werden die aufsteigenden Bewegungen bei der Faltenbildung auch von Heim direct auf den tangentialen Druck zurückgeführt und die Annahme der Existenz einer zwischen diesem Druck und der aufsteigenden Bewegung der Faltenbildung vermittelnden Horizontalbewegung bleibt auch bei Heim unverständlich und unerwiesen. Wozu dient also diese einseitige active Horizontalbewegung, dieser einseitige Horizontalschub? Zu nichts, wenn nicht dazu, um den Schein zu erwecken, dass die neuen Gebirgsbildungshypothesen durch einen wesentlichen, neu eingeführten Factor von den älteren fundamental verschieden seien. Es lässt sich aber praktisch

¹⁾ Nach aussen? Ueber der ersten Kette oder nach aussen von der ersten Kette, radial oder tangential? Und wenn tangential, warum? Hier ist die Stelle, wo die Entstehung der Bogengestalt der Gebirge erläutert werden muss!

sowohl als theoretisch zeigen, dass keinerlei zwingende Gründe die Neueinführung dieses Horizontalschubes, mit dem nicht einmal die Theorie etwas anzufangen weiss, erfordern.

In der That ist die Idee von der Entstehung der Gebirge durch einen einseitigen activen Horizontalschub nichts als eine theoretische Verirrung, im Wesentlichen entstanden dadurch, dass eine Anzahl von Vergleichen und Bildern, die ursprünglich dazu bestimmt waren, gewisse Erscheinungsformen der Erdoberfläche anschaulicher machen zu helfen, nach und nach mit immer grösserer Bestimmtheit dazu verwendet wurden, um das Wesen dieser Erscheinungen zu erklären.

Wenn es daher beispielsweise bei Suess, *Antlitz der Erde*, pag. 768, heisst: „Der ganze südliche Rand von Eurasia dringt in grossen Falten gegen Indoafrika vor“, so würde es sich empfehlen, in diesen Satz das Wörtchen gleichsam einzuschieben. Dieselbe Einschränkung würde der Satz, pag. 775 vertragen: „und wieder andere Gebirge gibt es, welche über ihr Vorland hinausgedrängt sind, wie die Karpathen“; dasselbe gilt für Aussprüche wie (*Sitzungsberichte der k. Akademie*, 1886, pag. 116), dass in Mitteleuropa die faltende Kraft stets nordwärts gerichtet gewesen sei. Denn abgesehen von den Ausnahmen von dieser Regel, die Suess selbst anführt (Teutoburger Wald, Jeschkengebirge, Regensburger Gebiet), muss doch wohl auch berücksichtigt werden, dass es Forscher gibt, die auf Grund sehr eingehender Localstudien in diesen Gebieten durchaus nicht zu einem so bestimmten Resultate gelangt sind, sondern welche vielmehr die Frage, woher in bestimmten Gebieten Mitteleuropas die faltende Kraft gewirkt habe, ob aus Süd oder Nord, einfach vollkommen offen lassen (vergl. beispielsweise H. Loretz: Ueber die beiden Hauptstreichrichtungen im östlichen Thüringerwalde, *Referat in Verhandl. d. geolog. Reichsanstalt*, 1887, pag. 74).

Schon F. v. Hauc er hat (in *Verhandlungen* 1883, pag. 185) davor gewarnt, man möge nicht überall einfach statt der hebenden Kräfte in ihrem Wesen ebenso unverständliche schiebende Kräfte einführen, und damit hat er in der That den einzigen Unterschied der neueren gegenüber den älteren theoretischen Anschauungen über Gebirgsbildung vollkommen scharf und treffend hervorgehoben.

Dass diese schiebenden Kräfte neucstens von Seiten der Hauptvertreter der modernen Theorie selbst wieder ein wenig in den Hintergrund zurückgeschoben werden und dass sich ein versteckter Rückzug zu der älteren Auffassungsweise anzubahnen scheint, das habe ich in *Verhandlungen*, 1886, pag. 374, zu zeigen gesucht. Es ist nicht Sache jener, welche sich von allem Anbeginne an der Discussion über diese Fragen in gegensätzlicher Weise betheiligt haben, diesen maskirten Rückzug oder diese versuchte Frontveränderung in aller Ruhe sich vollziehen zu lassen, weil sie dadurch selbst beitragen würden ihre eigene Stellung in diesen Fragen zu einer höchst ungünstigen zu gestalten.