

Einige Bemerkungen über die Bildung von Querthälern.

(Zweite Folge.)

Von Dr. Emil Tietze.

Die schmeichelhafte Aufnahme, welche meine ersten im Jahre 1878 (siehe Verhandlungen d. geol. Reichsanst. 1878 pag. 212 und Jahrbuch der geol. Reichsanst. 1878 pag. 581—610) veröffentlichten Bemerkungen über die Bildung von Querthälern von Seiten mancher hochverehrten Forscher theils in der Literatur, theils in privaten Zuschriften an mich erfahren haben, hat erkennen lassen, dass man vielerseits das schon so mannigfach discutirte Problem der Querthalbildung nicht als gelöst angesehen hatte, so dass also die Beibringung neuer Gesichtspunkte, unter denen dasselbe betrachtet werden konnte, als eine Art von Fortschritt aufgefasst wurde. Niemandem und am allerwenigsten mir selbst ist es aber in den Sinn gekommen, zu glauben, dass mit jenem kurzen Aufsatz die Frage erschöpfend abgethan wurde. Ich konnte weder alle Querthäler der Welt, noch auch alle denkbaren geologischen Einzelheiten innerhalb eines Theiles dieser Querthäler bei meinen Ausführungen berücksichtigen.

Aehnlich geht es ja wohl bei allen unseren Versuchen, in geologischen Fragen zu allgemeinen Vorstellungen zu gelangen. Das ist das Schicksal jeder Erfahrungswissenschaft, dass man gezwungen ist, aus der Uebereinstimmung der Merkmale in einer bestimmten, oder sagen wir sogar oft beschränkten Summe von Erscheinungen Gesetzmässigkeiten zu folgern, wenn man auf derartige Folgerungen nicht überhaupt verzichten will. Unsere Vorstellungen über die mechanischen Vorgänge bei der Gebirgsbildung, über die tektonische Bedeutung gewisser Erdbeben, über die Anwendung der Descendenzlehre auf die Paläontologie und die genetische Verknüpfung von Formen in übereinander liegenden Schichten einerseits, sowie über die jener Verknüpfung scheinbar widersprechende Constanz der sogenannten Zonen andererseits, unsere Ansichten über die geologische Wichtigkeit eventueller Schwankungen des Meeresspiegels, über die Physik der Vulkane, über die metamorphische Natur gewisser Gesteine in älteren oder jüngeren Formationen, oder über den eruptiven Charakter anderer Gesteine, beruhen sämmtlich auf Verallgemeinerungen von Schlüssen, für welche in keinem Falle das der Beobachtung auf unserem Planeten zugäng-

liche Material an Thatsachen in seiner Totalität zu Grunde gelegt werden konnte.

Wenn nun auch solche Verallgemeinerungen für Einzelne oder für Viele die Bedeutung von Ueberzeugungen gewonnen haben können, so würden doch zweifellos die Männer, welche sich diese Ueberzeugungen zuerst angeeignet und die sich für die Verbreitung derselben verantwortlich gemacht haben, im Bewusstsein des rein subjectiven Werthes derselben, jede rein sachliche Kritik dieser Ansichten dankerfüllt und um so freudiger entgegennehmen, je mehr dadurch der Gesichtskreis für die Beurtheilung der betreffenden Fragen erweitert wird. Insoferne die Bedeutung gewisser Arbeiten in der durch sie gegebenen Anregung gesucht werden darf, insoferne legen die betreffenden Verfasser, wie bekannt, oft grösseres Gefallen an kritischem Zweifel an den Tag, als an unbedingter Heeresfolge, denn es handelt sich bei solchen Anregungen wohl seltener um einen Appell an den Glauben der Leser, als vielmehr um einen Appell an deren Denken und weiteres Beobachten. Höchstens dass bei lebhafteren Naturen, welche die Begeisterung für die Sache mit der für die Personen verbinden, die Fürsorge für das geistige Wohlergehen Anderer und das Gefühl überquellender Freundschaft eine Art von religiös gestimmtem Beifall fordert und gewährt.

Da ich mich zu diesen dogmatisirenden Naturen nicht rechne, so konnte mir im Interesse der Sache eine erneute Discussion der Thalbildungsfrage im Allgemeinen wenigstens nur erwünscht sein, wenn man auch natürlich eine derartige Discussion, sofern sie zu eigener Betheiligung daran veranlasst, nicht gerade in jedem beliebigen Zeitpunkte bequem findet. Doch brauchen solche persönliche Bequemlichkeiten oder Unbequemlichkeiten des Einen für das Eingreifen von Seite eines Andern in die Debatte allerdings nicht bestimmend zu sein. Ich spreche davon auch nur, um zu entschuldigen, dass ich mich in den folgenden Bemerkungen kürzer fassen muss, als ich es unter anderen Umständen gewollt hätte.

Es hätte überraschen müssen, wenn die von mir entwickelten Ansichten über die Entstehung der Querthäler ganz allseitig und ausschliesslich Zustimmung, und nicht auch hie und da Ablehnung gefunden hätten. Dies ist nun in der That der Fall gewesen, theils indirect, insofern einige Gelehrte an den älteren Anschauungen über Thalbildung festhielten, theils direct, insofern jene Ausführungen bekämpft und durch neuartige Vorstellungen zu ersetzen gesucht wurden.

Ich betrachte es in diesem Augenblicke nicht als meine Aufgabe, hier eine nochmalige eingehendere Discussion der älteren Ansichten vorzunehmen, welche für die Querthalbildung das Vorausgehen von besonderen tektonischen Vorgängen, wie namentlich Gebirgszerspaltungen grösseren Styls, als eine normale Erscheinung in Anspruch nehmen. Die wesentlichsten Argumente gegen diese Ansichten glaube ich in meiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand zusammengestellt zu haben, und man darf kaum hoffen, durch öftere Wiederholung derselben Gründe eine Auffassung Solchen zugänglich zu machen, welchen diese

Auffassung nicht gleich von vornherein überzeugend erschien. „Wo nicht gerade überkommene Anschauungen einen Druck üben“, sagt Hartung in der Zeitschrift für Erdkunde (Berlin 1880, pag. 179), „bedingt ja gewöhnlich das Ergebniss aus der Abwägung aller bekannten Beobachtungen den theoretischen Standpunkt des Einzelnen. Wer bei seinen Forschungen einmal die Ueberzeugung gewann, dass die Gebirgsthäler schon allein in Folge der Erosion entstanden, der lässt sich nicht so leicht durch Verhältnisse, welche er augenblicklich nicht zu deuten vermag, beirren, sondern zieht es vor, die letzteren einstweilen als unerklärlich aufzufassen, statt ihretwegen von seinem theoretischen Standpunkte abzuweichen. Und ebensowenig stösst sich derjenige, welcher bei der Entstehung aller Gebirgsthäler Spaltenbildung voraussetzt, an Erscheinungen, die für ihn bislang aller Erklärungsversuche spotten.“

Unter den Forschern, welche noch in jüngster Zeit sich für das Bestehen inniger Beziehungen zwischen der Entstehung der Thäler im Allgemeinen (also einschliesslich der Querthäler) mit Spaltenbildungen und Verwerfungen ausgesprochen haben, ist wohl in erster Reihe Daubrée zu nennen, der in seinen synthetischen Studien zur Experimentalgeologie (deutsche Ausgabe übersetzt von Gurlt, Braunschweig 1880, pag. 267—285), anknüpfend an Versuche über das Entstehen von Rissen und Sprüngen durch Stoss, Druck und Torsion zu der Ueberzeugung gelangte, dass die orographischen und hydrographischen Grundzüge vieler Gebiete das getreue Abbild derartiger, auf experimentellem Wege hervorgebrachter, sich kreuzender, oder vielfach untereinander paralleler Sprünge seien. Die verschiedenen Thäler, bei deren nachträglicher Ausbildung allerdings die Erosion mitgewirkt habe, (über diese nachträgliche Mitwirkung der Erosion besteht ja auch unter den Anhängern der Spaltheorie seit längerer Zeit kein Zweifel) seien demnach durch solche Sprünge vorgezeichnet gewesen.

Ausgenommen werden allerdings solche Thäler, welche in den angenommenen Parallelismus gar nicht mehr hineinpassen, selbst nicht unter Zuhilfenahme der sonst zur Erklärung gewisser Unregelmässigkeiten in Anspruch genommenen späteren Abrundungen des Thallaufes durch Erosion. „Es erscheint“ (l. c. pg. 278) „nämlich nicht zweifelhaft, dass viele kleine Thäler, welche die Thalränder abschneiden, ihren Ursprung keinen Spalten verdanken; dieses ist besonders wahrscheinlich bei denen, welche die Linie des Hauptwasserlaufes schräg schneiden.“ Man könnte sich da freilich fragen, ob nicht auch in anderen Fällen die Thalbildung ohne vorausgängiges Entstehen von Spalten hätte vor sich gehen können. Vor Allem aber ist die scheinbare und doch wohl nicht einmal überall vollständige Uebereinstimmung in dem Grundriss eines Flussnetzes mit einem Netz von Sprüngen auf einer einem Stoss oder Druck ausgesetzt gewesenen Platte für den Geologen überhaupt noch kein vollgiltiger Beweis für die Gleichartigkeit der Entstehung beider Netze, so interessant eine derartige Uebereinstimmung für den Physiker auch sein mag. Das anscheinend oft mehr oder minder annähernd rechtwinklige Gebrochensein eines Flusslaufes im Gebirge, sowie der Umstand, dass dem entsprechend auch die Nebenflüsse eines solchen Flusses bisweilen in Thälern ver-

laufen, welche zu dem Hauptthal an der Stelle der Vereinigung senkrecht stehen, wodurch dann ein Netz von sich theils parallelen, theils auf einander senkrechten „Spalten“ entstehen soll, erklärt sich ganz einfach dadurch, dass immer jeweilig einzelne der betreffenden Thalstrecken Längsthäler, andere aber Querthäler sind. Solche pflegen aber in einem Kettengebirge immer ungefähr rechtwinklig gegeneinander gerichtet zu sein, das heisst nämlich mit jenem Grade der Rechtwinklichkeit, von dem hier überhaupt die Rede sein kann. Ein grosser Theil der Längsthäler, obwohl unbestrittenermassen durch den tektonischen Aufbau der Kettengebirge bestimmt, hat aber ebenfalls sonst unbestrittenermassen gerade mit Spalten und Verwerfungen nichts zu thun, und in dieser etwas zu ungezwungenen Zusammenfassung zweier ganz verschiedener Kategorien von Thälern, in dieser gleichmässigen Behandlung ungleichwerthiger Grössen (vergl. z. B. l. c. pag. 282) scheint mir der verwundbarste Punkt der Ansichten Daubrée's zu liegen, wie ich, ohne der Autorität eines so ausgezeichneten Gelehrten irgend zu nahe zu treten, hier offen bekennen muss. Nimmt man aus der Darstellung der betreffenden Flussnetze die Längsthalstrecken weg, dann würde für die Lage und Anordnung der übriggebliebenen Querthäler die Analogie mit den Rissen einer durch Druck oder Stoss zersprungenen Platte wohl nicht mehr so deutlich hervortreten.

Eine gewisse Nachwirkung Beaumont'scher Auffassungen in der Art der Betrachtung der verschiedenen in dem Relief der Erdoberfläche sich darstellenden Directionslinien ist bei manchen Geologen der französischen Schule heute noch unverkennbar.

Auf Einzelheiten will ich bei der Besprechung dieser Ansichten nicht weiter eingehen, denn wollte man alle die von Daubrée beigebrachten Beispiele näher erörtern, so würde dies die Grenzen, die ich mir für diesen Aufsatz stecken musste, allzusehr überschreiten. Hervorheben will ich nur, dass die Hochebene von Charny (Aube) und Courtenay (Loiret) südwestlich von Joigny, die aus mittlerer und oberer Kreide, theilweise auch aus Lappen von Tertiärschichten besteht, ein Thalnetz zeigt, welches sich nicht mehr auf zwei Spaltensysteme zurückführen lässt, sondern (l. c. pag. 277) welches auf vier Hauptrichtungen der Zerreissung sich vertheilt, so dass also eine „polygonale Configuration“ der supponirten Thalspalten zur Darstellung gelangte. Das ist doch wohl bereits eine Ausnahme von den sonst als Regel aufgefassten einfacheren Verhältnissen der rechtwinkeligen Kreuzung, und es wird sich fragen, ob nicht in anderen Fällen, theils bestimmt durch die Natur des Terrains, theils beeinflusst durch die persönliche oder subjective Auffassung eines späteren Forschers, eine noch grössere Complication und Mannigfaltigkeit der Spaltenrichtungen sich als nothwendig herausstellen kann, um die Spaltennatur der betreffenden Flussnetze wahrscheinlich zu machen. Inwieweit die Elasticität der auf experimentellem Wege gestützten Thalspalten-Theorie dies zulässt, darüber habe ich kein Urtheil.

Wohl aber möchte der Umstand, dass gewisse, sogar breitere Thäler westlich der Mosel, nördlich von Briey, welche übrigens ebenfalls (l. c. pag. 277) einem polygonalen Netze angehören, wasserleer sind (l. c. pag. 278), die zugeschriebene Beweiskraft für die Spalten-

natur derselben nicht besitzen, da ja doch fraglich ist, ob die Wasserarmuth dieser Thäler von Anfang an bestand.

Wie aus der neuen Literatur zu schliessen ist, scheinen die Verhältnisse in Skandinavien für die Annahme von Thalspalten ganz besonders verlockend zu sein. Wenigstens hat Kjerulf in dem Schlusscapitel seiner Geologie des südlichen und mittleren Norwegen (übersetzt von Gurlt, Bonn, 1880) diese Annahme deutlich genug befürwortet: „So bilden die grossen Spaltensysteme, welche die Oberfläche zerschneiden, die ersten Grundzüge für das Aussehen der Oberfläche Norwegens. Das geheimnissvolle Netzsystem dieser Linien ist mit unauslöschlicher Schrift ausgeprägt; dieselbe kann wohl eine Zeitlang un bemerkt bleiben, hat man sie aber einmal gesehen, so wird sie der Beobachtung niemals wieder entwinden. Wie eine mit Moos bewachsene Inschrift auf einer Marmorplatte ist sie da, und zu erkennen. Hier haben alle eingelebten Vorstellungen von Plateaus, schiefen Ebenen und Erosionen aller Art nicht vermocht, die Schrift zu verdecken und der Beobachtung zu entziehen; beseitigen wir sie, so kann das Auge die Schriftzeichen wieder deutlich erblicken, und es kommt dann nur darauf an, dass sie auch in Zukunft alle richtig verstanden werden.“

Wie innig solche Vorstellungen mit der Idee von grossen Katastrophen zusammenhängen, wie schwer sie von der alten Kataklysmenhypothese zu trennen sind, und wie sehr sie unserer modernen Gesamtaufassung von einem ruhigeren Entwicklungsgange der geologischen Vorgänge widersprechen, ergibt sich wohl am Besten aus den polemischen Bemerkungen Kjerulf's gegen einen Theil der älteren Karten Skandinaviens und gegen die Uebersichtskarten, welche man für dieses Land besitzt. Diese Karten sollen die scharfen, den Thalspalten entsprechenden Knickungen nicht genügend wiedergeben (l. c. pag. 333). „Durch solche Uebersichtskarten wird der Blick über das Wesentlichste irreführt, und es kommen daraus die Theorien von Erosion und Aushobelung durch Eis, durch kleine, Millionen von Jahren andauernde Wirkungen, während die wahren Züge der Natur eine Arbeit andeuten, die vielleicht durch einen einzigen Zusammenpressungsprocess hervorgebracht sein könnte“.

Am Leichtesten würde ich mich vielleicht mit Hartung verständigen, der in seinem Aufsätze über eine Thalspalte in der Berliner Zeitschrift für Erdkunde (1880), anknüpfend an die eigenthümliche trockene Gebirgszerspaltung des Iutulhugget in Norwegen, schliesslich doch nur für die Möglichkeit plaidirt, dass stellenweise Gebirgszerspaltungen den Anlass zu Querthalbildungen gegeben haben können, ohne dabei dieser Spaltenbildung eine grössere als eben locale Bedeutung beizumessen. Die Schilderung, welche Hartung vom Iutulhugget gibt, spricht allerdings sehr dafür, dass man es dort mit einer echten klaffenden Spalte zu thun habe. Der sichtbare Boden dieser Schlucht ist nun freilich wasserleer, und erst am tiefsten Grunde unter der Bedeckung mit Gebirgsschutt und Blockwerk rieselt etwas Wasser, weil ja natürlich in einer Terrainvertiefung, mag sie wie immer entstanden sein, sich atmosphärisches Wasser ansammeln muss, sofern es überhaupt, den klimatischen Verhältnissen entsprechend, in genügender Menge vorhanden ist. Aber gerade der Umstand, dass wir es da mit einer offenen

Spalte zu thun haben, welche nicht von einem Flusse benützt wird, spricht nicht gerade für die Annahme, dass Flüsse für gewöhnlich Gebirgsspalten folgen, um sich ihr Thal in denselben auszutiefen.

Ich habe mich nie gegen die stellenweise Existenz klaffender Spalten überhaupt ausgesprochen. Das hiesse Beobachtungen läugnen wollen. Eine kleinere derartige Spalte, in welcher freilich eine Quelle entspringt, habe ich sogar aus der Gegend oberhalb Abigerm am Demavend beschrieben. (Jahrb. der geologischen Reichsanstalt 1875, pag. 139.) Wohl aber habe ich in meiner ersten, auf Querthäler bezüglichen Arbeit (l. c. pag. 590 bis 592) es für unwahrscheinlich erklärt, dass Vorgänge der Spaltenbildung in dem grossen Maassstabe, wie man ihn anzunehmen genöthigt wäre, um die grosse Anzahl der Querthäler zu erklären, wirklich stattgefunden haben. Ich suchte auch zu zeigen, dass derartige klaffende Spalten schwer als eine normale, von den Gesetzen der Gebirgsbildung und Gebirgserhebung direct abhängige Erscheinung angesehen werden dürften, insoferne, in vielen Fällen wenigstens, auch ein Zusammenpressen und Biegen der Streichungslinien beobachtet werden könne, was der Entstehung gerade klaffender Risse an sich kaum günstig gewesen sein möchte, und insoferne auch andererseits die einer derartigen eventuellen Spaltenbildung nachfolgende Ausfüllung und Verkittung der klaffenden Ritze den gewünschten Effect zu Gunsten der Querthalbildung vereiteln konnte.

Reusch hatte Erdbeben zur Erklärung der Oeffnung derartiger Spalten in Norwegen zu Hilfe genommen. „Die Klüfte und Spalten“, schreibt dagegen Hartung, (l. c. pag. 177), „welche gegenwärtig die schroffen Seitenwände und neben denselben die Gebirgsoberfläche durchsetzen, konnten auch ohne Erdbebenerschütterung einfach dadurch entstehen, dass die wuchtigen, von Kluftflächen durchzogenen Felsenmassen der Sandstein- und Conglomeratschichten am Rande der Schlucht der seitlichen Stützung beraubt waren und in Folge dessen hie und da in Sprüngen aufbarsten.“ Wenn man den Factor der Schwere bei der Erklärung klaffender Spalten zu Hilfe nimmt, und es ist ja kaum zu läugnen, dass schliesslich an jedem mehr oder weniger steilen Gehänge die Schwere der Massen Zerreibungen derselben hervorruft, dann ist klar, dass gewisse, eben durch die Thalfurchen bewirkte oder dargestellte Terrainunebenheiten bereits bestehen mussten, ehe die Einwirkung jenes Factors zur Spaltenbildung führen und damit der Thalbildung Vorschub leisten konnte. Hat man aber bereits mit Thälern zu thun, die als etwas vorher Gegebenes betrachtet werden, dann braucht man auch eine später eintretende Zerreibung der Gebirgsmassen nicht mehr, um den Process des Anfanges der Thalbildung im Sinne eines allgemeinen Gesetzes zu erläutern, denn die Betrachtung dieser secundären Erscheinung würde uns bei den Erklärungsversuchen der vorausgängigen Thalbildung im Stiche lassen.

Sobald ein Gebirge mitsammt den für die Querthäler erforderlichen Spalten nicht mit einem Male fix und fertig dastand, konnte wohl an die Benützung derartiger Spalten durch die Flüsse nicht gedacht werden, und wir haben gesehen, dass in dieser Richtung wenigstens Kjerulf vor den Consequenzen seiner Ansicht nicht zurückgeschreckt ist. Dagegen schreibt Hartung (l. c. pag. 181): Mit seinem

Gefolge von Hebung, Senkung, Schichtenfaltung und Verwerfung gilt der Mechanismus der Gebirgsbildung gegenwärtig allgemein als eine langsam und allmählig wirkende Kraft, aber trotzdem mag diese in Folge angesammelter Spannungen zuweilen örtlich und zeitlich Vorgänge anbahnen, die einen rascheren Verlauf nehmen. Auf solche Vorgänge, die nicht, wie man früher lehrte, im Gebirgskörper mit einem Schläge die Thalwege öffnieten, sondern vielmehr hier früher, dort später, an den meisten Orten gar nicht statthatten, konnte das Wasser, das zu allen Zeiten fließen musste, natürlich nicht warten.“

Im Hinblick auf diese Vorstellung gesteht sodann Hartung die stellenweise Berechtigung der von mir vertretenen Ansichten über die Bildung von Querthälern zu, und da es mir nie eingefallen ist für diese Ansichten eine ganz absolute Geltung zu beanspruchen, so darf ich andererseits auch eine, wenngleich nur sehr locale Geltung der Spalten-theorie für die Erläuterung gewisser Vorkommnisse mir gefallen lassen.

Ich kann mich also wenigstens principiell mit Hartung verständigen, und zwar um so leichter, als derselbe Forscher in einem früheren Aufsätze betitelt: Beitrag zur Kenntniss von Thal- und Seebildungen (Zeitschr. für Erdkunde, Berlin 1878 pag. 265—333) sehr wichtige Mittheilungen über die Vorgänge bei der Thalbildung durch Erosion gemacht und diese letztere in ihrer Bedeutung vielfach gewürdigt hat. Er sprach es (l. c. pag. 277) aus, dass Alle, welche eingehend mit den geognostischen Verhältnissen vulkanischer Gebirge sich befassten, früher oder später zu der Ueberzeugung gelangten, dass die Erosion auch ohne Beihilfe einer anderen Kraft allein im Stande ist, tiefe und weite Thäler „auszuwaschen“ und in einem andern Abschnitt seiner Arbeit zeigte er, „wie selbst da, wo die Bergformen durch Faltung und Zerberstung von Schichtenfolgen entstanden, die Erosion es war, welche, ähnlich wie auf den vulkanischen Gebirgen, nur in anders vorgezeichneten Entwässerungsgebieten Thalbildungen schuf.“ (l. c. pag. 295.) Wenn er aber dann in einem andern Capitel derselben Arbeit (betitelt Thalspalten) zu der Ansicht gelangte, dass in einer Anzahl von Fällen denn doch gewisse Thäler in ihrer Anlage durch Spaltenbildung bedingt worden seien, so hat er bei der Beweisführung für diese Ansicht sich theilweise gerade auf Beispiele gestützt, die vorderhand überhaupt zu den im Sinne einer jeden Theorie schwieriger zu deutenden Erscheinungen gehören, womit ich freilich auch der von mir vertretenen kein besonderes Compliment zu machen scheine.

Ob indessen hierin ein Zugeständniss der Schwäche im Hinblick auf alle unsere bisherigen Erklärungen des Thalbildungsprocesses liegen mag oder nicht, so darf doch nicht übersehen werden, dass die analytische Betrachtung eines solchen Processes nicht unmittelbar an die scheinbar verwickeltesten Phänomene anknüpfen sollte, oder besser gesagt, dass sie im Recht bleibt sich an der Entwirrung einfacherer Verhältnisse auch weiterhin zu versuchen, selbst wenn sie vor schwierigeren Aufgaben Halt machen muss.

Es handelt sich um gewisse tiefe Binnenseen, deren Grund mehr oder weniger tief unter dem Meeresspiegel liegt, und vor Allem, um das todte Meer mit der merkwürdigen sogenannten Jordanspalte.

Ganz im Allgemeinen betrachtet könnte man sich principiell immerhin vorstellen, dass durch eine relative Senkung eines ganzen Gebietes Thalbildungen, die von Flüssen vor Eintritt jener Senkung ausgefurcht wurden, unter den Meeresspiegel gelangen. So werden ja die Fjorde von Vielen als vom Meere nicht erodirte, sondern inundirte Thäler aufgefasst.

Im Besonderen würde dann freilich immer gezeigt werden müssen, dass die Annahme einer derartigen Senkung aus anderweitigen Gründen zulässig ist. Bei Längsthälern, welche in ihrer Entstehung durch die Gebirgsbildung, durch den Faltenwurf von Schichten bedingt sind, ist übrigens die Annahme solcher allgemeiner Schwankungen im Verhältniss zum Meeresspiegel möglicherweise nicht einmal nothwendig, insofern die Entstehung von Falten und somit von zwischen solchen Falten gelegenen Depressionen vielleicht auch unter dem Niveau des Meeresspiegels vorsichtigend gedacht werden kann.

Mögen sich aber diese Dinge wie immer verhalten, so wird es doch, wie gesagt, nicht leicht sein, die von Hartung erwähnten Fälle sofort in eine völlig klare Beziehung zu unserem Problem zu bringen. Ich übergehe die Beispiele gewisser skandinavischer und italienischer Seen und wende mich zur Besprechung des ausgeprägtesten der citirten Vorkommnisse, um meine Behauptung zu illustriren. Das ausgeprägteste diesbezügliche Vorkommniss ist aber das todte Meer mit dem Thallauf des Jordan, insofern sogar dieser letztere zum allergrössten Theil unter dem Meeresspiegel gelegen ist, während jene schwedischen und italienischen Seen wenigstens mit ihrem Wasserspiegel über das Meeresniveau hervorragen. Es hat dieses Beispiel auch noch den Vortheil, dass wir bei seiner Discussion vor einer noch weitergehenden Verwicklung der Frage durch die Berücksichtigung etwaiger Hypothesen über Aushobelung von Terrainfurchen durch Gletscher geschützt sind.

Insofern nun die sogenannte Jordanspalte (l. c. pag. 326) „sich darstellt, als die südliche Fortsetzung einer Thal- oder Muldeneinsenkung, welche zwischen dem Libanon und Antilibanon herabzieht“, gehört sie in die Kategorie der Längsthäler, und würde uns hier bei Besprechung des Problems der Querthalbildung eigentlich gar nichts angehen. Doch beruft sich Hartung auf die Beobachtungen von O. Fraas, wonach zwar in den genannten höheren Gebirgen Schichtenstörungen vorkommen, dagegen zu beiden Seiten des Jordanthales und des todtten Meeres ganz horizontale Lagerung herrscht. „Gerade da aber ist die Thalspalte eingeborsten und somit klar gelegt, dass Schichtenaufrichtung und eigentliche Gebirgserhebung einerseits, sowie Spaltenbildung andererseits durchaus nicht unmassgeblich zusammen gehören, sondern ganz gesonderte, von einander unabhängige Vorgänge sein können.“ Weil also in einem Falle, wie dieser, nach der Meinung des verdienten Autors eine Spaltung in grossartigstem Massstabe die Veranlassung zu einer Thalbildung gegeben habe, so dürfe man die Existenz von Spaltenthälern nicht überhaupt läugnen, und erkennt man dies an, dann könnte natürlich auch bei echten Querthälern stellenweise an Spalten gedacht werden.

Hartung ist offenbar der Meinung, dergleichen sei öfter der Fall als man glaubt:

„Wenn selbst in der Jordanspalte, obschon dieselbe auf einer so beträchtlichen Strecke vom Wasser unbedeckt zu Tage liegt, die Art und Weise, wie die Thalspaltenbildung vor sich ging, noch nicht endgültig festgestellt werden konnte, so darf man nicht erwarten, bei anderen, weniger typisch ausgeprägten und günstig gelegenen Vorkommnissen äusserlich unzweideutige Merkmale aufzufinden.“ Dieser Mangel eines directen Beweises für die Spaltennatur des Jordanthales dient nun freilich nicht dazu, die Idee einer häufigen Vertretung von Spalenthälern in unseren Gebirgen sehr zugänglich zu machen. Immerhin jedoch bleibt für den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntniss bezüglich der Entstehung des todten Meeres sammt der Thalfurche des Jordans noch Vieles räthselhaft.

Hartung scheint (l. c. pag. 328) geneigt, an einen Einsturz im Bereiche des todten Meeres zu denken, der die Spalte verursacht habe, und zwar möchte er die Ursache eines derartigen Einsturzes in unterirdischen Hohlräumen vermuthen, welche durch die ursprünglichen tektonischen Vorgänge bei der Entstehung der betreffenden Gebirge, entsprechend den allgemeinen Gesetzen der Gebirgsbildung, bedingt sein konnten. Die Entstehung solcher tektonischer Hohlräume ist nun aber gerade für diese durch die Horizontalität der Schichtenstellung ausgezeichnete Gegend nicht eben wahrscheinlich. Andererseits lässt sich ja nicht übersehen, dass auch unabhängig von derartigen, vorläufig noch etwas dunklen Vorgängen, die sich auf Hohlräume beziehen, welche bezüglich der Ursache ihrer Entstehung ganz hypothetisch sind, in den localen Verhältnissen Palästina's mancherlei Vorbedingungen für locale Einsturzerscheinungen vorhanden sind. Die grosse, an den Karst erinnernde Zerklüftung und Durchhöhlung jenes Gebirgslandes ist von O. Fraas ganz besonders betont worden, und ausserdem sind in der Umgebung des todten Meeres mächtige Salzstöcke bekannt, deren partielle Auslaugung ja schliesslich auch zu Einstürzen hätte führen können. Ich kann allerdings nicht entscheiden, inwieweit die Inanspruchnahme derartiger Prozesse ausreichen würde, um die Grösse der beobachtbaren Effecte zu erklären. Geben wir aber auch die Möglichkeit eines riesigen Einsturzes im Bereiche des todten Meeres aus irgend welcher Ursache zu, dann bliebe noch weiter zu erörtern, ob das Bett des Jordan desshalb schon selbst als Spalte aufzufassen wäre, oder ob nicht die durch einen derartigen Einsturz bedingte Vertiefung ein Tieferlegen des Jordanthallaufes im Wege einfacher Erosion hätte zur Folge haben können. Hierbei wäre dann wieder in Anschlag zu bringen, dass andererseits, nachdem der See bereits fertig war, auch eine beispielsweise von klimatischen Ursachen hervorgerufene Abnahme des Wassers in jenen Gegenden und ein derart bedingtes Sinken des Seespiegels nicht minder ein Tieferlegen des Jordanbettes hätte bewirken müssen. Es könnte sogar schwer sein, derartige sich summirende Wirkungen dem Grade ihrer relativen Bedeutung nach zu schätzen.

Was den Zeitpunkt der Entstehung der sogenannten Jordanspalte anlangt, so meint Hartung, derselbe sei nach dem Umstande zu beurtheilen, dass nach Lartet Nummulitenbildungen in jenen Gegenden nur eine spärliche Verbreitung haben, nach Fraas aber

das Tertiär im Bereich der betreffenden Spalte gänzlich fehle. Der letztere sagt (Aus dem Orient, Stuttgart 1867, pag. 73), es sei „die ganze Jordanspalte mit der Versenkung des todten Meeres älter als die Ablagerung des Tertiärs, das in der ganzen Gegend vom Libanon bis nach Egypten fehlt.“ Lartet war sogar der Ansicht „das todte Meer habe zu keiner Zeit in irgend einem Zusammenhange mit dem Ocean gestanden“ (Fraas l. c. pag. 74).

Dagegen hat M. Neumayr anknüpfend an gewisse Mittheilungen Steindachner's über die innigen Beziehungen der Fischfauna des Jordan mit der des Nil die Vermuthung von einem einstigen Zusammenhange des Jordan mit dem Nil ausgesprochen. (Siehe: Zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens, in der Sammlung gemeinverständlicher Vorträge von Virchow und Holtzendorff, Heft 392, Berlin 1882, pg. 20 und vergleiche darüber Denkschr. d. Wiener Akademie der Wiss. 40. Band, die Insel Kos, pag. 282).

Das würde nun doch einen wenigstens indirecten einstigen Zusammenhang des Jordan's mit dem Ocean durch Vermittlung des Nil in dem Sinne bedeuten, dass der Jordan einst nicht dem Wassergebiet eines geschlossenen Binnensees angehörte, und da die Aufhebung dieses Verhältnisses von Neumayr in die diluviale Zeit versetzt wird, so wäre zwar nicht die Entstehung des Jordanthales an sich, aber doch die Entstehung des todten Meeres als eines geschlossenen, abflusslosen Binnensees jünger, als dies von Fraas angenommen wurde.

Es würde sich nur darum handeln, zu ermitteln, welchen Ursachen man die Aufhebung jenes vorausgesetzten einstigen Zusammenhanges zuschreiben darf. Das Thal des Jordan selbst aber könnte man in seiner Haupterstreckung als ein vor dem Eintreten dieser Ursachen ohne besondere Spaltenbildung entstandenes, durch Erosion vertieftes, in einem annähernd flachgeschichteten Gebirge verlaufendes Längenthal auffassen. Es hätte freilich zur Zeit, als der von Neumayr befürwortete Zusammenhang mit dem Nil stattgefunden haben soll, nicht so absonderlich tief unter dem Meeresspiegel liegen dürfen, wie heutzutage. Jetzt besitzen wir in diesem Thal die tiefste bekannte Depression der Erde. Schon der noch dem mittleren Laufe des Jordan angehörige See⁷ von Genazareth liegt 191 Meter unter dem Meeresspiegel, und die Wasserfläche des todten Meeres liegt sogar 394 Meter unter dem letzteren. Die grösste ermittelte Tiefe der ganzen Einsenkung wird sogar zu 742 Meter unter dem Meeresspiegel angegeben. Auch wären die alten Fluthmarken und die Höhe der alten Geschiebeansammlungen um das todte Meer und am Jordanthale zu berücksichtigen, welche nach Fraas sich in der Umgebung des todten Meeres zwar zu der respectablen Höhe von 300 Fuss über den Spiegel dieses Sees erheben, aber doch erkennen lassen, dass der höchste einstige durch Spuren erkennbare Wasserstand dieses Sees, der nach Neumayr doch wohl vor der Diluvialzeit nur eine Verbreiterung des mit dem Nil sich irgendwie verbindenden Jordanlaufs gebildet haben könnte, noch immer fast 1000 Fuss unter dem heutigen Meeresspiegel sich befindet. Wie soll nun solch' ein Fluss es angestellt haben, um in das Meer oder den Nil zu fließen ohne bergauf zu laufen?

Nun könnte wieder Jemand kommen, dem grosse Schwankungen des Meeresspiegels ein Leichtes sind und vielleicht den Nachweis versuchen, dass das Meer sich an den Küsten Palästina's seit jener Zeit der Aufhebung der Vereinigung des Jordan und Nil um mehr als 1000 Fuss erhoben habe (ohne freilich dabei sich gegen die Höhenverhältnisse des unteren Nilgebietes im Gegensatze zu jener Zeit wesentlich verschieden zu verhalten¹⁾), so dass immerbin die Möglichkeit einer einstigen Abwärtsbewegung des Jordan, wenn schon nicht in den Nil, so doch in's Meer gerettet bliebe, und, Scherz bei Seite, man kann ja, wenn man Schwankungen des Meeresspiegels überhaupt zugibt und zugeben muss, sich principiell ganz gut ein Zusammentreffen von Umständen derart denken, dass gewisse, später aus irgend einem Grunde abgesperrte Thalfurchen zur Zeit ihrer einstigen Oeffnung über dem damaligen Meeresspiegel lagen und dann nach geschehener Absperrung bei erhöhtem Stande des Meeresspiegels als Depressionen fortexistiren, welche um einen gewissen Betrag unter dem erhöhten Meeresniveau gelegen sind. Dergleichen wird namentlich dann vorkommen können, wenn das betreffende Continentalgebiet nach vollzogener Absperrung einer solchen Terrainfurchen an Masse beträchtlich wächst und somit in Folge von Attraction ein Ansteigen des Meeresspiegels um den Continent herum bewirkt wird. (Vergl. Hann, Mitth. d. geogr. Ges. Wien 1875, pag. 555.)

Man könnte aber auch die Annahme einer allgemeinen, in den Bodenverhältnissen beruhenden, gleichmässigen Senkung des ganzen Gebietes, in dem der Jordan sich bewegt, zu Hilfe nehmen, um die heutige tiefere Lage der Depression des todten Meeres wenigstens theilweise zu erklären. Diese Senkung könnte man sich dann im Zusammenhange mit den Vorgängen denken, welche nach Neumayr das Verschwinden ganzer Gebirge in der Gegend des heutigen Nildelta seit der Diluvialzeit bewirkt haben. Freilich wäre dann wieder zu untersuchen, wie sich diese Senkung zu den von Fraas (l. c. pag. 45) behaupteten heutigen Hebungerscheinungen an der Küste Palästina's verhalten möchte. Nehmen wir nun noch dazu, dass gemäss den neuesten Ansichten von Suess seculare Hebungen und Senkungen überhaupt nicht vorkommen, so müssen wir eingestehen, bei der Betrachtung der Jordanspalte einem wahren Rattenkönig widerstreitender Meinungen uns gegenüber zu finden. Mehr wollte ich auch gar nicht beweisen.

Wohin wir also auch blicken, wie immer wir die Sache drehen und wenden mögen, die sogenannte Jordanspalte bleibt vorläufig ein Räthsel, ein Problem für sich, dessen Lösung vielleicht durch die Intervention mancher Forscher mehr verwickelt, als nahe gerückt worden ist. Ich wenigstens habe bisher nicht vermocht, weder aus den vorliegenden Mittheilungen, noch aus den im Anschluss daran entwickelten Ansichten mir eine klare Vorstellung von den Vorgängen zu bilden, welche bei der Herstellung dieser merkwürdigen Terrainbildung bestimmend gewesen sind. Die Verhältnisse, um deren Entwirrung es

¹⁾ Die Senkungerscheinungen am Nildelta sind im Vergleich zu den Anforderungen dieser Betrachtung doch von sehr geringem Betrage.

sich handelt, und die wir augenscheinlich noch gar nicht in ihrer Gesamtheit überblicken, sind jedenfalls recht complicirte, und es muss fragwürdig erscheinen, ob man gerade derartige Beispiele schon jetzt bei der Discussion des Problems der Thalbildung zu Gunsten der einen oder der anderen Theorie verwenden kann, wenn ich auch bereitwillig zugestehe, dass es erwünscht sein müsste, wenn eine spätere Forschung das Problem der Entstehung derartiger Depressionen aufhellen und in eine regelrechte Beziehung zu den allgemeinen Anschauungen über Thalbildung setzen könnte. Unter allen Umständen sind deshalb die Geographen und Geologen Herrn Hartung zu Dank verpflichtet, dass er die Aufmerksamkeit auf einen so wichtigen Gegenstand gelenkt hat.

Das wären die wenigen Bemerkungen, die ich bezüglich der neuerdings zu Gunsten der alten Spaltentheorie geltend gemachten Argumente mir erlauben wollte. Freunde dieser Theorie möchte ich noch auf ein hauptsächlich die diesbezüglichen Verhältnisse Irlands behandelndes Buch von K i n a h a n aufmerksam machen. (*Valleys and their relation to fissures, fractures and faults*, London 1875, bei Trübner).

Etwas ausführlicher muss ich der Besprechung einer anderen neuen Theorie mich widmen, welche, im directen Gegensatz zu den Darlegungen meines ersten, die Frage der Querthäler behandelnden Aufsatzes, mitgetheilt wurde. Da diese neue Theorie gleich der von mir vertretenen Anschauung auf der Berücksichtigung der Erosion in erster Linie basirt, so handelt es sich scheinbar um einen Streit zwischen Anhängern derselben Sache, oder gewissermassen um eine Familienangelegenheit, welche nur die Freunde der Erosion betrifft. Inwieweit aber hierbei nur ein untergeordneter Zwiespalt zwischen etwas verschiedenen Nuancen gleichsam derselben Farbe, oder in wiefern eine tiefer liegende Differenz der Anschauungen in Betracht kommt, mögen die folgenden Seiten erläutern helfen.

Herr Löwl verzeiht mir wohl die lange Einleitung. Indessen ich bin gerade durch ihn veranlasst worden der ganzen Thalbildungsfrage auch im Allgemeinen wieder näher zu treten. Sein Aufsatz über die Entstehung der Durchbruchsthäler (*Petermann's Mitth.* 1882, pag. 405) gibt sich zwar von vornherein als einen Angriff auf die in meinen früheren Bemerkungen bezüglich der Querthäler ausgesprochenen Ansichten zu erkennen, ist aber dabei im Gegensatze zu anderen mich berührenden polemischen Darstellungen mit so rein sachlicher Kritik geschrieben und berührt theilweise so wichtige, früher wenig betonte Gesichtspunkte über das fragliche Problem, dass ich nicht umhin kann, ihm meinen Dank für die erneute Anregung des Gegenstandes auszusprechen.

Wenn er sagt, meine erwähnten Ausführungen hätten zu der scheinbar einzig möglichen Lösung unseres Problems geführt und seien der modernen Auffassung von der allmäligen Erhebung der Gebirge in so ansprechender Weise entgegengekommen, dass man beinahe mit Bedauern zu ihrer Widerlegung schreite, so darf ich versichern, dass es mir umgekehrt gerade der Sachlichkeit seiner Einwände wegen ein besonderes Vergnügen bereiten würde, mit ihm den Gegen-

stand ausführlicher zu discutiren. Ich muss mich leider beschränken und setze voraus, dass Herrn Löwl die Lage, in der ich mich befinde, nicht unbekannt ist. Wollte ich allen den verehrten Herren gerecht werden, welche sich in nicht zustimmender Weise mit meinen verschiedenen Publicationen beschäftigt haben¹⁾, so bliebe mir allzuwenig Zeit, um meinen sonstigen Verpflichtungen nachzukommen, und die Rückstände in dem mir vorliegenden Arbeitsmaterial würden sich in einer Weise häufen, die mir persönlich wenigstens nicht gleichgiltig ist. Ich werde deshalb, ohne gerade auf alle vorgebrachten Beispiele näher einzugehen, vorwiegend nur die principielle Seite der von Löwl erhobenen Einwände hier zu prüfen versuchen, und überlasse es getrost der späteren Forschung, wie sie mit der auf's Neue verwickelter gewordenen Querthalfrage sich abfinden wird.

Ich constatire zunächst, dass Herr Löwl in einem Cardinalpunkte mit mir übereinstimmt, dass nämlich der Spaltenbildung durch tektonische Vorgänge bei der Entstehung der Durchbruchsthäler nur eine geringe, oder ausnahmsweise Bedeutung beigemessen werden kann, und es ist mir lieb, neben dem hier ebenfalls zu nennenden hochverdienten Heim zur Begründung dieser Auffassung beigetragen zu haben, welche den Beifall Löwl's gefunden hat.

Der letztere pflegt in seinem Aufsätze meine sogenannte Theorie der Querthäler in der Regel als Erosions-Theorie zu bezeichnen. Seinerseits nimmt er aber ebenfalls die Erosion oder Auswaschung jener Thäler zur Erklärung der betreffenden Erscheinung in Anspruch. Der Gegensatz, in dem wir uns befinden, ist, um es gleich hier zu sagen, nur darin zu suchen, dass nach meiner Auffassung die Erosion im Wesentlichen von oben nach unten, nach seiner Ansicht aber im Wesentlichen von unten nach oben wirkt. Es könnte Einem die Bedeutung dieses Gegensatzes etwa so vorkommen, wie die des bekannten rituellen Gegensatzes zwischen Schiiten und Sunniten, insofern die Einen bei ihren religiösen Waschungen sich die Hände von oben nach unten, die Anderen von unten nach oben zu waschen pflegen, wobei aber doch schliesslich das Waschen selbst, oder das Gewaschenwerden die Hauptsache ist. Die Differenz der beiden Vorstellungsweisen liegt indessen in unserem Falle insofern etwas tiefer, als, je nachdem Herr Löwl oder ich Recht behalten wird, die ältesten Thalstrecken eines Flusslaufes im Allgemeinen entweder mehr in den unteren, oder mehr in

¹⁾ Nach und nach hoffe ich einiges Diesbezügliche berücksichtigen zu können. Alles wäre zu viel für Jemanden, dem nicht geschäftige Freunde zur Verfügung stehen. Wer sich für die Geschichte der Wissenschaft interessiert und sich demgemäss auch über die Natur gewisser Strömungen im Bereich der österreichischen geologischen Forschung unterrichten will, dem empfehle ich dringend die aufmerksame Lectüre der von Professor R. Hörnes redigirten letzten Jahrgänge der Berichte über die Fortschritte auf dem Gebiete der Geologie (Köln und Leipzig). Diese Publication hat eine grosse symptomatische Bedeutung, die sich vielleicht nicht bloss auf die wissenschaftlichen Kreise von Gratz beschränkt. Da der gelehrte Professor, der dort über die Fortschritte der Geologie zu Gericht sitzt, es übrigens in einer seiner andern Schriften für gut gefunden hat, mich als Anfänger, sich und seine Freunde aber als Meister des Faches hinzustellen, so wird er begreiflich finden, wenn ich zögere mich unter so ungleichen Verhältnissen mit seinen Auslassungen eingehender zu beschäftigen.

den oberen Theilen eines solchen Flusslaufes gesucht werden müssen. Auch werden wir sehen, dass eine gewisse Verschiedenheit der Auffassung bezüglich der Schnelligkeit, mit der sich Gebirge erheben, hier zum Ausdruck gelangt.

Mangel an Zeit und Raum gestattet nicht, zur Orientirung des Lesers auf eine weitläufige Wiederholung des Inhalts meiner früheren Ausführungen einzugehen, und ich bitte also dieselben nöthigenfalls zu vergleichen. Nur eine Thatsache will ich gleich zu Anfang hervorheben, dass es mir nämlich als etwas Selbstverständliches erschienen ist, dass wenigstens in vielen Fällen die untersten Strecken eines Flusslaufes jünger sind, als die oberen.

Alle Flüsse, welche sich in einem gegen das Meer zu anwachsenden Land bewegen, scheinen dies zu beweisen. Wenn z. B. O. Böttger die Tertiärschichten von Pebas am oberen Marañon (Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 1878, pag. 503) für eine brakische Bildung am ehemaligen Unterlauf des Amazonenstromes hielt, so würde das doch bedeuten, dass der grösste Theil des Laufes dieses Stromes, nämlich von Pebas bis zur heutigen Küste jünger ist, als derjenige Theil des Stromlaufes, welcher oberhalb Pebas liegt, und zwar um so jünger, je näher der Küste. Das ist ein Beispiel für den einfachsten Fall der Betrachtung, welche wir bezüglich des relativen Alters der einzelnen Thalstrecken anstellen können.

Nun freilich wird die Sache verwickelter, sobald es sich nicht mehr um den Abfluss eines Stromes auf einer ununterbrochenen, schwach geneigten Ebene handelt, sondern um das Eintreten eines Flusses in eine Region der Gebirgsaufrichtung. Da kann die Frage entstehen, ist das vom Fluss durchbrochene Gebirge älter als der Fluss oder jünger?

Die von mir vertretene Vorstellung, wonach die Erosion auf ein Gebirge mit dem Moment seiner Emporhebung beginnen musste und wonach die von einem älteren Festlandskerne ausgehenden Wasserläufe oft Gelegenheit finden konnten, sich in solche Landmassen einzuschneiden, welche einer weiteren Hebung entgegengingen, so dass also die Vertiefung eines Querthales mit der fortschreitenden Erhebung einer von demselben durchsetzten Kette mehr oder weniger leicht gleichen Schritt halten konnte, wird nach den von mir beigebrachten Beispielen aus den Karpathen, dem Alburs und dem Himalaya von Löwl als scheinbar möglich zugestanden, oder vielmehr es wird gesagt, dass die betreffenden Beispiele immerhin für jene Vorstellung verwendet werden könnten, wenn nicht in anderen Fällen die ganze Theorie unzulässig erschiene. „Es gibt aber auch“, fährt Löwl fort, „Gebirge, welche weit älter sind als ihre Querthäler, in denen also die Ausspülung der letzteren erst nach dem Abschlusse der Faltung eingeleitet wurde.“

Unter den diesbezüglichen Fällen, welche gegen meine Anschauungsweise sprechen sollen, wird vor Allem der Durchbruch der Donau durch das serbisch - Banater Gebirge hervorgehoben, und zwar geschieht dies mit besonderem Geschick, indem mein verehrter Gegner sich dabei speciell auf meine eigenen früheren Untersuchungen dieses Gebirges stützt. Durch die seit einer Reihe von Jahren im Banat von Seite der ungarischen geologischen Anstalt, insbesondere von Boeckh durchge-

führte sorgsame Detail-Aufnahme, wurde allerdings in nicht wenigen Fällen eine Bestätigung meiner anderwärts bisweilen bestrittenen Deutungen und Auffassungen der dortigen Verhältnisse gewonnen, so dass es wieder erlaubt sein mag, diese Deutungen zu benutzen. Ich freue mich darüber nicht wenig, allein zur Beurtheilung der vorliegenden Frage reicht die Bezugnahme auf die in den betreffenden Arbeiten dargestellten Thatsachen keineswegs aus.

Gestützt auf die theilweise Kenntniss beider Ufer der Donau in jenen Felsengen oberhalb des eisernen Thores und namentlich auf die Beobachtung der dortigen Katarakte war mir allerdings die Eigenschaft des Donaulaufs daselbst als eines reinen Erosionstales zur Gewissheit geworden. Dieser Ansicht ist auch nie direct widersprochen worden, und Herr Löwl thut dies ebensowenig. Ueber die Art freilich, wie jene Erosion von Statten gegangen sei, darüber hatte ich vor 10 oder 12 Jahren keine Veranlassung, mich auszusprechen. Wer dies damals gewollt hätte, hätte nicht bloß die tektonischen Verhältnisse der von mir beschriebenen Theile jener Landschaft, sondern im grösseren Style die Gesammtheit der tektonisch wichtigen Erscheinungen auch in der näheren und weiteren Umgebung jenes Gebietes berücksichtigen müssen. Dieser Nothwendigkeit hätte sich heute jedoch Löwl nicht entziehen dürfen, wenn ihm darum zu thun war, den Durchbruch der Donau als in meine Theorie nicht passend darzustellen. Statt dessen begnügt sich derselbe mit folgender Beweisführung:

„Seit der Ablagerung der oberen Kreide, welche nicht wie die anderen mesozoischen Formationen zwischen den krystallinischen Schiefernen eingekeilt ist, sondern diese unmittelbar überlagert, fanden keine nennenswerthen Störungen mehr statt. Das Donauthal war damals noch nicht vorhanden, es wurde, wie die neogenen Bildungen in den höheren Theilen des Gebirges beweisen, erst nach der Tertiärzeit eingeschnitten.“ Also mit anderen Worten, das Gebirge war fertig, dann kam erst die Erosion des Donaulaufes hinzu.

Die Anschauungen Löwl's ergeben nun, wenn ich hier auf spätere Theile seiner Ausführungen vorgreifen darf, zweierlei Auswege, um eine derartige Erosion ohne die auch von mir perhorrescirte Spaltenbildung zu erklären. In dem einen Falle konnte durch die von ihm besonders befürwortete und meiner Theorie entgegengesetzte rückläufige Erosion von unten her das Gebirge allmählig durchgenagt werden, bis die heutige Thalstrecke schliesslich nach der ungarischen Ebene zu offen war, in dem anderen Falle jedoch konnte ein die letztere Ebene erfüllender See schliesslich zum Ueberlaufen kommen und nunmehr das Werk der Erosion von oben her beginnen. Dieser letzte Fall, in Bezug auf seine allgemeine theoretische Möglichkeit betrachtet, ist von mir niemals principiell bestritten worden. Ich bin nur immer der auch von Löwl getheilten Meinung gewesen, dass er relativ selten Geltung erlangt hat. Nun aber (l. c. pag. 409) ist Löwl geneigt, für die Erklärung des Donaudurchbruches gerade der Hypothese von der Entwässerung eines Seebeckens den Vorzug zu geben. Das Beispiel der Donau beweist also im Sinne von Löwl's eigenen Ausführungen zunächst gar nichts gegen meine Theorie und ebenso wenig etwas für die andere Theorie von der rückläufigen Erosion, weil es eine ausserhalb beider

Theorien stehende und dabei von beiden Theorien nebenher zugelassene Erklärung eines speciellen Verhältnisses in Anspruch nimmt.

Dies vorausgeschickt, will ich aber gar nicht behaupten, dass ich mich mit der Idee so ohne Weiters befreunde, die Donau habe die ungarische Ebene einst zum Seebecken gestaltet und habe dann später durch Ueberfluthung des sie von der Richtung nach dem Meere abschliessenden Gebirgswalles sich einen erst später allmählig vertieften Ausgang eröffnet. Wollte man das glauben und wollte man sich mit Löwl die Gebirgsumwallung des pannonischen Beckens und seiner Dependenz vor dem Durchbruch des Stromes als fertig und später nicht weiter gehoben vorstellen, dann wäre zunächst zu untersuchen, warum jener Strom gerade zwischen Bazias und Turn-Severin sich als Abfluss des supponirten Sees entwickelte, und ob nicht anderwärts der Uferwall jenes Sees niedriger und für die Ueberfluthung geeigneter gewesen sein könnte, etwa an gewissen Stellen der galizisch-ungarischen Karpathen oder oberhalb der Depression des Morawathales in Serbien an der Wasserscheide gegen den Timok zu.

Ferner müsste man versuchen, die etwaigen Beweise zu prüfen, welche aus anderen Gründen für die geforderte grossartige Wasserbedeckung des pannonischen Beckens in jüngster Zeit sprechen. Die einst in älterer Zeit von Richthofen vertretene Ansicht von einem ungarischen Diluvialmeer¹⁾ dürfte von dem Urheber derselben heute kaum mehr aufrecht erhalten werden, da er selbst uns gelehrt hat, die Natur der Beckenausfüllungen, um die es sich dabei handelt, ganz anders zu deuten, und was die jüngeren tertiären Bildungen anlangt, aus welchen wir uns über die aufgeworfene Frage Vorstellungen ableiten können, so will ich hier nur an die oft grossen faunistischen Verschiedenheiten der sogenannten Paludinenschichten und ihrer Aequivalente innerhalb des pannonischen Beckens erinnern um die Vorstellung discutirbar zu machen, dass sich im Bereiche dieses Beckens schon zur Zeit dieser Paludinenschichten keine zusammenhängende Wasseroberfläche mehr befand. Soll ich denn noch an den jedem österreichischen Geologen wohlbekannten Belvedereschotter erinnern, der uns (natürlich nur unter der Voraussetzung seines angeblich fluviatilen Ursprunges) beweist, dass es in dem so innig mit dem ungarischen Becken verknüpften Wiener Becken am Ende der Miocänzeit schon Flüsse, folglich festes Land gab, und dass man, wenn man die verschiedenen hier in Betracht kommenden hypsometrischen Verhältnisse bezüglich der Position des Belvedereschotters und eventuell der Gebirge von Pressburg und Hainburg vergleicht, unmöglich die Vorstellung von einem zur Ueberfluthung seiner Gebirgsumwallung befähigten ungarischen See in jener Zeit gewinnen kann!

Wir sehen also, was für Schwierigkeiten sich uns in dem gegebenen Beispiel entgegenstellen, wenn man die Gebirge sich als etwas fertig Gegebenes denkt. Die Ausnagung des bewussten Donaudurchbruches durch einen überfluthenden See von oberhalb, wie das Löwl gern annehmen möchte, ist nicht wahrscheinlich, die Ausnagung des-

¹⁾ Siehe Jahrb. d. geol. Reichs-Anstalt 1859, pag. 459 und vergleiche auch Suess, Jahrb. geol. Reichs-Anstalt 1858, Verhandlungen pag. 100.

selben Durchbruches durch rückwärts schreitende Erosion von unten herauf, durch welche schliesslich das serbisch-banater Gebirge durchbrochen und das Wassergebiet der pannonischen Ebene angezapft werden konnte, bliebe dann im Sinne Löwl's noch zur Erklärung übrig. Nun aber wird Niemand behaupten wollen, dass die eventuellen Effecte einer solchen rückläufigen Erosion gleichsam über Nacht zu einem sichtbaren Ausdruck gelangen können. Wenn ich es Jedem überlasse, die thunlichste Beschleunigung diesen Wirkungen zuzuschreiben und sich den einstigen Fluss, welcher am Ostabhang des erwähnten Gebirges arbeiten musste, um endlich seine Wasserscheide so weit nach rückwärts zu verschieben, bis sie aufhörte, Wasserscheide zu sein, so fleissig als möglich vorzustellen, so wird doch in Betracht gezogen werden müssen, dass jener Fluss damals noch nicht die Donau, sondern nur ein kleines Gebirgsflüsschen mit ausserordentlich viel kleinerem Wassergebiet hätte gewesen sein können, und dass er Zeit, viel Zeit gebraucht haben würde, um seinen Verpflichtungen gegen Löwl's Hypothese nachzukommen, jedenfalls so viel Zeit, dass sich noch lange vor Vollendung seines Werkes die dem (bis dahin abflusslos gedachten) pannonischen Becken zuströmenden Gewässer hätten zu einem See aufstauen müssen. Da nun dieser See in seinen Spuren nicht nachweisbar und vielmehr, wie wir soeben sahen, das Gegentheil einer derartigen Aufstauung wahrscheinlich ist, so gerathen wir im Gefolge Löwl's bezüglich des Donaudurchbruches in einen bedenklichen *circulus vitiosus* hinein.

Vielleicht gelänge es theilweise, aus dem letzteren herauszukommen, wenn man annehmen wollte, das ungarische Becken sei bis zur Zeit der Vollendung des fraglichen Durchbruches *continuirlich* so trocken gewesen, dass alle demselben zuströmenden Flüsse mehr oder weniger bald nach ihrem Eintritte in dasselbe versiegten, gleichzeitig seien aber im Banater Gebirge die atmosphärischen Niederschläge besonders reichlich aufgetreten, so dass dort der bewusste kleine Fluss sein rückläufiges Erosionsgeschäft unter besonders günstigen Bedingungen unternehmen und mit stets ungeschwächter Energie fortsetzen konnte. Es ist aber die eventuelle Aufgabe Anderer und nicht die meinige, diesen Gedanken weiter auszuspinnen und seine Möglichkeit oder Anwendbarkeit nachzuweisen. Ein analoger Nachweis würde, wie ich gleich hier zu bemerken mir erlaube, auch für andere Fälle von Flussdurchbrüchen im Sinne von Löwl's Hypothese nöthig werden. Darauf komme ich später noch zurück.

Sofern wir sie als Muster nehmen wollen, sprechen die heutigen meteorologischen Verhältnisse der in Frage kommenden Gegenden nicht dafür, dass gerade am Ostabhang des Banater Gebirges sich verhältnissmässig viel ergiebigere Niederschlagsmengen hätten geltend machen können, als auf der pannonischen Seite. Vergleicht man die Arbeit von O. Krümmel über die Vertheilung der Regen in Europa (*Zeitschrift für Erdkunde*, Berlin 1878, pag. 97) nebst der diesem Aufsatz beigegebenen Regenkarte, so sieht man, dass ein solcher Gegensatz zwischen beiden Abdachungen des Gebirges nicht existirt. Geht man aber auf die geologischen Anhaltspunkte bezüglich der jüngeren Tertiärepochen zurück, so darf bemerkt werden, dass gerade Rumäniens Paludinen-

schichten Verhältnisse aufweisen, welche eine grössere Trockenheit des Klimas in diesem Gebiet wahrscheinlich oder gewiss machen. In einem kleineren, im Jahrbuch der geologischen Reichs-Anstalt demnächst zum Abdruck gelangenden Aufsätze, habe ich es unternommen zu zeigen, dass gewisse Salzlager Rumäniens den Congerien- und Paludinenschichten angehören, deren Thone übrigens auch abgesehen von der Anwesenheit dieser Salzlager stark mit Salz imprägnirt sind. Die Paludinenschichten des pannonischen Beckens aber zeigen solche Eigenthümlichkeiten nicht, so dass also in der jüngeren Tertiärzeit ein klimatischer Gegensatz zwischen dem unteren Donaugebiet und den ungarischen Ländern eher in umgekehrter Weise vorhanden gewesen wäre, als in dem von der vorhergehenden Betrachtung geforderten Sinne.

Endlich wäre auch zu bedenken, dass jener supponirte kleine Fluss eine ganz besondere Neigung gehabt haben müsste, seine Erosionsthätigkeit nach rückwärts gerade in einer ganz bestimmten Richtung wirken zu lassen, denn da ein solcher Fluss ja doch nach Analogie anderer Gebirgsflüsse sich nach aufwärts zu vielfach hätte verzweigen müssen, wodurch eine Vertheilung des hervorgebrachten Effectes bedingt wird, so hätte die eine Rinne, welche später zum Donaulauf wurde, eine ganz specielle Disposition zur Ueberwindung der Gebirgswasserscheide besitzen müssen. Es wäre also hier, und dasselbe gilt für alle ähnlichen Fälle, zu untersuchen gewesen, welchem seltenen Umstände diese specielle Disposition zugeschrieben werden könnte. Auch diese Untersuchung ist nicht gerade meine Aufgabe.

Mit dem Gesagten ist aber noch nicht alles auf unseren Fall Bezügliche erschöpft. Löwl ist nämlich im Irrthum, wenn er es für erwiesen hält, dass das serbisch-banater Gebirge seit der Kreidezeit keinerlei Störungen mehr unterworfen war, und dass demgemäss eine Hebung desselben, während die Donau sich durch dasselbe hindurch arbeitete, nicht mehr habe stattfinden können. Er ist auch im Irrthum, wenn er glaubt, diese Behauptung aus meinen Arbeiten über Serbien und das Banat herauslesen zu können.

Gewisse Kalke daselbst wurden nämlich von mir in die obere Kreide gestellt. Was ihr tektonisches Auftreten anbetrifft, so zeichnen sich diese Kalke dadurch aus, dass sie nicht mehr ähnlich den neocomen und jurassischen Bildungen jener Gegend in das System intensiver, zum Theil schief gestellter Faltung gebracht erscheinen, welches ich in meiner Arbeit über den südlichen Theil des Banater Gebirgsstockes beschrieben habe, sondern dass sie selbstständig auf älteren, zumeist krystallinischen Gebirgen lagern und zwar zumeist mit flacher Schichtenstellung, so dass sie plateauförmige Ausbreitungen oft mit Steilabstürzen an den Rändern bilden. Schon dieser Umstand allein, diese Unabhängigkeit von den älteren mesozoischen Schichten hätte zu dem Hinweis berechtigten dürfen, die betreffenden Kalke nicht bei der Altersdeutung den Neocombildungen des Banates zu nähern, wenn man auch auf die von mir versuchten paläontologischen Bestimmungen keinen Werth hätte legen wollen, oder wenn man die Unterlagerung dieser Kalke durch Gosaubildungen bei Maidanpek für unglaubwürdig gehalten hätte. In der That wurde nun auch neuerdings durch Boeckh (Geologische Notizen von der Aufnahme des Jahres 1881 im Comitate Krassó-Szöreny, in den Földt. Közl. Pest)

das eine Zeit lang angezweifelte obercretacische Alter jener Kalke wieder wahrscheinlich gemacht.

Jene zumeist flache, obwohl selten absolut horizontale Lagerung der oberen Kreide, wie ich sie vom Stol in Serbien und von anderen Punkten jenes Gebietes habe beschreiben können, ist nun aber auch der einzige Grund, den Löwl für seine Annahme anführen kann, es hätte die Gegend des Donaudurchbruchs seit der Kreidezeit keine Hebung oder Störung erfahren. Das ist jedoch ein gewaltiges Missverständniß.

Zunächst kann doch der Umstand nicht unbeachtet bleiben, dass diese obere Kreide im Banat und Serbien zu bedeutender Meereshöhe aufsteigt, am Stol beispielsweise bis zu 4000 Fuss. Es ist mir nicht bekannt, ob die neueren Ansichten, die manche Forscher über die geologische Bedeutung der eventuellen Schwankungen des Meeresspiegels gewonnen haben, es gestatten, derartige Schwankungen in so bedeutenden Beträgen anzunehmen, wie sie hier gefordert werden müssten, denn offenbar würden jene 4000 Fuss noch nicht einmal den minimalen Grenzwert für einen solchen Betrag repräsentiren, da auch die oberste Lage des betreffenden Kalkes noch immer unter Wasser abgesetzt wurde. So lange also, als die Wissenschaft über die quantitative Bedeutung der supponirten und von Löwl, wie ich aus gewissen Stellen seiner Arbeit ersehe, lebhaft befürworteten Schwankungen, nichts Bestimmtes auszusagen vermag, so lange wird man in Fällen, wie der vorliegende, noch in altväterischer Weise von einer Hebung reden dürfen, gleichviel wie sich Jeder für sein Privatbedürfniss eine solche Hebung vorstellen will.

Sodann ist vielleicht übersehen worden, dass trotz der meist ebenfalls flachen Schichtenstellung, welche die Starica bei Maidanpek aufweist, in der Nähe des letzteren Ortes immerhin auch stärker gestörte Lagerungsverhältnisse der oberen Kreidekalke Serbiens vorkommen, wie ich das in den geologischen Notizen aus dem nordöstlichen Serbien (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1870, pag. 582) erwähnt hatte. Doch mag diesen Beobachtungen mit Recht nur ein localer Werth beigelegt werden. Ich will ihnen desshalb auch nur einen beschränkten Platz in meiner Beweisführung einräumen.

Ungleich wichtiger sind jedenfalls die Verhältnisse der tertiären Ablagerungen, welche, sei es im Banater Gebirge selbst, sei es in der Nachbarschaft dieses Gebirgszuges und seiner mit ihm übereinstimmenden Fortsetzungen, auftreten. Im Banat sind die dortigen Tertiärschichten neuerdings unter Andern von Halavats studirt worden. (Vergl. „Zur geologischen Kenntniss des Sörenyer Comitats in Földtani Közlöny,“ Buda-Pesth 1881, pag. 158). Der genannte Autor fand dabei, dass gewisse kohlenführende, von ihm der Mediterranstufe zugewiesene, direct auf krystallinischen Schiefer ruhende Bildungen einen Neigungswinkel von 40 Graden zeigten (l. c. pag. 162), also ebenso stark aufgerichtet waren, wie die krystallinischen Schiefer daselbst, an welchen nach demselben Gewährsmann überall Neigungswinkel zwischen 30 und 40 Grad beobachtet wurden. Wieder andere Ablagerungen fielen nur mit 15 Grad ein (l. c. pag. 164). Folglich haben Bodenbewegungen im Banat noch nach Ablagerung jener Tertiärschichten stattgefunden und in seiner Mittheilung über die mediterrane Fauna von Golubatz in Serbien (Föld-

tani Kőzlőny 1880 pag. 374) nennt Halavats den dortigen tertiären Schichtencomplex nach West einfallend im ausdrücklichen Gegensatz zu dem horizontal geschichteten Diluvium daselbst.

In völliger Uebereinstimmung mit diesem Ergebniss stehen die tektonischen Verhältnisse der jüngsten Tertiärbildungen in den benachbarten Gebieten Siebenbürgens, Rumäniens und Slavoniens. Nach Stur (Bericht über die geologische Aufnahme im südwestlichen Siebenbürgen, Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1863, pag. 98), erreichen die tertiären Absätze daselbst stellenweise eine Meereshöhe von 400 Klafter und kommen in diesen Absätzen bisweilen Fallwinkel der Schichten bis zu 25 Grad vor (l. c. pag. 96). Dass in der Walachei die dortigen Congerien- und Paludinenschichten oft nahezu senkrecht stehen, ist nicht allein von mir, sondern auch von Anderen beobachtet worden. Ich werde darüber in einigen Notizen über die Gegend zwischen Plojeshti und Kimpina, (vgl. Verh. d. geol. Reichsanst. 1882, pag. 317) mich noch zu äussern Gelegenheit haben. Sie setzen daselbst oft ansehnlich über das Meeresniveau erhobene Hügel zusammen. In Slavonien aber constatirten die Herrn Paul und Neumayr wiederholt eine überaus steile Schichtenstellung derselben Gebilde und beobachteten dabei sogar einmal (Congerien und Paludinenschichten Slavoniens, Wien 1875 pag. 9.) „das eigenthümliche Verhältniss, dass die dem Cerithienhorizonte angehörigen Schichten weniger steil aufgerichtet sind, als die jüngeren lignitführenden Süsswasserschichten; während nämlich diese letzteren, wie erwähnt senkrecht stehen, fallen die weissen Mergel, Sandsteine und Schiefer unter 45—55° nach SSW, ein.“

Nehmen wir hier noch dazu, dass ich auch im nordöstlichen Bosnien in der Gegend von Tuzla stellenweise eine völlig steile Aufrichtung der dort den Congerienschichten entsprechenden Bildungen beobachten konnte (das östliche Bosnien, Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1880, pag. 285) und dass auch anderwärts im Südosten Europas und den angrenzenden Gebieten noch in jüngster geologischer Zeit grosse geologische Veränderungen in der Vertheilung von Land und Wasser, und zwar nicht blos im Hinblick auf Schwankungen des Meeresspiegels stattgefunden haben sollen, wofür namentlich M. Neumayr wiederholt mit Bestimmtheit eingetreten ist, so wird die Annahme einer seit der Kreidezeit aufrecht erhaltenen Stabilität des serbisch-banater Gebirges aus allgemeinen Gründen ebenso unwahrscheinlich, wie sie gemäss der speciellen Beobachtungen innerhalb desselben unmöglich ist.

Bedenken wir ferner, dass gerade die jüngsten der in der Umgebung jenes Gebirges auftretenden Tertiärbildungen besonders stark von Störungen in Mitleidenschaft gezogen wurden, so haben wir gar nicht einmal nöthig, die Entwicklung sehr hoher Diluvialterrassen am Donauthale bei Turn-Severin oder längs gewisser Thäler der Walachei hervorzuheben, um zu zeigen, dass die Aufthürmung des von der Donau durchbrochenen Gebirges bis in die jüngste Zeit hinein Fortschritte gemacht hat. Ich will mich auf jene Diluvialterrassen schon deshalb nicht berufen, weil, wie wir später sehen werden, Herr Löwl über die Bedeutung derselben seine eigenen Ansichten hat, wohl aber darf ich betonen, dass nach neueren Untersuchungen von L. v. Roth (Föld-

tani Közlöny, Pesth 1880, pag. 147) 'das Alter der Paludinenschichten sich als ein stellenweise wahrscheinlich sehr junges herausgestellt hat.

In seinen gelegentlich einer Bohrung bei Püspök-Ladány gesammelten Daten zur Kenntniss des Untergrundes im Alföld bespricht Roth das Zusammenvorkommen von Repräsentanten einer diluvialen Landfauna mit Viviparen, die nach Neumayr für die unteren Paludinenschichten bezeichnend sind, und doch hatte der Letztere diese Schichten früher für gänzlich miocän gehalten, wogegen freilich erst kürzlich, wenigstens deren obere Abtheilung, ebenfalls von Neumayr, als dem älteren Pliocän angehörig, erklärt werden konnte. (Verh. d. geolog. Reichsanstalt 1879, Nr. 9.) Wenngleich nun durch solche Thatsachen in einer, ich möchte fast sagen, unangenehmen Weise die Unsicherheit unserer Eintheilungen und Parallelisirungen in der Neogenformation illustriert wird, so ergibt sich doch für den Zweck unserer Beweisführung mit ausreichender Sicherheit, dass die von intensiven Störungen betroffenen Gebilde des in Frage kommenden Gebiets nicht in allzuferner Vergangenheit vor dem Beginn der Diluvialzeit entstanden und folglich jedenfalls erst während der jüngeren Pliocänzeit der Faltung und Aufrichtung unterworfen worden sind, selbst wenn man mit Neumayr die Ablagerung der Paludinenschichten nur bis an die obere Grenze des ältern Pliocän reichen lässt.

Anhangsweise kann ich hier auch an jene ganz jungen Schotterlagen bei Ljubkova inmitten des Banater Gebirges erinnern, an welchen mir (Mittheilungen aus dem südlichen Theile des Banater Gebirgstocks, Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt 1872, pag. 94) eine Neigung von zwölf Graden derart auffiel, dass ich sie damals, wo ich von der heut zu führenden Discussion noch nichts vermuthen konnte, besonders erwähnen zu müssen glaubte.¹⁾

Herr Löwl dürfte sich also gleich an dem ersten der von ihm gegen mich in's Feld geführten Beispiele überzeugen, dass er sich trotz fleissiger Literatur-Studien die Sache, um die es sich für ihn handelt, viel einfacher vorgestellt hat, als sie ist, und dass der Anwendbarkeit meiner Theorie auf den Donau-Durchbruch zwischen Bazias und Turn-Severin nicht mehr viel im Wege steht, wenigstens insoferne nicht, als die Vorstellung gerechtfertigt wurde, der Strom habe sein Bett in dem von ihm durchbrochenen Gebirge trotz einer fortgesetzten Erhebung desselben behaupten müssen.

Der Donaulauf im Banat ist, wie Löwl ganz richtig annimmt, ziemlich jung. Schon die Katarakte und Stromschnellen in demselben sprechen indirect dafür, insoferne, wie schon in meiner ersten Arbeit gesagt werden konnte, ein älterer Fluss in der Regel mehr Zeit und Gelegenheit gehabt hat, mit den Hindernissen auf seinem Wege fertig zu werden, als ein jüngerer. Dieser Donaulauf ist keinesfalls älter

¹⁾ Ob übrigens die lehmigen Bildungen, denen dieser Schotter eingeschaltet ist, und denen in ihren liegenden Theilen bei Sikewica kleine unregelmässige Partien von schlechten Ligniten untergeordnet sind, von mir heute noch als echter Löss angesprochen werden würden, ist mir mehr als fraglich, doch sind die betreffenden Ablagerungen jedenfalls sehr jung und wohl kaum älter als diluvial. Näheres darüber werden wir ja wohl durch Herrn Boeckh seinerzeit erfahren. Löss kommt übrigens anderwärts im Bereich des Banater Gebirges vor.

als die tertiäre Meeresbedeckung Ungarns, weil es eben keine Donau gab, solange der grösste Theil des Stromgebietes dieses Flusses vom Meere bedeckt war. Es könnte da höchstens daran gedacht werden, dass in jener Zeit ein schmaler Canal, nach Art etwa des Bosphorus, das ungarische mit dem walachischen Becken verband. Andererseits ist es vielleicht nicht ganz zutreffend anzunehmen, der betreffende Durchbruch sei erst „nach der Tertiärzeit“, also während der Diluvialperiode, eingeschnitten worden. Wenigstens bleibt zu berücksichtigen, dass an mehreren Stellen längs dieses Durchbruches Löss an den Thalgehängen liegt, wie dies neuerdings für die Abhänge des Lokva-Gebirges wieder von H a l a v a t s (Földtani Közlöny, Pesth 1881, p. 204) gezeigt worden ist. Während des Absatzes des Löss hat also der Durchbruch bereits bestanden.

Wenn in meiner ersten auf diese Frage bezüglichen Arbeit das Beispiel der Donau nicht ausführlicher herangezogen wurde, so geschah dies, weil man sich ja in der Beibringung seiner Beispiele schliesslich Grenzen setzen muss. Man konnte nicht alle Querthäler der Welt in den Kreis einer derartigen Betrachtung ziehen. Diese Betrachtung ging ganz natürlicherweise vielmehr aus von denjenigen Erscheinungen, welche mich direct zum Nachdenken über das fragliche Problem angeregt hatten, oder von solchen Beispielen, welche ich dann beim Studium der diesbezüglichen Literatur bereits erwähnt fand und an die ich deshalb anknüpfen musste. Es hätte freilich für einen österreichischen Geologen nahe liegen können, auf die Donau nicht ganz zu vergessen, allein die Verhältnisse gerade dieses Stromes in seinen Beziehungen zur geologischen Geschichte der von ihm durchflossenen Länder sind so ausserordentlich complicirt und mannigfach, dass man den bestehenden Arbeiten von Suess und Peters zum Trotz noch ein ganzes Buch hätte schreiben können, ohne das Thema zu erschöpfen, denn was uns beispielsweise Peters in seiner „Donau“ mitgetheilt hat, das ist im Wesentlichen eine höchst lehrreiche Darstellung der geologischen Verhältnisse des Donaustromgebietes in seiner räumlichen Erfassung, weniger eine Erläuterung der genetischen Verhältnisse des Stromes selbst. Der Aufsatz von Suess jedoch „über den Lauf der Donau“ (Oesterreichische Revue, 4. Bd. 1863) beschäftigt sich in der Hauptsache nur mit den Grundwasserverhältnissen zu beiden Seiten des Flussbettes.

Ich hätte mich dann auch nicht mit einer Discussion des Banater Durchbruchs begnügen können, wie sie jetzt von Löwl angeregt wurde, ich hätte alle die verschiedenen, weiter stromaufwärts gelegenen Durchbrüche der Donau gleichfalls begutachten müssen, und ob ich gleich den Lauf dieses Stromes fast von seiner Quelle an bis nach der Wallachei zum grossen Theile aus eigener Anschauung kenne, wären mir doch eingehendere selbstständige Studien hier nicht zur Verfügung gewesen. Da ich nun aber einmal genöthigt war, mich über das untere Querthal der Donau zu äussern, so will ich im Anschluss daran noch ein Paar Worte über diejenigen Stellen hinzufügen, an welchen dieser Fluss in seinem oberen Lauf oberhalb Wien durch älteres, zum Theile sogar krystallinisches Gebirge geht, da derartige Durchbrüche wie es scheint, als meiner Theorie besonders ungünstig, aufgefasst werden.

Da nun diese Theorie sich nicht allein im Gegensatz zu den neueren Anschauungen Löw's befindet, sondern auch der wohl immer noch nicht ganz verdrängten und von mir nur sehr bedingungsweise zugelassenen Spaltheorie im Wege steht, so mag es gestattet werden, dass sich hierbei meine Ausführungen vornehmlich gegen die Anwendbarkeit dieser letzteren richten. Ich muss ja zudem an die vorhandene Literatur anknüpfen, und da in dieser bisher nur die Spaltheorie Befürwortung gefunden hat, so muss ich mich zunächst mit dieser für unsern Fall beschäftigen. Sollte sich später herausstellen, dass Löw's Hypothese zur Erklärung der Durchbruchsthäler überhaupt unzureichend ist, und sollte sich jetzt ergeben, dass auch die Spaltheorie auf die bewusste Strecke des Donaulaufs nicht anwendbar erscheint, dann wird ohnehin nichts übrig bleiben, als eine Deutung des fraglichen Flusslaufes in einem Sinne zu versuchen, der in der Richtung meiner Theorie liegt, soweit nämlich thatsächlich dabei die Querthalffrage in Betracht kommt.

Wenn ich hier nicht umbin kann, ablehnend Anschauungen zu besprechen, die älteren Arbeiten hochverdienter Forscher entnommen sind, so mag daraus nicht gefolgert werden, dass es mir um eine Verkleinerung des Verdienstes jener Forscher zu thun ist. Die allgemeinen theoretischen Vorstellungen auf dem Gebiete der Geologie sind in so vielfältiger Umwälzung begriffen, dass wohl Niemand heute verantwortlich gemacht werden kann für das, was er in dieser Richtung vor 30 Jahren geschrieben hat, und dass es Wenige geben wird, die ihren früheren diesbezüglichen Ansichten heute noch unter allen Umständen actuellen Werth beimessen. Wenn aber andere Beweise für die Anwendbarkeit einer Theorie auf einen bestimmten Fall nicht vorliegen, als eben solche, die in älteren Arbeiten niedergelegt sind, und wenn doch andererseits dieselbe Theorie noch immer discutirt wird, dann kann die Discussion auch solcher älterer Arbeiten nicht ausgeschlossen werden.

Wer übrigens heute noch an der Spaltheorie festhält, wird sich die Vorgänge bei der Bildung derartiger Spalten auch jetzt noch nicht minder gewaltsam vorstellen dürfen, als sie in den zu erwähnenden Darstellungen aufgefasst wurden. Die letzteren gewähren deshalb einen vielleicht ganz guten Einblick auch in die Vorstellungsweise, welche wir bei manchen gegenwärtigen Anhängern der Hypothese von den Thalspalten noch voraussetzen dürfen.

Am Bestimmtesten hat Dionys Stur die Lehre von der Spaltennatur des Donauthals ausgesprochen und entwickelt. Es geschah dies in seinem Aufsätze über die Ablagerungen des Neogen, Diluvium und Alluvium im Gebiete der nordöstlichen Alpen und ihrer Umgebung (Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss., mathem. naturw. Cl. 1855, 16 Bd. pag. 477). „Der Zweck dieser Arbeit war“ (siehe l. c. pag. 479) „eine Theorie aufzustellen, welche die Art und Weise, wie die Bildung der tertiären und jüngeren Ablagerungen vor sich gegangen war, „erklärt.“ Ein besonderes Capitel (l. c. pag. 516) ist der „jüngsten Spaltenbildung“ in dem betreffenden Gebiete gewidmet.

Es heisst daselbst: „Es sind dies die Spalten, die, obwohl sie tief unter dem Niveau der tertiären Ablagerungen liegen, von diesen doch nicht ausgefüllt worden sind, und daher jüngerer Entstehung sein

müssen. Die merkwürdigsten Spalten sind jedenfalls die, welche die Donau auf ihrem Wege aus Baiern, von Passau abwärts, durchfliessen muss, bevor sie sich bei Pressburg in der ungarischen Ebene ausbreiten kann. Fünf Spalten sind es: von Passau bis Efferding und Linz; zwischen Wallsee und Ybbs, von Schönbüchel abwärts bis Spitz, die breite Spalte bei Klosterneuburg und die noch breitere Theben-Pressburger Spalte. Bei den beiden letzteren Spalten sind nur die untersten Theile ¹⁾ hier verstanden, welche von der Donau bespült werden, indem an beiden Orten schon vor der tertiären Zeit Oeffnungen vorhanden waren, durch welche die tertiären Meere des oberen Donau-Beckens, des Wiener- und ungarischen Beckens mit einander in Verbindung standen.“

Wir acceptiren hier zunächst die Erklärung bezüglich der sogenannten Pressburger Spalte (obschon ohne directe Anerkennung der Spaltennatur dieser Oeffnung), weil eine Verbindung des ungarischen mit dem österreichischen Becken schon zur Miocänzeit bestanden haben muss, die wir daher, ohne ihren Ursachen nachzuspüren, für den späteren Donaulauf als etwas Gegebenes festhalten dürfen.

Die Entstehung der betreffenden Spalten setzt nun Stur in die nachtertiäre Zeit. Er meint, sie sei „ausser Zweifel in die Zeit der letzten Hebung der Alpen zu versetzen.“ In dem betreffenden Aufsatz wurde nämlich noch die Annahme vertreten, dass die Alpen zu verschiedenen Malen gehoben und gesenkt wurden, wobei es häufig zu grossen Katastrophen gekommen sei.

Mit einer Katastrophe wurde der damaligen Vorstellung nach, z. B. die jüngere Tertiärzeit (l. c. pag. 535) inauguriert. „Nachdem eine mechanisch zerstörende Kraft von ungeheurer Wirkung nach der Ablagerung der Kreide und der eocänen Gebilde, die bisher nur wenig gestörte Ordnung der Dinge, die regelmässige Uebereinanderfolge der älteren Formationen durcheinandergeworfen, das Jüngste unter das Aelteste gelagert, kurz, die fächerförmige Stellung der Schichten und die Querthäler der Alpen erzeugt hatte — nach dieser grossartigen Umwälzung — folgte die Ablagerung der tertiären Gebilde in und um die Alpen.“ Später erfolgten dann zweimal plötzliche Senkungen der Alpen, bei welchen Veranlassungen grosse „Verwüstungen“ angerichtet wurden und die angrenzenden Fluthen sich „mit grosser Wuth“ in das Innere der Alpen stürzten. „Ebenso eilten in starken Strömungen die Gewässer der angrenzenden Meere herbei, das Gleichgewicht herzustellen. Diesen ausserordentlichen Bewegungen des Meeres verdankt der Schotter des offenen Meeres sein Material.“ „Die ganze üppige Vegetation der unteren subtropischen Region“ wurde bei dieser Gelegenheit vernichtet, bei welcher auch „die Landthiere der tertiären Periode zu Grunde“ gingen.

„Endlich wollten die Alpen wieder in ihrer Pracht erscheinen, eine neue, die letzte Hebung der Alpen erfolgte, gab ihnen ihre jetzige Form und befreite sie von dem sie bedeckenden Wassermantel“ (l. c. pag. 538).

¹⁾ Will offenbar sagen, die hypsometrisch tiefsten des Flusslaufs.

Der Vorgang bei dieser letzten Hebung wurde nicht minder gewaltsam, als die früheren Kataklysmen aufgefasst. Ihm gelang auch die Bildung von Spalten. (l. c. pag. 533): „Endlich kam die letzte Hebung, sie befreite die Alpen von dem sie umgebenden Wassermantel, die Spaltenbildung ist mit ihr Hand in Hand gegangen. Mit eben der Raschheit mussten die Gewässer abziehen, mit welcher sie in die Alpen vordrangen. Sie wühlten den Boden besonders an den Stellen auf, wo auch die tertiären Ablagerungen durch die Spaltenbildung aufgelockert waren, und führten das Material mit sich, um es in anderen Gegenden als Diluvialschotter und Lehm abzulagern. Nun folgten aber auch die Entleerungen der Wassermassen, die in den verschiedenen Alpenthälern zurückgeblieben und mitgehoben worden waren. Aus einigen Becken, wo nämlich der Ausgang durch die ungleichen Hebungen nicht abgesperrt worden war, konnten die Wassermassen zugleich mit dem grossen, allgemeinen Zurückweichen des Meeres sich entleeren. Aus anderen Becken konnte dies langsamer nur durch die entstandenen Spalten erfolgen. Noch andere Becken mussten sich durch Erosion Bahn brechen.“

Da die Donau natürlich keiner geraden Richtung folgt, sondern, ähnlich wie z. B. jedes selbst auf einer schwach geneigten Fläche ablaufende Regenwasser, ihren Weg in verschiedenen Krümmungen nimmt, so sieht sich Stur genöthigt, verschiedene Spalten im Donauthale anzunehmen (l. c. pag. 517). Aber auch damit kommt er nicht aus, sondern ist genöthigt, jede seiner Spalten sich aus verschiedenen Streichungslinien zusammengesetzt zu denken. Die „Passauer Spalte“ z. B. streicht im Allgemeinen nach N. 45° in W. Ihr unterer Theil aber „bildet ein Zickzack (sic!) das aus den Streichungslinien NW. und N. 45° in O. zusammengesetzt ist“. Also eine Spalte, die stellenweise auf sich selber senkrecht steht! „Die Ybbser Spalte streicht im Allgemeinen nach W., ist aber aus den Streichungsrichtungen W. und N. zusammengesetzt. Die Mölker Spalte streicht nach N. 45° in O. und ist aus den Streichungslinien N. und N. 45° in O. zusammengesetzt“.

Diese dergestalt complicirten Spalten müssten sich überdies rein aus besonderer Aufmerksamkeit für die Donau gebildet haben, denn es heisst bei Stur an einer anderen Stelle (l. c. pag. 519). „Merkwürdig ist in der That zu sehen, dass die Spalten, während sie die Alpen in den angegebenen Richtungen durchkreuzen, in die krystallinischen Gebirge nördlich der Donau nicht tiefer hineinreichen, sondern sich an diesem Gebirge entweder abstossen, wie die Klosterneuburger Spalte, oder nur an dem Rande derselben entstanden sind und demselben sozusagen ausweichen wie die Passauer, Ybbser und Mölker Spalte“.

Ich habe bereits in meinen ersten Bemerkungen über die Bildung von Querthälern (l. c. pag. 594 [14]) besonders darauf hingewiesen, dass man ja doch irgendwo in den einem Fluss benachbarten Gebieten die Spuren einer Fortsetzung der grossen Spalten sehen müsste, wenn die einzelnen Strecken des Flusslaufes Spalten entsprechen würden.

Folgt man aber in unserem Falle der damaligen Auffassung Stur's, welche wie schon angedeutet ganz im Geiste der vor einigen Decennien obwaltenden allgemeinen Anschauungsweise liegt, so muss man sich einbilden, dass in der heutigen Donaueggen eine Anzahl von grossen Spalten verschiedener Richtung sich zufällig in der Art ge-

bildet haben, dass ihre Längenausdehnung eine relativ kurz begrenzte war, und dass sie mit ihren Enden gerade aneinander passten, kurz dass der Vorgang der Spaltenbildung genau so viel that, um ein zickzackförmig verlaufendes und geschlängeltes Flussbett zu Stande zu bringen, aber nicht um eines Haares Breite mehr. Man könnte sich allenfalls in die Vorstellung hineindenken, dass ein Fluss, in einem durch sich kreuzende Spalten verschiedener Art aufgelockerten Terrain sich die tiefsten Stellen aussucht und dann, einzelne Theile der Erstreckung jener Spalten benützend, dieselben zu seinem Bette verband, aber jene, ich möchte sagen, teleologische Anschauung, die Natur habe sich mit der Spaltenbildung gerade nur so weit in Unkosten gestürzt, als nöthig erschien, um dem Strom ein Bett zu verschaffen, ist denn doch zu künstlich, als das man sie heute noch ernsthaft zu widerlegen brauchte.

Wir finden also in der ganzen diesbezüglichen Deduction nicht nur keinen einzigen sichern Beweis für die Hypothese von der Spaltennatur des Donauthales, sondern wir entdecken in dieser Deduction sogar den Nachweis für die gänzliche Unwahrscheinlichkeit dieser Hypothese.

Auch im Einzelnen stimmt die letztere nicht ganz mit den tatsächlichen Verhältnissen überein.

Unter den Beweisen für die Spaltennatur des Donauthales, welches erst in der Diluvialzeit entstanden sein soll, figurirt (l. c. pag. 518), die Behauptung, dass in diesem Thale tertiäre Gerölle nicht vorkommen, und dass man in demselben nur die jüngeren Gebilde Terrassen-Diluvium, Löss und Alluvium finde.

Diese Behauptung ist aber der Wahrheit nicht ganz entsprechend.

Man braucht nur die geologischen Karten der Donaugegenden anzusehen, um zu erkennen, dass auch in denjenigen Theilen der Donaufurche, wo der Fluss seinen Lauf im Gebiete krystallinischer Gesteine nimmt, sich Tertiärbildungen befinden. Schon auf der aus dem Jahre 1849 stammenden, von Czižek verfassten „geologischen Karte der Umgebungen von Krems und vom Mannhardtsberge“ sind dergleichen angegeben. Solche Bildungen erscheinen z. B. bei Mölk und Schönbühel, tertiäre Schottermassen liegen zwischen Wösendorf und Weisskirchen und gleich unterhalb Dürrenstein im Donauthale. In der unmittelbaren Nähe von Stein sind tertiäre Conglomerate vorhanden und geradeüber, in der Gegend von Mautern, kommen bei den Ortschaften Unter-Bergern und Baumgarten tertiäre Sande vor, an welche südlich tertiärer Schotter angrenzt. Südlich von Unter-Bergern wurde sogar eine kleine Partie von Tegel nachgewiesen. Sand und Tegel sind übrigens auch etwas seitlich vom Donauthale, westlich von Spitz, im Gebiet des Krystallinischen bei Mühlendorf vorhanden.

Stur beruft sich auch auf Czižek, der in seinem Aufsätze über die geologische Zusammensetzung der Berge bei Mölk, Mautern und St. Pölten (Jahrb. d. geol. R.-A. 1853, pag. 264) das Donauthal als Spalte auffasste und doch nimmt Czižek wenigstens an, dass die Donau schon vor der Diluvialzeit ihr Thal hatte, indem er sagte: „Der Durchbruch musste schon vor der Diluvialzeit entstanden sein, weil sich an mehreren Stellen des linken Ufers Anhäufungen von Diluvialgeröllen und an beiden Ufern Lösspartien vorfinden“.

Die Behauptung Cžížek's, die Spaltennatur des Donauthales sei durch die Steilheit der Gehänge neben dem eingeengten Strom erwiesen, ist aber doch nach den heutigen Erfahrungen nicht mehr zulässig. Warum ein Erosionsthal nicht steile Ufer haben kann, ist nicht einzusehen. Oder will man etwa in allen den Fällen, wo die Ufer eines Flusses von steilen Lösswänden begrenzt werden, eine Spaltenbildung in diesem Löss annehmen? Dem Dniester in seinem podolischen Lauf, dem Niagara oder dem Rhein bei Schaffhausen wird man schwerlich die Eigenschaft von Erosionsthälern absprechen, trotz der steil aufragenden Uferwände dieser Flüsse, dasselbe gilt von den amerikanischen Cañons in noch höherem Grade.

Auch aus den Gefällsverhältnissen des Stromes lässt sich in diesem Falle kein Beweis für die Spaltennatur des Thales ableiten. Es heisst da bei Cžížek: „Die Donau hat bei Krems eine Seehöhe von 595,90', bei Molk von 649,96', folglich im Durchschnitte auf ihrem Laufe von $4\frac{3}{4}$ Meilen, einen Fall 11,38' per Meile. Beobachtet man ihren Lauf von Krems bis Wien, meist über tertiäre Gebilde, so beträgt ihr Fall per Meile 11,2 Fuss. Dieses Verhältniss zeigt, dass der Lauf des Stromes zwischen dem Gebirge nur ganz unbedeutend schneller ist, von Wasserfällen und einem gewaltsamen Durchbruche nichts wahrnehmen lässt, welcher Umstand ebenfalls für eine Gebirgsspaltung spricht“. Das wäre aber doch eine heutzutage ganz unzureichende Beweisführung, denn das klingt so, als ob ein Erosionsthal immer nur mit starkem Gefälle gedacht werden könnte. Ein relativ schwaches Gefälle und das Nichtvorhandensein von Stromschnellen beweisen unter Umständen nur, dass der Strom schon seit längerer Zeit mit Hinwegräumung der Hindernisse und mit der Ausebnung seines Bettes beschäftigt ist.

So z. B. haben in der Bukowina die aus dem dortigen altkrystallinischen Gebiet kommenden und später in die Sandsteinzone der Karpathen übergehenden Flüsse, wie die Moldawa u. s. w., innerhalb der krystallinischen Zone ein schwaches und ruhiges Gefälle. Ein steileres und von Stromschnellen unterbrochenes Gefälle bildet sich erst innerhalb der Sandsteinzone heraus. Ich fasse diesen Umstand sogar als einen Beweis für meine Ansicht auf, dass selbst innerhalb von Gebirgen die Oberläufe der Flüsse meist älter sind als die Unterläufe.

Dass andererseits die Wegräumung der Hindernisse innerhalb der ganzen Länge eines Flussbettes nicht gleichmässig vor sich geht, ist ja natürlich, und so brauche ich nur an den Greiner Strudel oder vielleicht an die Stromschnellen bei Regensburg zu erinnern, um zu zeigen, dass es in dem Donaulauf oberhalb Krems auch Stellen gibt, wo das Gefälle des Stroms ein stärkeres ist.

Stur meint dann ferner, dass die Donau, „wäre sie gezwungen gewesen, durch directe Erosion oder durch das von rückwärts schreitende Unterwühlen mittelst Wasserfällen sich das Bett zu graben“, theils wegen der weichen Gesteinsbeschaffenheit, theils wegen der viel niedrigeren Lage die tertiären Gebilde „durchgefressen und ihren Lauf in der Richtung gegen St. Pölten“ genommen hätte.

Was den Einfluss der weichen Gesteine auf Flussläufe anlangt, so habe ich diesen Punkt schon in meinen ersten Bemerkungen über die Bildung der Querthäler kurz erörtert und glaube dort gezeigt zu

haben, dass es irrig ist, zu glauben, ein Fluss nage sich leichter und dauernder in weiche als in feste Gesteine ein. Es ist dies eines von den Vorurtheilen, die man gerne ohne nähere Prüfung aufnimmt, und die keineswegs aus Thatsachen und Beobachtungen hergeleitet werden, sondern auf subjectiven aprioristischen Erwägungen beruhen. Die beobachteten Thatsachen wenigstens entsprechen einem solchen Vorurtheile nicht. So hat sich z. B. nach Würtemberger (Neues Jahrb. 1871, pag. 582) der Rhein bei Schaffhausen lieber in den harten Kalkfelsen als in das lose Glacial- oder Geschiebematerial eingeschnitten, welches dem Fluss sein Bett verlegt hatte, und doch wird Niemand, der den Rheinfall zu besuchen Gelegenheit fand, glauben, dass sich nach jener Verbarrikadirung des alten Rheinlaufs nur dem Flusse zu Liebe in dem Jurakalk eine Spalte geöffnet habe.

Was aber die niedrigere Lage der Tertiärgebiete gegenüber dem von der Donau durchschnittenen Granit- und Gneissgebiet anlangt, so trifft diese Anschauung wohl nicht allgemein zu und ferner ist zu betonen, dass die heutigen Niveauverhältnisse für die Zeit, in welche der Anfang der Thalbildung zu setzen wäre, nicht absolut massgebend gewesen zu sein brauchen. Gewisse Höhendifferenzen können in jener Zeit nicht vorhanden oder unwesentlicher als heute gewesen sein.

Vieles wird seit der Tertiärzeit denudirt worden sein, wie schon die zum Theil isolirte Lage gewisser Tertiärpartien andeutet. Es kann also der Fluss an der einen, oder der anderen Stelle in ein Stück tertiären Landes sich eingeschritten und sich dann erst später bis in's Krystallinische durchgenagt haben, während die betreffende Tertiärpartie zerstört wurde. Jedenfalls werden ja die krystallinischen Gesteine jener Gegend noch heute vielfach von tertiären Schichten bedeckt. Wo dies geschieht, liegen die letzteren auch höher als ihre unmittelbare Unterlage, und es hat also vielleicht wenig zu bedeuten, dass anderwärts einzelne Berge des Krystallinischen höher aufsteigen als die tertiären Hügel. Das krystallinische Gebirge hat offenbar schon vor der Ablagerung des Tertiärs vielfache Unebenheiten gezeigt, die dann auch noch später hier und da für die Richtungen der Wasserläufe von Einfluss werden konnten.

Eine zukünftige exactere Untersuchung des betreffenden Gebiets wird sich natürlich auch mit den etwaigen Anzeichen eines älteren höheren Wasserstandes der Donau abgeben müssen, um diese Verhältnisse zu den andern die Frage berührenden Erwägungen in Beziehung zu setzen. Ich mache deshalb im Vorübergehen auf eine ältere Angabe von Boué aufmerksam. Derselbe sah an der österreichisch-bairischen Grenze bei Strass, dort wo der Strom eine grosse Krümmung gegen Norden macht, „hoch im Gebirge deutlich das ehemalige Rinnsal der Donau, die einmal gerade floss“. (Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 4. Bd. 1850, pag. 390). Wären alle solche Flussstrecken Spalten, so müsste sich in solchem Falle einer Verlegung des Strombettes nach der älteren Spalte noch eine neue geöffnet haben.

Noch auf einen Umstand möchte ich aber hinweisen, der mir für die vorliegende Frage von ganz wesentlicher Bedeutung zu sein scheint. Nach den Untersuchungen von Carl Peters (Die krystallinischen Schiefer- und Massengesteine im nordwestlichen Theile von Oberöster-

reich, Jahrb. d. geol. R. A. 1853, pag. 232) entspricht ein grosser Theil des in Rede stehenden Donaulaufes überhaupt gar keinem Querthal, sondern ganz einfach einem Längsthale. Der sogenannte Durchbruch der Donau durch die mit dem grossen böhmischen Massiv zusammenhängenden altkrystallinischen Gesteine würde damit viel von seiner Merkwürdigkeit einbüssen, und verschiedene angebliche Querspaltungen des Gebirges würden demnach ganz unnöthigerweise zu Erklärungsversuchen herausgefordert haben.

Peters schreibt (l. c. pag. 235): „Der Lauf der Donau ist vom bairischen Walde bis nach Niederösterreich herab durch das Streichen der unmittelbar anstossenden krystallinischen Schiefer angedeutet, während ein Theil ihrer nördlichen Nebenflüsse in der Streichungsrichtung der kleinen Gneisspartien, welche in der Granitmasse stecken, ihr zuströmt.“ An einer anderen Stelle heisst es: „Die Gneisschichten streichen fasst überall dem Laufe der Donau parallel“ und weiter: „Nur an der scharfen Krümmung der Donau um die sogenannte Kerschbaumer Spitze schneiden die Schichten, der Configuration des Ufers entsprechend, den Strom sowohl an der Beugestelle, als auch im östlichen Schenkel, indem das Streichen aus Stunde 8 in Stunde 6—5 sich wendet und in dieser Richtung der Donau ihren weiteren Verlauf gegen Ober-Mühl anweist, wo das linke Gehänge nicht mehr aus Gneiss besteht.“

Desgleichen hat sich Suess (Ueber den Lauf der Donau, l. c. Seite 6 des Aufsatzes) ziemlich entschieden gegen die Spaltenatur des Donauthales unterhalb Passau ausgesprochen und ebenfalls den Umstand betont, dass der Fluss dort dem Streichen der Gebirgsmassen folgt.

Das Gesagte wird ungefähr genügen, um zu zeigen, dass die Lehre von der Spaltenbildung auf die Entstehung des Donaulaufes im Bereiche der deutsch-österreichischen Länder nicht übertragen zu werden braucht. Wollte man nunmehr prüfen, ob meine Anschauung von einem allmähigen Einschneiden des Stromes in die einer langsamen Emporhebung unterworfenen Gebiete zulässig ist, dann wären etwa folgende Gesichtspunkte zu beachten.

Die Donau entspringt im Bereich der älteren Gesteine, sowie der älteren Erhebung des Schwarzwaldes und schneidet sich in die denselben vorliegenden jurassischen Bildungen ein, entspricht also wenigstens in ihrem obersten Lauf den Erfordernissen meiner Theorie.

Das Jura-Plateau Schwabens, in dessen Bereiche der Oberlauf der dort träge, man könnte sagen, altersmüde dahinschleichenden Donau fällt, ist jedenfalls seit der oberjurassischen Periode von marinen Ueberfluthungen verschont geblieben. Von hier wie von den Alpen werden sich während der mittleren Tertiärzeit in das schwäbisch-bairische Molassebecken Flüsse ergossen haben (den Oberlauf der Donau inbegriffen), welche sich erst später, nach der Trockenlegung dieses Beckens zu einem Flusssystem verbinden konnten.

Das Gebiet zwischen den Alpen und der Hauptmasse des alten böhmischen Massivs war während der mittleren Tertiärzeit jedenfalls noch inundirt und stellte sich als einen mehr oder weniger breiten Canal dar, der die ausgedehntere marine Wasserbedeckung von Niederösterreich, einschliesslich Mährens, mit den bairischen Miocän-

gebieten verband. Erst nach oder während der Trockenlegung der Schichten der mediterranen Abtheilung in Baiern und Oberösterreich konnte sich dort ein Flusssystem entwickeln, aus dem in einer bezüglich vieler Details noch näher zu untersuchenden Weise sich der heutige Donaulauf herausgestaltete.

Ob dabei der Strom durch die aus den Alpen kommenden, mit stärkerem Gefälle ausgerüsteten mächtigen Nebenflüsse mehr und mehr nach Norden gedrängt worden sein mag, da er doch thatsächlich gegen den Nordrand des betreffenden Beckens sehr stark vorgerückt erscheint, auf welche Weise ferner er sogar bei Kehlheim noch einmal in die Ausbreitung der übrigens auch weiter südlich sich unter der jüngeren Decke fortsetzenden Jurabildungen hineingeräth, das sind Fragen, welche nicht so rasch im ganzen Umfange zu erledigen möglich sind.

Da aber die jüngeren sarmatischen Absätze und Congerenschichten in den oben genannten Ländern bereits fehlen, während sie im Wiener Becken vorkommen, so mussten die damaligen, aus Oberösterreich kommenden Wassercanäle in Niederösterreich noch in ein ausgedehnteres Wasserbecken münden, welches sich erst bei der allmähigen Trockenlegung auch der sarmatischen und Congerenschichten verengte und dadurch zum Theil Veranlassung geben mochte, zur Entstehung von beschränkteren, isolirteren, stellenweise wohl sich ausstüßenden Tümpeln und Seen, in denen schliesslich die Fauna der Paludinschichten sich entwickelte. Mit jener fortschreitenden Trockenlegung wurde aber auch Raum gewonnen zur weiteren Entfaltung neuer Flusssysteme und zur Vergrößerung der bereits vorhandenen, mit einem Worte zur Entstehung eines Stromes, der dann früher oder später die, wie wir sahen, erst in jüngster Zeit zu Stande gebrachte Erhebung des Banater Gebirges zu überwinden vermochte.

Das wäre etwa in grossen Zügen der Gang der Geschichte der Donau, und in diesem Sinne wird die weitere Untersuchung des Gegenstandes sich mit den zahllosen Detailfragen abzufinden haben, welche sich hier anknüpfen lassen und die auch bis auf einen gewissen Grad gelöst werden müssen, ehe uns die Entwicklung des zweitgrössten Stromes in Europa als deutliches und zusammenhängendes Bild vorgeführt werden kann.

Für heute mag es genügen, gezeigt zu haben, wie die bis jetzt bekannten Thatsachen der Annahme nicht widersprechen, dass die oberen Strecken dieses Flusslaufes auch die älteren sind. Wenn wir also den Ursprung der Donau wie bisher in Schwaben, und nicht im Sinne von Löw's rückläufiger Erosionstheorie, am schwarzen Meere annehmen, so entsprechen wir damit nicht nur der landläufigen geographischen, sondern auch einer geologischen Vorstellung, die sich mit Nothwendigkeit aufdrängt.

Es ist mir bisher nur eine einzige Erwägung aufgestossen, welche bezüglich dieser Vorstellung uns stützig machen könnte, und diese Erwägung basirt auf der Beschaffenheit unseres jungtertiären Beivederschotters. Derselbe enthält bei Wien vorwiegend Quarzgeschiebe und seltener auch Gerölle von Urgebirgsgesteinen. Seine Zusammensetzung entspricht daher nur theilweise der des heutigen Donauschotters, und man könnte demnach vermuthen, dass er von einem aus dem näher

gelegenen krystallinischen Gebirge kommenden Flüsse abgesetzt wurde. Es hätte nun im Sinne von Löwl's Theorie von der rückschreitenden, die Wasserscheiden durchbrechenden Erosion dies vielleicht derjenige Fluss sein können, der schliesslich das bairische Becken anzapfte und die Donau mit ihren Geschieben nach Niederösterreich lenkte. Allein die Verbreitungserscheinungen des Belvedereschotters in diesem Lande stimmen nicht überall mit dieser Vermuthung überein. Wir finden ihn allenthalben auch weit abseits vom Donauthal, z. B. östlich vom Bisamberge und nicht im Thale von Korneuburg, und wir kennen ihn local auch anderwärts in keinem sichtbaren Zusammenhange mit dem Laufe der Donau. Ueberdies würde uns die Annahme jener Vermuthung dazu nöthigen, im Bereich des ganzen oberen Donaubeckens eine seeartige Süswasserbedeckung bis zur Zeit nach der Ablagerung des Belvedereschotters voranzusetzen, da ja die dem Donaustromgebiet angehörigen schwäbischen und bairischen Flüsse ohne die Eröffnung des Donauthales zwischen Passau und Wien keinen Abfluss gehabt hätten. Die Absätze dieses Sees würden zeitliche Aequivalente der sarmatischen Stufe und der Congerienschichten repräsentiren müssen. Dergleichen kommen aber dort nicht vor.

Immerhin wird eine künftige Studie des Donaulaufes den Verhältnissen des Belvedere-Schotters besondere Berücksichtigung schenken müssen, denn gerade die speciell der Donau gewidmeten Arbeiten haben dies unterlassen. Wenn ich hier gerade gelegentlich der Thalbildungsfrage ganz ohne Veranlassung und nur im Interesse der Sache diese Verhältnisse berührt habe, und darauf verwies, dass mein verehrter Gegner aus denselben vielleicht einmal für seine Theorie Nutzen ziehen könnte, so mag das zum Beweise dienen; dass ich diese Theorie mit ruhigster Objectivität zu prüfen versuchte. Diese Prüfung führte freilich nicht zu unbedingter Zustimmung.

Inwieweit z. B. die Angriffe Löwl's sich auf einer missverständlichen Auffassung meiner Theorie nicht allein, sondern auch auf einer Verkennung wichtiger thatsächlicher Verhältnisse aufbauen, lässt sich sehr gut aus seiner Behandlung der Appalachen ersehen.

Ich hatte mir in meinen ersten Bemerkungen erlaubt, der Deutung, welche Peschel den die Appalachen durchbrechenden Querthälern als Spaltenbildungen gab, entgegenzutreten und mich bezüglich des relativen Alters der jenes Gebirge bildenden Ketten den Auffassungen Dana's anzuschliessen. Diesen Auffassungen zufolge würde das Anwachsen der später gebildeten Parallelketten in diesem Theile von Nord-Amerika seewärts geschehen sein. Wenn nun auch in der östlichsten, am meisten seewärts gerichteten Kette gerade die ältesten Gesteine jenes Gebietes zu Tage treten, so handelte es sich für mich selbstverständlich nicht um das Alter der Felsarten, sondern um das Alter der betreffenden Gebirgserhebungen. Ich konnte also in der blossen Thatsache der oberflächlich sichtbaren Existenz vorpaläozoischer Gesteine in jener Kette keinen Grund zur Abweisung von Dana's Ansichten erblicken. Bis hierhin folgt mir auch Löwl, wenn auch etwas unsicher, indem er meint, ich hätte den Widerspruch, der darin liegen soll, dass alte Gesteine später zu Gebirgen aufge-

thürmt wurden, als jüngere, durch „rein theoretische Erwägungen“ zu lösen gesucht.

Ich glaubte allerdings auch durch Beispiele jenen scheinbaren Widerspruch beseitigen zu müssen, denn ich ahnte wohl, dass dieser Punkt bei oberflächlicherer Beurtheilung für das Verständniss der weiteren Discussion der Querthalfrage für Einige zur Klippe werden könnte. Indem L ö w l meiner Ablehnung von P e s c h e l's auf die Appalachen bezüglichen Ausführungen beipflichtet, tadelt er, und zwar wohl im Hinblick auf gewisse nicht geologisch geschulte Geographen, „die beliebte Methode, Probleme der Erdkunde mit Hilfe topographischer Karten zu lösen.“ Er hätte noch weiter gehen und sagen können, dass auch die manchmal beliebte Methode, Probleme der Geologie mit Hilfe geologischer Karten zu lösen, nicht immer ausreicht und dass auch viele geologische Profile uns im Stiche lassen, sobald wir ein Problem berühren, welches mit genetischen Fragen verknüpft ist. Selbst das beste Profil, und ein solches ist oft schwerer zu machen als eine gute geologische Karte, gibt schliesslich nur die in der Gegenwart beobachtbare Phase einer Entwicklung gewisser geologischer Verhältnisse wieder, es ist aber kaum thunlich, sich nach einem solchen Profil über alle oder einige der früheren Entwicklungsstadien derselben Verhältnisse Rechenschaft zu geben, ohne noch anderer Umstände zu gedenken, die sich eben in einem Profil nicht darstellen lassen.

In diesem Sinne ist nun L ö w l bei seiner Berufung auf die Generalprofile von Rogers und Safford durch das Alleghany-System, wie sie von Credner in Petermann's Mittheilungen (1871) wiedergegeben wurden, nicht glücklich gewesen. Herr L ö w l glaubt nämlich im directen Gegensatz zu Dana, aus diesen Profilen herauslesen zu können, dass die östlichste Kette der Appalachen als solche die älteste sei und dass demgemäss die Anwendung meiner Theorie auf die dortigen Flussdurchbrüche auf „ernste Schwierigkeiten“ stosse. Mag immerhin das Unter-Silur die krystallinischen Schiefer der blauen Berge ungleichförmig überlagern und dadurch der Beweis hergestellt sein, dass diese Schiefer schon vor der silurischen Zeit Störungen unterworfen gewesen sind, so genügt doch eine solche Thatsache in gar keiner Weise zu dem Beweis, dass die betreffende Gebirgskette als solche in ihrer sozusagen trocken gelegten Erscheinung auf dem heutigen Continent die älteste in einer bestimmten Zahl von Parallelketten sein soll. Wenn auf dem Gipfel des Snake Mount, wie L ö w l erwähnt, „sogar eine kleine Scholle von Potsdam-Sandstein als Denundationsrest einer silurischen Transgression auf den Schichtenköpfen der steil aufgerichteten huronischen Schiefer“ liegen geblieben ist, so will das eben sagen, dass zur Zeit der Bildung des Potsdam-Sandstein an Stelle der bewussten Bergkette sich Meer befand, wobei es ganz gleichgültig bleibt, ob die vorausgegangene Aufrichtung der huronischen Schiefer vor der erwähnten Transgression schon einmal zu der Entstehung eines Gebirges an derselben Stelle Veranlassung gegeben hatte oder nicht. Ich finde also durchaus nicht, dass es Herrn L ö w l gelungen sei, die Ansichten Dana's über die Entstehung der heutigen Gebirgsketten Nordamerika's zu widerlegen.

Es konnte mir wohl nie in den Sinn kommen, meiner Theorie eine rückwirkende Kraft zu geben und etwa in dem gegebenen Falle voranzusetzen, die hier in Betracht kommenden Flüsse hätten schon während der ersten Faltung der huronischen Schiefer gearbeitet, denn wenn ich der Ansicht bin, dass Flüsse durch ein quer gegen ihren Lauf gerichtetes, allmählig aufsteigendes Gebirge sich hindurchsägen können, so muss ich dafür wohl zweierlei als unbedingt nothwendig voraussetzen, nämlich erstens die Flüsse selbst und zweitens das aufsteigende Gebirge, respective das von dem Flusse durchzogene Festland, in welchem dieses Gebirge aufzusteigen die Tendenz zeigt. Es ist also durchaus nicht meiner „Hypothese gemäss“, wie das geglaubt zu werden scheint, „uralte Wasserscheiden“ überall dort anzunehmen, wo sich die Spuren einer ältesten Faltung in einer Gegend nachweisen lassen. Meine Hypothese braucht vor Allem Flüsse und festes Land.

Es ist principiell auch ganz gleichgiltig, ob das flache in der Erhebung begriffene und von einem Fluss durchschnittene Vorland eines Gebirges, wie ich es mir und meinen Lesern in meiner älteren Arbeit zur Erläuterung meiner Theorie vorgestellt habe, aus wagrecht liegenden oder irgendwie bereits gestörten Gebilden besteht. Mein Gewährsmann aber für die Annahme, dass es in ganz flachen Gebieten gestörte Schichten geben kann, ist Niemand Geringerer als A. v. Humboldt (Central-Asien, Uebersetzung von Mahlmann, 1 Bd, pag. 181). Er sagt, dass in den Ebenen, oft fern von Gebirgen, die Schichten nicht selten stark geneigt sind. Es sei also wahrscheinlich, dass in solchen Fällen die Aufrichtung der Schichten viel früher stattgefunden habe, als die Hebung der Gebirge. Man wird es da allerdings wohl mit abradirten Terrains zu thun haben. Wie sich das aber auch verhalten möge, so wird ein Fluss, der in einer derartigen Ebene fliesst und von einem theilweise auch aus jüngeren Schichten bestehenden Gebirge herabkommt, nichts mit der viel älteren Faltung der Schichten der Ebene zu thun gehabt haben. Alle älteren Störungen verhalten sich der eventuell neu beginnenden Hebung, Faltung oder sonst wie gearteten Gebirgsaufrichtung gegenüber passiv, so weit dies nämlich für unsere Betrachtung der Flussschneisen von Belang ist¹⁾. Ich hielt dies für so selbstverständlich, dass ich mir leider nicht die Mühe nahm vor einem Missverständniss in dieser Richtung zu warnen. Sonst wäre es wohl nicht vorgekommen, dass Herr Löwl mir die Faltungen der neocomen und jurassischen Gebilde im Banat bei seiner Discussion des Donaudurchbruches als bedenklich für meine Ansichten entgegen gehalten hätte.

Auf diesen vorher kaum berührten Punkt komme ich absichtlich erst jetzt zu sprechen, nachdem ich an dem einfacheren Beispiel der Appalachen die unrichtige Anlage des Löwl'schen Gedankenganges bezüglich der Bedeutung gewisser älterer Faltungen zeigen konnte.

Die zwischen krystallinischen und paläozoischen Massen eingeklemmten und schief gestellten Falten jener Gebilde haben sich freilich,

¹⁾ Selbstverständlich braucht diese Unabhängigkeit sich nicht immer auf die Schichtenstellung, den Grad ihrer Neigung u. s. w. zu beziehen. Hier handelt es sich zunächst um den jeweiligen hypsometrischen Ausdruck der betreffenden Verhältnisse.

wenigstens der Hauptsache nach, gebildet, ehe an die Entstehung eines Flusses, wie die Donau, für jene Gegend zu denken war, und es wäre mir nie eingefallen, zu behaupten, der Strom habe dort sein Bett bereits während der im Werden begriffenen Faltung der jurassischen Schichten im Kampfe mit dieser Faltung eingegraben. Wenn jüngere Kreideschichten in jener Gegend eine zumeist flache und den älteren mesozoischen Bildungen gegenüber in jedem Fall abweichende Lagerung besitzen, so muss wohl angenommen werden, dass die Zusammenfaltung der jurassischen und neocomen Ablagerungen bereits vor der Ueberfluthung derselben Gegend durch das jüngere Kreidemeer zum Theile vollzogen war. Die Discussion der Verhältnisse aber eines Flussdurchbruches durch das heute von allen diesen Schichten zusammengenommen aufgebaute Gebirge kann erst an die Zeit anknüpfen, in welcher die Meeresbedeckungen das Areal des heutigen Gebirges verlassen hatten.

Ich bitte also die Vorstellung zu verlassen, als ob Alles was gefaltet oder gestört ist, sich auch schon desshalb über Wasser befinden müsste. Wo immer wir von Transgressionen jüngerer mariner Sedimente über ältere aufgerichtete Schichten lesen, und in dieser Hinsicht ist die Lectüre des zweiten Bandes von Richthofen's China besonders lehrreich, da sind wir ja doch zu der Vorstellung gezwungen, dass sich gestörte Bildungen unter dem Niveau des Meeres befunden haben.

In gewissem Sinne ähnlich verhält es sich mit dem von Löwl gleichfalls citirten Durchbruch des Rheins durch das rheinische Schiefergebirge, welches, wie Richthofen neuerdings wieder hervorgehoben hat, als Beispiel einer sehr alten Abrasion gestörter Bildungen durch spätere marine Ueberfluthung aufgefasst werden könnte. Ich hätte also nie der Behauptung zustimmen können, dass der Rhein sich während der der Trias vorausgängigen Faltung des rheinischen Schiefergebirges seinen Weg durch dasselbe gebahnt habe, während man aber andererseits auch nicht wird behaupten wollen, dass dieses Gebirge seit dieser ersten Faltung eine Unveränderlichkeit des Niveaus dem Meeresspiegel gegenüber für sich in Anspruch nehmen kann. Ich will mich jedoch nicht näher auf eine Besprechung des Rheinthales einlassen. Wahrscheinlich ist die Geschichte dieses Flusses noch complicirter als die der Donau, und es fehlen mir zunächst alle Anhaltungspunkte, um die Sache mit Erfolg zu discutiren. Desgleichen mögen Andere als ich berufener sein, die Besprechung der Einwendungen aufzunehmen, welche Löwl den Auffassungen einiger norddeutscher Geologen bezüglich des Flussgebietes der Elbe, Oder und Weichsel entgegenstellt.

Eine Erläuterung aller von Herrn Löwl in seiner hier besprochenen und seinen früheren Arbeiten citirten Querthäler wird mir derselbe wohl überhaupt erlassen. Ich muss mich leider in Hinblick auf meine vielfach in Anspruch genommene Zeit, wie schon früher angedeutet, darauf beschränken, hier diejenigen Punkte aus seinen Erörterungen aufzugreifen, welche von principieller Bedeutung sind.

Ein solcher Punkt von principieller Bedeutung ist die Beziehung auf gewisse Querthäler im Balkan. Löwl meint nämlich, wenn schon bei einfachen Faltengebirgen, wie er nachgewiesen zu haben glaubt, meine Theorie nicht stimmt, dann könne das bei solchen Kettengebirgen, in denen Verwerfungen eine Rolle spielen, erst recht nicht der Fall

sein. Ich hätte dann freilich den Alburs in Persien gar nicht in den Kreis meiner Betrachtung ziehen dürfen, da, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, das Phänomen der Verwerfungen in diesem Gebirge in grossartiger Entwicklung bemerkbar wird. Löwl beruft sich aber auf den Balkan, der, wie Hochstetter gezeigt hat, auf seiner Südseite längs einer grossen Bruchlinie abgebrochen ist, und fährt dann fort: „Durch den stehengebliebenen Nordflügel des Gebirges bahnte sich der Isker in einer Reihe enger, schwer zugänglicher Schluchten seinen Weg. Er entspringt an den Abhängen des alten Festlandes im Süden von Sofia, durchfliesst das nach dieser Stadt benannte Becken und tritt endlich bei Korila in sein Querthal ein“, welches, wie Löwl selbst und zwar mit näherer Begründung hervorhebt, nach den Untersuchungen Toulas „nur der Erosion zugeschrieben werden kann.“

„Wie lässt sich nun Tietze's Hypothese,“ fragt Löwl, „mit den thatsächlichen Verhältnissen, unter denen der Iskerdurchbruch stattfand, in Einklang bringen?“ Ich meinestheils aber kann kaum eine treffendere Bestätigung dieser Hypothese ausfindig machen. Das alte Festland, von dem aus der Fluss durch das erst während einer späteren Zeit erhobene Gebirge sich unter deutlichen Beweisen für seine Erosionsthätigkeit ohne alle Querzerspaltung des Gebirges hindurchnagte, stimmt so vortrefflich mit den Erfordernissen meiner Hypothese, dass ich Herrn Löwl für die Entdeckung dieses Beispiels höchst dankbar bin.

Ich muss jetzt wieder wörtlich citiren. Löwl schreibt:

„Wenn die Erosion eines präexistirenden Flusslaufes unter günstigen Bedingungen im Stande ist, mit der Faltung eines Gebirges gleichen Schritt zu halten, so folgt daraus noch lange nicht, dass sie einen Bruch zu bewältigen vermag — man müsste denn annehmen, dass eine so gewaltige Verwerfung, wie sie am Innenrande des Balkan nachgewiesen wurde, ganz allmählig stattfand, dass ihre Sprunghöhe unmerklich und durch lange Zeiträume stets in gleichbleibendem Maasse zunahm. Diese Voraussetzung aber ist durchaus ungerechtfertigt.“

Ja warum ist denn diese Voraussetzung ungerechtfertigt? Glaubt Löwl, dass der Balkan mit einem Schläge in die Höhe geschossen ist, und dass die grossartigen Verwerfungen, welche allenthalben von den Geologen constatirt werden, immer plötzlich und auf einmal ihren ganzen Betrag erreicht haben? Ich staune, dass ein Schüler von Suess so ausserordentlichen Vorstellungen das Wort redet, die uns in die beste Zeit der Kataklymentheorie zurückversetzen. Wem Kunde geworden ist von den Arbeiten von Suess und Anderen über die tektonische Bedeutung vieler Erdbeben, und wer da weiss, in welch' innigen Zusammenhang das Auftreten dieser Erdbeben mit grossen und kleinen Bruchlinien gebracht wird, in dem Sinne, dass die Vorgänge, deren jeweiliger Ausdruck solche Erdbeben sind, mit der fortdauernden Bildung jener Bruchlinien verknüpft gedacht werden, der wird im Hinblick auf die meist kleinen, für uns oft hypsometrisch kaum messbaren Beträge der von solchen Ereignissen bewirkten Veränderungen der Erdoberfläche die Entstehung grosser Verwerfungen sich nicht viel schneller vorzustellen brauchen, als die Entstehung von Falten. „Das Absinken einer Spalte ist ein Vorgang, der sehr langsam vor sich geht“ schreibt Neumayr (Insel Kos, l. c. pag. 282. in der Anmerkung), und dieser

Autor ist sicherlich völlig competent, wenn es sich um eine Auslegung der Ansichten von Suess handelt. Ich sehe also in den Verhältnissen der Querthäler, welche solche Gebirge durchbrechen, in denen Bruchlinien eine grosse Rolle spielen, kein Hinderniss für die Annahme meiner Theorie.

Nun meint Löwl ferner, ich vermöchte die Behauptung, dass die Erosion in einem von der Gebirgsbildung ergriffenen Gebiete mit der Faltung erfolgreich concurriren und unter Umständen gleichen Schritt halten könne, an keinem concreten Falle darzulegen. Das ist freilich auch viel verlangt. Uns hinstellen und zusehen, wie ein Gebirge sich faltet, das können wir allerdings nicht und deshalb können wir auch nicht direct beobachten, wie die Erosion im Kampfe mit dieser Faltung sich benimmt. Wir stehen da eben immer fertigen Ergebnissen gegenüber, und das wird bei dem gegenwärtigen Stande unserer Beobachtungsmittel noch längere Zeit so bleiben. Wie mir dünkt, geht das bei so manchen Fragen in der Geologie eben nicht anders zu machen, als dass man aus der Wirkung auf die Ursache schliesst, aus dem Gewordenen auf das Werden. Wenn z. B. Professor Suess von einem einseitig wirksamen Horizontalschub spricht, der nach seiner Auffassung die Tektonik der Alpen beherrscht, so erschliesst er das aus einer Kette von Beobachtungen, die sich auf die sichtbaren Wirkungen eines solchen Schubes beziehen, bei dem Schub dabei gewesen ist er aber auch nicht.

Nicht Jeder unserer Fachgenossen ist eben in der glücklichen Lage Mephisto's bei seiner geologischen Discussion mit Faust (2. Theil, 4. Aufzug):

Das spricht ihr so! Das scheint euch sonnenklar,
Doch weiss es anders, wer zugegen war.
Ich war dabei als noch da drunten siedend
Der Abgrund schwoll und Flammen trug,
Als Moloch's Hammer Fels an Felsen schmiedend,
Gebirgestrümmter in die Ferne schlug.

Wenn Herr Löwl der Meinung ist, bei den Beweisen dafür, dass eine sich bildende Falte einen Fluss nicht allein ablenkte, sondern auch aufstaute, verhalte es sich anders als bei den Beweisen für den stellenweise erfolgreichen Kampf der Flüsse mit einem in Hebung begriffenen Terrain, so kann ich das nicht zugestehen, wenigstens bei seinen Beweisen oder Beispielen nicht. In dem einen Falle wird genau so wie in dem andern das heutige fait accompli betrachtet und daran werden dann die erforderlich scheinenden Betrachtungen geknüpft, denn wenn z. B. nach Rütimeyer, den Löwl hier citirt, die Reuss einst jener Senke folgte, in der heute der Zuger See liegt, und wenn dann dieser Fluss seine westliche Ablenkung durch eine Hebung der äusseren Alpenkette bei Goldau erfuhr, so werden doch Augenzeugen dieses Ereignisses nicht mehr am Leben sein.

Es blieb mir also, als ich meine Bemerkungen über die Querthäler schrieb und die akademische Möglichkeit meiner Theorie bezüglich des dynamischen Verhältnisses zwischen Erosion und Gebirgs-erhebung etabliren wollte, kaum etwas Anderes übrig, als der Hin-

weis auf die Thatsache, dass die Erhebung oder die Faltenbildung eines Terraines wohl in der Regel so langsam vor sich geht, dass innerhalb kürzerer Zeiträume, wie sie unserer Beobachtung zu Gebote stehen, sich kaum ein Massstab dafür finden lässt, (für blosse mit Recht oder Unrecht sogenannte Hebungen dabei noch eher als für fortschreitende Faltenbildung), während die Wirkungen der Erosion, beispielsweise durch das bei jeder grösseren Ueberschwemmung transportirte Material, durch die notorisch so häufigen, der Beobachtung Jedermanns zugänglichen Unterwaschungen und Abwaschungen von Flussufern uns sozusagen leiblich vor Augen geführt werden, wie denn auch in der That sogar schon allerhand Versuche gemacht werden konnten, die Menge der von einem Flusse in bestimmter Zeit aus einem Gebiete fortgeführten festen Bestandtheile durch Rechnung zu ermitteln. Von dieser Thatsache ausgehend, schien es mir erwiesen, dass eine mehr oder weniger energische Erosion in vielen Fällen die fortschreitende Hebung oder Faltung eines Gebietes bewältigen und sogar häufig einen Vorsprung vor dieser Faltung voraushaben könnte.

In diesem Sinne war das Beispiel des Simeto in Sicilien, dem es im Laufe von wenig mehr als zwei Jahrhunderten gelang, durch einen ihm plötzlich den Weg versperrenden Lavastrom einen breiten und sehr tiefen Canal einzusägen, ein Beispiel, welches wie Löwl bemerkt, keineswegs vereinzelt dasteht, nicht gar so schlecht gewählt als dieser Autor annimmt. Das Beispiel besitzt allerdings „nicht die geringste Beweiskraft“ (l. c. pag. 408), wenn ich damit direct beweisen wollte, ein Fluss könne ein in ruhiger Faltung begriffenes Gebirge durchsägen, denn auch mir ist bekannt, dass ein Lavastrom, der plötzlich daher geflossen kommt, etwas anderes ist, als ein in Faltung begriffenes Gebirge; jenes Beispiel besitzt aber mehr als ausreichende Beweiskraft, um zu zeigen, dass die Wirkungen der Erosion selbst bei einem unbedeutenden Flusse, wie der Simeto, so bedeutende sein können, dass es nicht schwer ist für unsere Vorstellung einen Massstab für solche Erosion zu finden. Etwas Anderes konnte man aus meinen Worten nicht herauslesen, bei jeder Beweisführung kommt es eben darauf an, was bewiesen werden soll.

„Dass eine Schichtenfaltung in vielen Fällen dieselbe Wirkung hervorrief, wie die Lavaströme im Simeto-Thal,“ insoferne nämlich der Simeto oberhalb des als Hinderniss sich vorlegenden Lavastromes zu einem See gestaut wurde, beweisen, nach Löwl, verschiedene Alpenseen, und es ist mir auch wohl bekannt geworden, dass A. Heim die Seebecken am Rande der Schweizer Alpen auf Stauung der diese Seen speisenden Flüsse durch Faltung zurückführt, (vergl. Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung, 1. Bd., p. 319, und über Erosion im Gebiete der Reuss, Jahrb. d. Schweizer Alpenclub 1879, pag. 401) dennoch aber, und das wird Herrn Löwl nicht entgangen sein, fallen Heim's Ansichten über Querthalbildung in mancher Hinsicht mit den meinigen zusammen. Ebenso wird man schon in meiner ersten hierher gehörigen Publication (pag. 605) die Eventualität berücksichtigt finden, dass unter gewissen Bedingungen eine Flussstrecke durch Terrain-erhebungen abgesperrt werden kann, und nicht minder habe ich in meinem Aufsätze zur Geologie der Karsterscheinungen (Jahrb. d. geol.

Reichsanst. 1880 pag. 735—740) bei Besprechung der unvollendeten Thalbildung in Karstgebirgen eine specielle Kategorie derartiger Fälle einer ausführlichen Erörterung unterworfen. In allen den erwähnten Fällen durfte aber meine Erklärung der fraglichen Erscheinungen von der Annahme ausgehen, dass die Flüsse, um deren Absperrung es sich handelte, aus diesem oder jenem Grunde kein oder nicht genügend viel Wasser führten, um die sich vor ihnen aufthürmenden Hindernisse zu bewältigen, und zur Erosion gehört, wie ich schon früher stets aber vielleicht noch nicht genug, betont habe, vor Allem Wasser.

Die Bildung der verschiedenen Seen im Vorlande der Alpen gehört bekanntlich zu den am meisten discutirten und in der verschiedensten Weise erklärten Dingen, und man wird nicht verlangen, dass ich hier eine lange Erörterung aller jener noch immer zu keinem allseitig gebilligten Abschluss gelangten Erklärungsversuche¹⁾ einschalte, wenn man aber sich auf den Standpunkt stellt, den Heim dieser Frage gegenüber angenommen hat, dann wird doch noch erst die wohl nicht leichte Untersuchung der klimatischen und namentlich der meteorologischen Verhältnisse des Alpengebietes für jenen Zeitpunkt vorzunehmen sein, in welchem die Faltung am unteren Ende der heutigen Seen vor sich zu gehen begann. Sollte diese Untersuchung zu dem Ergebniss führen, dass die in Frage kommenden, durch Faltung zu Seen gestauten Flüsse in jenem Zeitpunkt wasserarm gewesen sein können, was ja nicht hindern würde, dass sie später wieder wasserreicher wurden, dann würde die Existenz jener Seen gar kein Beweis dafür sein, dass die Erosion eines Flusses der von ihm durchschnittenen Gebirgsfaltung gegenüber stets im Nachtheile sein muss. Die Frage der Entstehung jener Seen ist aber, wie schon angedeutet, eine vorläufig noch so verwickelte und es ist möglich, dass ihre Lösung mit der Erkennung so verschiedenartiger Factoren zusammenhängt, über deren wechselseitiges Verhältniss und über deren relative Bedeutung für jeden einzelnen Fall wir noch so wenig im Klaren sind, dass es nicht angezeigt sein mag, gerade auf solche Beispiele bei der Discussion des vorliegenden Problems zu greifen.

Beispielsweise lässt ja die unter das Meeresniveau weit hinabreichende Tiefe einiger dieser Seen nicht gerade vermuthen, dass bei der Entstehung derselben überall Flüsse als solche, das heisst in ihrer Eigenschaft als Oberflächenerscheinungen des festen Landes theilhaftig waren, namentlich wenn man sich dabei noch der marinen Relictenfauna des Garda-Sees erinnert, über welche Peschel sich in seinen Problemen (1878, 3. Aufl. pag. 168) ausgesprochen hat. Auch hier also lässt sich, ähnlich wie vorher bei Besprechung des Banater Gebirges, die Querthal-Frage nicht mit so einfachen Mitteln behandeln, wie sie Löwl für ausreichend hält.

¹⁾ Vergleiche z. B. die diesbezüglichen Ansichten von Peschel und Penck. Wer sich für die Bildung von Seen und deren Beziehung zu Flüssen interessirt, der möge sich auch die Arbeit von Dokutschajeff über die russischen Flüsse verschaffen, über welche ich indessen leider nur durch ein kurzes Referat von Alenitzin (revue des études sur la géologie de la Russie, Petersburg 1881, congr. internat. de géogr.) unterrichtet bin. Die Löwl'sche Theorie von der Bedeutung der rückläufigen Erosion für die Beseitigung von Wasserscheiden scheint hier schon vorgezogen zu sein.

Wenn aber auch thatsächlich Flüsse, die heute eine Reihe von Gebirgsketten durchbrechen, im Verlaufe ihrer geologisch geschichtlichen Entwicklung stellenweise durch einen energischeren Faltungsprocess aufgestaut worden wären, was ja principiell gar nirgends ausgeschlossen zu werden braucht, so sind sie eben mit diesen Hindernissen etwas später fertig geworden. Es wären das dann kleine Episoden in der Geschichte dieser Flüsse, es wären besondere Formen, die der Kampf der Erosion gegen die fortlaufende Gebirgserhebung zeitweilig annimmt. Jene Geschichte aber in grossen Zügen betrachtet, würde sich noch immer zu dem Ergebniss summiren, dass die betreffenden Flüsse während der Emporhebung der Gebirge sich durch die letzteren hindurch gearbeitet haben. Das ist im Wesentlichen auch die Auffassung Heim's, der die Seen als „vorübergehende unbedeutende Phasen in der Geschichte eines Thales“ bezeichnet.

Uebrigens wie dem auch sei, Löwl räumt ja selbst (l. c. pag. 409) vollständig ein, dass Querthäler, deren Bildung mit der Entwässerung von Seebecken zusammenfiel, „zu den Ausnahmen“ gehören. „In der Regel findet man oberhalb der Durchbrüche weder einen See noch ein mit lakustren Ablagerungen ausgefülltes Becken“. Auf diesen Umstand hatte auch ich in meiner ersten Arbeit über Querthäler besonderen Werth gelegt.

Ich gelange jetzt zur Besprechung desjenigen Einwandes gegen meine Theorie, den ich für den wichtigsten halte, und für dessen Betonung man Herrn Löwl zu besonderem Dank verpflichtet ist, weil hier in der That ein bisher noch unerledigter und für die Beurtheilung der Querthal-Frage bedeutungsvoller Gesichtspunkt zur Sprache gebracht wurde. Er betrifft das Verhältniss der Thalterrassen zu der Art der Aufrichtung eines Gebirges. Obgleich nun solche Thalterrassen häufiger in Längs- als in Querthälern vorkommen, so soll doch darin kein Vorwand gefunden werden, der angeregten Discussion auszuweichen.

Wenn die Erosion, schreibt Löwl, „zugleich mit der Faltung fortschritte, so müssten die Lateralterrassen, die alten Thalböden, welche ja durch alle späteren Dislocationen in Mitleidenschaft gezogen wurden, auffallende Krümmungen und Niveauveränderungen erkennen lassen. Dies ist aber nicht der Fall. In allen genau untersuchten Gebieten z. B. im Reuss- oder Linththale, erscheinen sämtliche Gehängterrassen von den höchsten, also ältesten, bis herab zu den jüngsten gleichmässig geneigt und beweisen daher dass diese Thäler erst nach der Aufrichtung des Gebirges ausgespült wurden“. In einer Anmerkung setzt dann der Verfasser hinzu: „Aus diesem Grunde darf auch die periodische Steigerung des Gefälles und das Wiedererwachen der Erosion nicht mit Hebungen, sondern eher mit säcularen Schwankungen des Meeresniveaus in Verbindung gebracht werden“.

Es ist dies ein Gedanke, welcher sehr an gewisse Ausführungen erinnert, welche E. S u e s s in seiner vorläufigen Mittheilung über die vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche (Verh. d. geol. Reichsanstalt 1880, pag. 176 und 177) über die Verschiebung der Wasserscheiden und die Umkehrung des Gefälles von Flüssen gemacht hat, wie denn überhaupt das Problem der Querthalbildung in dem Sinne, wie es von Löwl behandelt wird, mit einer

eventuellen Stellungnahme zu der Frage der säcularen Schwankungen, in dem Sinne, wie die letztere von Suess behandelt wird, in einem viel innigeren Zusammenhange steht, als es auf den ersten Blick scheint.

Man darf hier an eine frühere, übrigens ebenfalls erst vor Kurzem erschienene Arbeit Löwl's über den Terrassenbau der Alpenthäler (Petermann's Mittheilungen 1882, Nr. 4) erinnern, wo es (pag. 138) heisst: „So führt uns der Terrassenbau der Erosionsthäler zu der neuerdings von Suess vertretenen Hypothese der periodischen Umsetzung des Weltmeers von den Polen zum Aequator und umgekehrt“.

Ich bedauere, wie schon bei anderer Gelegenheit, hier wieder auf's Neue, dass das Erscheinen des von Suess angekündigten diesbezüglichen Buches eine Verzögerung erfahren hat, ich bedauere das, weil die knappe Form der vorläufigen Mittheilung von Suess bei der ausserordentlichen Complicirtheit des dort behandelten Gegenstandes vielleicht missverständliche Auslegungen nicht ausschliesst. Ich selbst bin anfänglich für das Zuwarten jener grösseren Publication gegenüber eingetreten, da aber von anderer Seite die Ansichten von Suess escomptirt werden, und zwar in einer Frage, in der ich persönlich engagirt bin, so bleibt mir kaum etwas Anderes übrig, als mich mit dem Gegenstand abzufinden, soweit das Problem der Thalbildung davon berührt wird.

Wenn also der Einwand, den Löwl aus der Horizontalität der Thalterrassen gegen die Theorie von einem langsamen Einschneiden der Flüsse in ein sich hebendes Gebirge ableitet, in der Besprechung nicht getrennt werden kann, von den Ansichten über die Veränderlichkeit des Meeresspiegels, insofern Löwl sich die Gebirge der Querthalbildung gegenüber als präexistirend denkt und diese Thalbildung dann auf die Wirkung einer unter dem Einflusse der Meeresschwankungen stehenden Erosion zurückführt, so muss ich zuerst kurz präcisiren, inwieweit bei unserem Streite, meiner Auffassung nach, eine Bezugnahme auf solche Schwankungen zulässig, nothwendig oder verfrüht ist.

Man darf es im Princip völlig annehmbar finden, dass ein Steigen oder Fallen des Meeresspiegels eine Verlangsamung oder eine Beschleunigung der Erosion eines Flusses bewirken kann, welcher in ein von solchen Schwankungen betroffenes Meer mündet. Es wird auch sicherlich wünschenswerth sein, wenn dies Verhältniss für möglichst zahlreiche Fälle untersucht wird, und diese Untersuchung wird um so fruchtbarer sein, je sicherer die Existenz solcher Schwankungen feststeht, je besser bekannt ihr jeweiliger approximativer Betrag ist und namentlich je genauer sich deren zeitliches Eintreten oder deren zeitliche Wiederholung mit dem Vorkommen oder der Zahl der Thalterrassen für gewisse Gegenden in Correspondenz bringen lässt. Ob und inwieweit diese Bedingungen jetzt schon erfüllbar sind, wird ja die nächste Zeit lehren. So viel über die Zulässigkeit jener Bezugnahme.

Wenn wir weiter Umschau halten über das Vorkommen von Terrassen in Flussthälern, so dürfen wir zwei Gesichtspunkte nicht übersehen, welche für die Discussion unserer Frage, wie mir scheint, von principieller Bedeutung sind. Einmal ist bekannt, dass es Thäler gibt, die sich durch das gänzliche Fehlen solcher Terrassenanlagen auszeichnen, wie die neueren Untersuchungen in Bosnien und Griechen-

land gezeigt haben. Da diese Thäler oder doch die betreffenden Flusssysteme einen Ausgang zum Meer haben, so scheint die angeführte Thatsache zu beweisen, dass es Flüsse geben kann, welche sich bezüglich des Aufbaues von Terrassen von der supponirten Veränderlichkeit des Meeresspiegels unabhängig zu erhalten wissen. Diese Unabhängigkeit wird aber zweitens ebenfalls demonstirt durch die Thatsache, dass es umgekehrt Flüsse gibt, welche in ihren Thälern einen deutlichen Terrassenbau aufweisen und welche nicht in das Meer münden.

Man wird wohl verzeihen, wenn ich hier Beispiele wähle, die mir gerade zur Hand sind, ich zweifle aber nicht daran, dass sich in Gebirgen, deren Flüsse in abflusslose Steppen münden, noch weitere Analogien zu diesen Beispielen werden finden lassen, welche in meiner Mittheilung über einige Bildungen der jüngeren Epochen in Nord-Persien (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1881, I. Heft) erwähnt werden konnten. Unter den Flüssen, deren Terrassenbildungen ich dort aufgezählt habe, gibt es mehrere, welche das Meer nicht erreichen und auch während der ganzen Quartärperiode nie erreicht haben, insofern die letzten marinen Absätze im Gebiete der persischen Hochsteppe, in welcher diese Flüsse sich verlieren, der Miocänzeit angehören. Zu diesen Flüssen gehören die Zufüsse des Hablerud, Namens Waschi und Abigur i sefid bei Firuskuh (l. c. pag. 104) und vor Allem sind zu nennen die wunderbar deutlichen Terrassen des Dschedscherud bei Uschon und Rudek (l. c. pag. 102). Auch im unteren Theile des Gebirgslaufes des Keretsch-Flusses kommen dergleichen vor, obschon ich für dieses meist sehr enge und wilde Querthal im Uebrigen die Seltenheit oder das Fehlen derartiger Bildungen constatiren musste. Auch bei anderen Flüssen derselben Kategorie am Südabfall des Alburs habe ich wenigstens deren Einschnelden in mehr oder weniger mächtige Schotterabsätze nachgewiesen, wenn auch für diese Schotterabsätze nicht überall ein mehrfach terrassirtes Auftreten constatirt werden konnte. Diese Flüsse münden nun keineswegs in ein Meer, welches durch zeitweiliges Sinken seines Spiegels eine periodische Beschleunigung der Erosion hätte hervorrufen können, sondern in ein abflussloses Steppengebiet, dessen Oberfläche durch anwachsende Lössabsätze während der jüngst vergangenen Epoche an sich betrachtet sich eher erhöht als erniedrigt haben muss. Sind daher wirklich Veränderungen des Niveaus im Mündungsgebiete dieser Flüsse eingetreten, so könnten dieselben nur, sei es in einer Senkung des Steppengebietes, sei es in einer Hebung des Alburs-Gebirges gesucht werden, also jedenfalls in Boden-Bewegungen des festen Landes.

Die diesbezüglichen Erfahrungen, welche sich in der Gebirgsumwallung Nord-Persiens machen lassen, können aber in gewissem Sinne, obschon mit einiger Einschränkung, auch auf die Verhältnisse derjenigen Flüsse ausgedehnt werden, welche nicht in die Hochsteppe, sondern in das caspische Meer münden. Diese Flüsse, wie der dem Sefidrud zueilende Schahrud, der Talar, der Heras, der Tschalus und andere kleinere Bäche zeigen, wie ich in der citirten Mittheilung beschrieben habe, namentlich in denjenigen Flussstrecken, in denen sie stellenweise als Längsthäler entwickelt sind, die ausgesprochensten Terrassenbildungen. Nun aber ist das caspische

Meer bekanntlich ein Binnensee, dessen Zusammenhang mit dem Ocean schon zur Miocänzeit aufgehoben wurde (siehe die Aralo-Kaspische Niederung, Verh. d. geol. R. A. 1875 pag. 32), wie Neumayr im Gegensatz zu gewissen Ansichten von Schmick nachgewiesen hat. „Ich glaube hinreichend nachgewiesen zu haben,“ schreibt Neumayr am Schlusse seines Aufsatzes, „dass die Verhältnisse des Aralo-Kaspi-Beckens nichts für die von Herrn Schmick aufgestellten Theorien beweisen und überhaupt zu Folgerungen dieser Art wenig geeignet erscheinen.“ Zu Folgerungen dieser Art, das soll doch wohl heissen, zur Annahme von grossen relativen Niveauverschiebungen seit der Miocänzeit in Folge geänderten Wasserspiegels des Meeres, gleichviel, welche Complication von Ursachen derartigen Ueberfluthungen oder derartigem Zurücktreten des Meeresspiegels zu Grunde gelegt wird, (denn nur in der Begründung und bezüglich der Bedeutung solcher Niveauverschiebungen besteht eine Differenz zwischen Suess und seinen Vorgängern in dieser Frage, nicht bezüglich der Sache selbst.)

Eine Bestätigung der Neumayr'schen Anschauungen darf man wohl auch in den V. v. Möller'schen Erläuterungen zu den Resultaten der Reise Danilewsky's an den Manytsch erblicken (Bull. acad. Petersbourg 1878), insofern die von letzterem daselbst gesammelten Muscheln ausschliesslich kaspische Formen waren, daher die von ebendenselben Reisenden behauptete Verbindung des Asow'schen und kaspischen Meeres während der jüngsten geologischen Vergangenheit als eine unstatthafte Annahme erkannt wurde.

Wenn ich nun auch durchaus nicht behaupten will, dass durch die von Neumayr so erfolgreich discutirten Verhältnisse des Aralo-Caspi-Beckens die Eventualität der Schwankungen des Meeresspiegels für unsere Wissenschaft überhaupt beseitigt ist, wenn ich auch nicht einmal zu sagen mich getraue, dass im Hinblick auf die Verhältnisse dieses Beckens der eventuelle Betrag einer zeitweiligen Erhöhung des Meeresspiegels seit der Miocänzeit durch die Seehöhe der niedrigsten Wasserscheide jenes Beckens eine Maximalgrenze findet¹⁾, so steht doch das Eine fest, dass in Folge der Isolirung dieses Beckens die Schwankungen des oceanischen Meeresspiegels einen Einfluss auf die Terrassenbildung der in dasselbe mündenden Flüsse nicht gehabt haben können, und dass solche Terrassenbildung trotzdem vorkommt.

Nun freilich kann man sagen, dass auch der Spiegel des caspischen Sees nicht als constant angesehen zu werden braucht, wengleich hierbei andere Ursachen für eine derartige Inconstanz massgebend sein müssen; als beim Ocean und seinen Dependenzen; man kann sich darauf

¹⁾ Die Wasserscheide zwischen dem caspischen See und dem schwarzen Meer ist bekanntlich nicht hoch über dem Spiegel des letzteren gelegen. Es können aber im östlichen Mittelmeergebiete noch in jüngster Zeit so bedeutende Veränderungen stattgefunden haben, eine Annahme, die Neumayr vertritt, und der ich mich seit meiner letzten Reise nach Klein-Asien nicht völlig entziehen kann, dass wir nicht zu behaupten vermögen, das Becken des schwarzen Meeres seinerseits sei gegen die oceanischen Gebiete immer offen gewesen, oder sei im Falle eines Abschlusses nur durch eine niedrige Wasserscheide von demselben getrennt gewesen. Immerhin dürfte aber die Seehöhe des niedrigsten Punktes der Wasserscheide des caspischen Sees gegen das Eismeer die Maximalgrenze für den Betrag aller „positiven Bewegungen“ des Meeresspiegels seit der Miocänzeit abgeben können.

berufen, dass nach der Meinung einiger Forscher eine stetige Abnahme des Wassers im caspischen See wahrscheinlich ist, und ich bin sehr geneigt, dieser Meinung von einem Sinken des betreffenden Wasserspiegels beizupflichten, insofern also erleidet die Anwendbarkeit der vorher citirten Beispiele von Flüssen mit Terrassen für unsere Discussion eine Einschränkung. Ob aber die zum Theile sehr bedeutende Höhe, welche die Thalterrassen beispielsweise des Schahrud oder des Heras über der heutigen Thalsohle einnehmen, im Gleichgewichte steht zu dem Betrage, um welchen der Spiegel des caspischen Meeres seit seiner Abtrennung vom Ocean gesunken sein kann, insofern die Differenz des heutigen Wasserstandes des caspischen Sees gegen das schwarze Meer ja nur 80 Fuss beträgt, das überlasse ich vorläufig Anderen zur Entscheidung.

Aus dem Gesagten wird sich jedenfalls ergeben, dass eine Bezugnahme auf säculare Schwankungen des Meeresspiegels bei Erläuterung des Phänomens der Thalterrassen keine absolute Nothwendigkeit ist.

Wenn man nun auch die von Löwl bekämpften Ansichten von Heim und Bodmer vernachlässigt, denen zufolge an der Entstehung der verschiedenen Terrassen Hebungen der Gebirge und zwar ungleichmässige oder unterbrochen wirkende Hebungen der Gebirge während der Zeit der Flusserosion theilhaftig sind, so bleibt uns doch noch immer eine weitere Perspective übrig, unter welcher wir die Frage der Terrassenbildung betrachten können, da, wie es scheint, verschiedene Forscher darüber einig sind, dass die Terrassenbildung auf Unregelmässigkeiten, oder besser Ungleichmässigkeiten in der Energie der Erosion zurückzuführen sei, was der Eine durch zeitweise vermehrtes Gefälle an der Mündung der Flüsse, der Andere durch ungleichmässige Hebungen im Ursprungsgebiet der Flüsse erklärt (vergl. Bodmer, Terrassen- und Thalstufen der Schweiz p. 6), so ist zu untersuchen, ob dies die beiden einzigen Möglichkeiten sind, die zur Erläuterung des Falles in Betracht kommen können.

Ich komme immer wieder auf meinen alten Satz zurück: Zur Erosion gehört Wasser. Da fragt es sich nun, ob nicht eine gewisse Periodicität in klimatischen Verhältnissen, ob nicht eine Aufeinanderfolge von Zeiten reichlicherer und geringerer atmosphärischer Niederschläge bald eine Steigerung, bald eine Abschwächung der Erosionsthätigkeit eines Flusses bewirken kann, oder vielmehr darum fragt es sich gar nicht, das ist ja principiell selbstverständlich, es fragt sich, ob nicht die Annahme einer derartigen Aufeinanderfolge graduell wechselnder klimatischer Bedingungen für die Beleuchtung unserer Frage Bedeutung gewinnen kann. Es darf hier an die von mir bereits in meiner Arbeit über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1882 pag. 78 dieser Arbeit) citirten diesbezüglichen Beobachtungen von Richthofen in China und von Axel Blytt in Skandinavien erinnert werden. Was hier bezüglich quartärer Bildungen für China und Skandinavien dargethan wurde, was ich ferner für gewisse Verhältnisse der galizischen Tertiärbildungen wahrscheinlich zu machen suchte, das kann auch anderwärts Geltung erlangt haben.

Bevor derartige Vermuthungen nicht widerlegt oder als unmöglich hingestellt sind, darf aber eine ausschliessliche Bezugnahme auf die

Schwankungen des Meeresspiegels bei der Discussion des Terrassen-Problems als verfrüht gelten, selbst wenn man, wie gesagt, von „Hebungen“ des Bodens oder der Gebirge nichts wissen will. Eine unparteiische Behandlung jenes Problems wird aber wahrscheinlich allen drei Factoren, die hier erwähnt wurden, Rechnung zu tragen haben, obschon es schwer sein mag, dabei einen jeden derselben im Vergleich zu den anderen auf sein richtiges Mass zurückzuführen.

Warum will man nun aber schon heute so weit gehen und die allmäligen Hebungen der Gebirge oder ganzer Gebiete nicht mehr gelten lassen, ausser wenn sie mit Sicherheit auf einen nachweisbaren Faltenwurf zurückzuführen sind? Hier kommen wir auf die Frage, welche sich an die annähernde Horizontalität der Flussterrassen knüpft, gleichviel ob nun Terrassen im anstehenden Fels oder terrassirte Flussabsätze darunter verstanden werden.

Erinnern wir uns zuvor noch einmal der Worte Löwl's: „In allen genau untersuchten Gebieten erscheinen sämtliche Gehängterrassen von den höchsten, also ältesten bis herab zu den jüngsten gleichmässig geneigt und beweisen daher, dass diese Thäler erst nach der Aufrichtung des Gebirges ausgespült wurden“.

Erinnern wir uns ferner, dass Heim und Bodmer, ganz ähnlich wie ich selbst, die durch lange Zeiten fortgesetzte Hebung von Gebirgen zum Ausgangspunkt ihrer Betrachtung der Thalbildung gemacht haben, und sehen wir jetzt zu, wie Löwl die Meinungen von Heim und Bodmer bekämpft. Dazu sind wir genöthigt, auf die ältere Schrift Löwl's über den Terrassenbau der Alpenthäler zurückzugreifen. Er schreibt dort (l. c. pag. 137) Folgendes:

„Es ist nun nicht zu läugnen, dass Heim's Theorie sowohl unserer Kenntniss von den Wirkungen des fliessenden Wassers, als auch der früher nachgewiesenen Unabhängigkeit des Terrassenbaues von der Natur und Lagerung der Gesteine vollkommen gerecht wird. Sie muss aber demungeachtet auf sehr schwachen Füßen stehen, denn Heim sieht sich gezwungen, das periodische Wiedererwachen der Erosion auf Hebungen des Gebirges zurückzuführen. Ein Heim und ein Schüler Heim's gebrauchen das verpönte Wort „Hebung“! Welcher Kraft aber könnte diese Hebung der Alpen lange nach ihrer Faltung zugeschrieben werden? Vielleicht Hopkin's elastischen Dämpfen oder feurigflüssigen Gesteinsmassen? Sollen wir dem Terrassenbau des Reussthal's zu Liebe zu Hypothesen zurückkehren, die man für immer abgethan hielt?“

Man wird nicht überall zugestehen, dass diese Beweisführung ganz vorurtheilsfrei ist. Den Ansichten Heim's und Bodmer's kann, wie es scheint, nur entgegengehalten werden, dass ein Suess und ein Schüler von Suess statt des Wortes Hebung, die Worte säculare Schwankungen des Meeresspiegels gebrauchen. Sollen wir aber dem Terrassenbau der Alpenthäler zu Liebe zu Hypothesen greifen, die vorläufig wenigstens noch nicht bewiesen sind, oder welche doch, wie wir sahen, auf Verhältnisse sich beziehen, deren Zusammenhang mit der Bildung der Thalterrassen kein nothwendiger ist.

Als Naturforscher müssen wir nun einmal die Beobachtung der Speculation vorausgehen lassen. Wenn trotzdem, und weil der Menschen-

geist das Bestreben hat, die Lücken des Wissens durch Entwicklung von Ideen zu überbrücken, eine voraussblickende und der Beobachtung vorauseilende Speculation ihre volle Berechtigung hat, so dürfen doch die Ergebnisse einer solchen nicht mit unbedingter Sicherheit zu Beweisführungen verwendet werden. Auf der anderen Seite aber widerspräche es nicht minder dem Geiste der Naturforschung, wollten wir alle solche Thatsachen läugnen oder ignoriren, für die wir zur Zeit noch keine Erklärung wissen, oder welche in irgend ein herrschendes oder bevorzugtes System nicht hineinpassen.

Wie glücklich hat nicht beispielsweise Suess in seiner „Entstehung der Alpen“ den Nachweis geführt, dass (abgesehen von den Alpen selbst, über welche dann abweichende Meinungen laut geworden sind¹⁾) viele Gebirge einen einseitigen Bau aufweisen. Wenn nun für einige dieser Gebirge ein horizontal wirkender Druck oder Schub nach Norden zu als Entstehungsursache angenommen wurde und wenn dabei gleichzeitig von Einstürzen, von abgesunkenen Schollen und Senkungsfeldern im Süden derselben Gebirge als von Begleiterscheinungen jenes Druckes gesprochen wurde, so ist das physikalische Räthsel doch noch ungelöst, wieso der einseitige gebirgsbildende Druck gerade von der Seite ausgehen konnte, auf welcher, wie jene Senkungsfelder beweisen, eine ungeheure Nachgiebigkeit des Terrains geherrscht haben muss, während doch nach den weiteren Ausführungen von Suess denselben Gebirgen nordwärts ältere, feste und ziemlich unnachgiebige Schollen vorlagen, welche sich als Stauungshinderniss jenen Druckerscheinungen gegenüber bewährt haben sollen. So schwer es also auch ist, sich ohne besondere Zuthaten einen Druck vorzustellen, der gewissermassen von einem Loch ausgeht und dann auf eine feste unnachgiebige Scholle wirkt in der Art, dass die Massen zwischen dem Loch und der festen Scholle zu Gebirgen aufgethürmt werden, so unerklärt also auch zur Zeit noch der diesbezügliche Vorgang ist, so wird man doch den von Suess hervorgehobenen einseitigen Bau jener Gebirge desshalb noch nicht läugnen wollen.

Wir warten eben ab, bis sich für solche Dinge eine passende Erklärung findet, ohne desshalb bestehende Thatsachen als ungeschehen oder ungesehen aufzufassen.

Der Philosoph, er weiss es nicht zu fassen,
Da liegt der Fels', man muss ihn liegen lassen;
Zu Schanden haben wir uns schon gedacht.
Das treu gemeine Volk allein begreift
Und lässt sich im Begriff nicht stören.

(Goethe's Faust, zweiter Theil 4. Aufzug.)

So wird es nun auch in unserem Falle zunächst das Beste sein, die Berge stehen zu lassen, wo und wie sie sind, ohne gerade bei Erörterung des Problems der Querthäler, welches wir, Herr Löwl und ich, gemeinschaftlich als Oberflächenerscheinung betrachten, eine Discussion der abyssischen Factoren einzuleiten, durch deren Betheiligung die Gebirgsbildung principiell bedingt ist oder sein könnte. Wir haben

¹⁾ Vergleiche Bittner Judicarien (Jahrb. d. geol. R.-A. 1881, pag. 870).

also deshalb auch gar nicht nöthig „zu Hypothesen zurückzugreifen, die man für immer abgethan hielt.“

Wie erklären wir das Vorkommen mächtiger, ganz ebenflächig gelagerter Schichtenreihen in hohen Gebirgen? In der Gegend des Mont Perdu in den Pyrenäen, sagt Daubrée (*Experimentalgeologie* l. c. pag. 281) sind „die Kreide- und Nummuliten-Schichten in horizontaler Lage bis zu einer Höhe von ungefähr 3000 Meter gehoben“. Der Colorado Cañon (*Zeitschr. f. Erdkunde*, Berlin 1878, pag. 308) schneidet sich in horizontal gelagerte Bildungen 5000 Fuss tief ein, und nach Hartung (ebendort pag. 274) sind die Bodenbewegungen auf der Insel Madeira, wo miocäne Absätze bis zur Höhe von 1350 Fuss gehen, ganz ohne Spuren von Faltung oder Verwerfung verlaufen. Die Annahme, dass einst das Meer, welches alle diese Schichten absetzte, der heutigen Lage derselben entsprechend höher stand, wäre doch etwas kühn. Es wäre dies ein Zurückgreifen auf den Standpunkt Herodot's. Glauben wir aber, wie ich das selbst schon einmal hervorgehoben habe (Umgebung von Lemberg, *Jahrb. d. geol. R.-A.* 1882, pag. 99), dass wir es in solchen Fällen mit den Bruchstücken möglicherweise einer Faltung von grosser Amplitude zu thun haben, dann ist das schliesslich nur ein anderer Ausdruck für die Bezeichnung gewisser Erscheinungen, die man sonst unter dem Begriff der secularen Hebungen des Bodens zusammengefasst hatte. Es wird indessen noch vieler Untersuchungen bedürfen, ehe man feststellen kann, dass man in allen derartigen Fällen thatsächlich nur gewöhnliche Faltenerscheinungen grösseren Styls vor sich sieht.

Löwl scheint aber sogar die Falten von grosser Amplitude in unseren Hochgebirgen nicht gerne zu sehen.

Geben wir ihm deshalb wieder das Wort. Er sagt weiter: „Der Verfasser des Mechanismus der Gebirgsbildung kann unter einer allgemeinen Hebung der Alpen nichts Anderes verstehen, als eine mittelbar durch die Schrumpfung des Erdkerns und unmittelbar durch die Runzelung der Erdrinde hervorgerufene Falte von ungeheurer Amplitude. Doch eine solche Falte kann vielleicht in einer Region, welche vorher nicht dislocirt war, aufgetrieben werden, nie aber in einem Gebirge, welches so complicirte Faltungen, Brüche und Ueberschiebungen aufzuweisen hat, wie unsere Alpen.“ Jede daselbst in der Lithosphäre vorhandene Spannung müsse sich sofort an unzähligen Angriffspunkten zersplittern. „Sie ist nicht mehr im Stande, eine einzige Falte von grosser Amplitude zu erzeugen, sondern wird unmittelbar in eine ganze Reihe untergeordneter, im Gebirgsbaue verzeichneter tektonischer Erscheinungen umgesetzt. Hier ist ein Bruch zu vergrössern, dort gilt es ein aufrechtstehendes Gestein zu überstürzen oder eine zusammengedrückte Falte zum Bersten zu bringen und den einen Flügel über den andern hinwegzuschieben. Solche Vorgänge, ohne welche man sich die „Hebung“ eines Faltengebirges gar nicht denken kann, müssten begreiflicherweise in den Resten der alten Thalböden zum Ausdruck kommen, die Lateralterrassen müssten in ihrem Verlaufe auffallende Unregelmässigkeiten und Niveauschwankungen erkennen lassen. Davon ist jedoch nichts wahrzunehmen. Die alten Thalböden behalten vielmehr auf weite Entfernungen hin dasselbe Niveau bei und beweisen daher genau so wie

horizontal gelagerte Transgressionen über dislocirten Schichten, dass sie erst nach dem Abschlusse der Gebirgsbildung entstanden. Hiemit ist Heim's Theorie widerlegt.“

So einfach und schnell geht aber, glaube ich, die Sache auch hier nicht. Wenn freilich die „horizontal gelagerten Transgressionen über dislocirten Schichten“ beweisen würden, dass diese letzteren seitdem Beginn jener Transgressionen in beständiger Ruhe verharrten, dann liesse sich auf den vorgeführten Gedankengang eingehen. Ein solcher Nachweis wäre aber zuerst zu führen. Wir dürfen hier wohl wieder zurückgreifen auf die vorangegangenen Erörterungen der diesbezüglichen Verhältnisse der Appalachen sowohl wie des serbisch-banater Gebirges. In dem einen Falle sahen wir, wie die aufgerichteten Schichten des huronischen Systems von paläozoischen Schichten transgredirend überlagert wurden, in dem anderen, wie die Falten der jurassischen und neocomen Schichten schon aufgerichtet waren, als die Ablagerung der meist flach gestellten, plateaubildenden Schichten der oberen Kreide begann. In beiden Fällen aber waren die Gebirge in der Gestalt, wie wir sie heute vor uns sehen, beim Abschlusse der betreffenden Transgressionen noch nicht fertig. Anders verhält es sich wohl auch nicht bei gewissen neuerdings von Freiherrn v. Richthofen geschilderten Gebirgen des nördlichen China, in welchem ja beispielsweise die Transgression der mächtigen sinischen Schichtengruppe über den aufgerichteten älteren Bildungen eine so wichtige Rolle spielt. Solche Beispiele lassen sich aber sicherlich zu Dutzenden beibringen.

In der Umgebung des serbisch-banater Gebirges haben wir sogar den Fall kennen gelernt, dass die tertiären Schichten fast immer viel steilere Schichtenstellung aufweisen als die flach gelagerten Plateaus der oberen Kreidekalke, was naturgemäss auf die Vermuthung führt, dass die breite Hauptmasse des Gebirges, innerhalb deren verschiedene ältere Falten ausgeprägt sind, sich mehr als Ganzes gehoben hat, während derselben Zeit, in der beispielsweise die Paludinenschichten jener Gegenden zum Theile senkrecht aufgerichtet wurden.

Eine derartige Vermuthung trifft vollkommen mit der Anschauungsweise Heim's bezüglich der Alpen zusammen. Derselbe schrieb (Mechanismus der Gebirgsbildung, 2. Theil p. 232): „Bei der Stauung der äussersten, also zunächst der Molassefalten, können sich die inneren Zonen der Alpen als Ganzes wohl noch gehoben haben, aber ihre einzelnen Falten sind untereinander im Wesentlichen starr geblieben. Die inneren Falten sind nicht nur in ihrem Anfang älter als die äussern, sondern sie waren längst fertig und unveränderlich geworden, als in den äusseren sich die Stauung noch fortsetzte. Eine spätere genaue Untersuchung, wie weit die alten Terrassen der inneren Thäler sich nach aussen verfolgen lassen, wird vielleicht bestimmte Beziehungen zwischen je einem Terrassenniveau und der Stauung einer der äussern Ketten lehren.“

Löwl hat bei seinen Ausführungen vollkommen übersehen, dass sich ältere Dislocationen späteren Störungen gegenüber passiv verhalten können, dass also die Art, wie jüngere Störungen auftreten, durchaus nicht immer durch die Dispositionen schon vorhandener Dislocationen vorgezeichnet sind, wie er das auseinandergesetzt hat. Das ist keine Hypothese, das ist bereits etwas positiv Erkanntes.

Diejenige Kategorie von Fällen, bei denen das am Klarsten sich darstellt und auch am Längsten erkannt ist, sind die Verhältnisse bei Brüchen und Spalten. Die Gänge als Ausfüllungsmassen von Spalten bieten hier prächtige und zahlreiche, zum Theile in jedem Lehrbuch abgehandelte Beispiele. Jeder ältere Gang verhält sich einem jüngeren in anderer Richtung den ersteren durchsetzenden Gang gegenüber vollkommen passiv. Sobald sich also die Spalte für den jüngeren Gang bildete, galt es nicht blos „einen Bruch zu vergrössern“, sondern einen neuen, unabhängig von dem älteren, zu schaffen. Dieser Satz gehört zu den ältesten Errungenschaften der Geologie und wird beinahe durch jeden Bergbau illustriert.

Das Gleiche gilt für Faltungen und Hebungen. Insofern Faltungen freilich ihren Ausdruck in bestimmten Streichungslinien und Schichtenneigungen finden, wird es, sofern eine Gebirgsmasse nach der ersten Faltung von Faltungen anderer Richtung ergriffen wird, nicht immer leicht sein, aus den später beobachtbaren Erscheinungen des Streichens und Fallens den Antheil zu reconstruiren, der einer jeden der beiden Druckbewegungen auf jene Gebirgsmasse zukommt. In solchen Fällen mögen sich manchmal als sichtbare Resultanten zweier verschiedenartiger Kraftäusserungen jene eigenthümlichen Drehungserscheinungen einstellen, wie sie vor Kurzem Lossen aus dem Harz geschildert hat (Ueber den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz, Berlin 1882, aus d. Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. für 1881), denn von der Aufrichtung dieses Gebirges konnte nachgewiesen werden, dass sie unter dem Einflusse zweier in Richtung und Alter verschiedener Schubrichtungen steht, mag es auch für den über die Detailverhältnisse des Harzes weniger orientirten Leser nicht immer leicht sein, den stets die volle Orientirung voraussetzenden Ausführungen Lossen's zu folgen.

Abgesehen aber vom Harz sind ja gerade in der neueren geologischen Literatur wieder nicht so selten Beispiele von Interferenzerscheinungen verschiedener Hebungs- oder Störungssysteme besprochen worden. Ich selbst konnte in meinen Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges (Jahrb. d. geol. R.-A. 1877, p. 394 u. 421) auf Aehnliches zu sprechen kommen und habe auch bei dieser Gelegenheit auf hierher gehörige Beispiele aus der älteren Literatur verwiesen. Ich erinnere ferner an die Ausführungen von M. Neumayr über diesbezügliche Verhältnisse in Griechenland (Denksch. Akad. d. Wiss. math. naturw. Kl. Wien 1880, 40 Bd., pag. 388—394) und an die Darstellung Richthofen's (China 2. Bd. pag. 635) über das Anschaaeren des sinischen Falten-systems an dasjenige des Kwenlun. Neumayr (l. c. 394) spricht ausdrücklich von einem vielfachen „Eingreifen verschieden orientirter und ungleich alter Bewegungen in einander“.

Nun bitte ich, diese Beweisführung nicht etwa in ähnlicher Weise misszuverstehen, wie das bezüglich der früher erwähnten Erosionsverhältnisse des Simeto geschehen ist. Ebensowenig wie dort der Lava-strom des Aetna als eine dem Fluss sich vorlegende Falte oder doch als einer solchen Faltung gleichbedeutende Erscheinung aufgefasst wurde, wie mir das Löwl untergeschoben hat, eben so fern liegt es mir, hier aus den angeführten Beispielen einen directen Schluss auf das Vorkommen

von Interferenzerscheinungen verschiedener Störungen in den Alpen zu machen, aus denen Heim und zum Theile auch Löwl ihre Beispiele für diese Frage genommen haben. Was ich zunächst darlegen wollte, ist nur, dass es principiell vollkommen feststeht, dass die späteren Störungstendenzen in einer Gebirgsmasse oft ganz unabhängig von früheren Dislocationen sich Geltung verschaffen können, in dem Sinne, dass dieselben nicht nöthig haben, sich „unmittelbar in eine ganze Reihe untergeordneter im Gebirgsbau vorgezeichneter tektonischer Erscheinungen umzusetzen,“ wie Löwl behauptet hat, dass also auch Heim's Ansichten über die Möglichkeit einer Hebung der inneren Theile der Alpen „als Ganzes“, wenigstens durch die von Löwl entwickelten Gründe, durchaus nicht widerlegt sind.

Könnten sich aber grosse Partien unserer Gebirge als Ganzes heben, gleichviel ob wir die Ursachen einer derartigen Bewegung heute schon zergliedern können oder nicht, dann yerliert die annähernde Horizontalität der mitgehobenen Flussterrassen ihre Beweiskraft für Löwl's Ausführungen gegen die von mir sowohl wie von Heim vertretene Anschauung von einem Ausfurchen der Querthäler während des fortgesetzten Aufsteigens der Gebirge.

Auch die viel berufenen alten Strandlinien und Strandterrassen der norwegischen Küste werden bei der Discussion der vorliegenden Frage in Betracht kommen dürfen. H. v. Dechen hat in seiner bekannten Kritik der vorläufigen Mittheilungen von Suess über die säcularen Schwankungen des Meeresspiegels sich speciell auf die skandinavischen Terrassen bezogen, um die Vorstellung von der Veränderlichkeit des Meeresspiegels anzuzweifeln, welche schon vor alter Zeit Celsius und Linné vertreten hatten und die Suess jetzt wieder aufnahm. Dechen hatte den Ansichten von Suess so bemerkenswerthe und naheliegende Einwände entgegengehalten, dass man wohl annehmen durfte, dieselben seien Suess vor der Verlautbarung seiner Ansichten keineswegs entgangen. Wenn wir nun auch deshalb von der Möglichkeit überzeugt sein dürfen, dass es Suess gelingen wird, jene Strandlinien mit seiner Theorie in passende Verbindung zu bringen, und wenn wir auch, nach wie vor, dem Erscheinen des von Suess angekündigten Buches schon der voraussichtlich meisterhaft beherrschten Literatur wegen mit besonderer Freude entgegensehen, so werden wir doch durch die Verhältnisse jener Strandlinien, welche, wie z. B. Lehmann ausführlich gezeigt hat, echte Küstenlinien sind, mit Nothwendigkeit zu der Annahme geführt, dass die Küstenlandschaften Norwegens sich gehoben haben, und zwar selbstständig und unabhängig von Bewegungen des Meeresspiegels, welche ja nebenher ebenfalls stattgehabt haben können, in einer Weise, über die wir Näheres noch zu erfahren hoffen.

Mir ist im Augenblicke die Literatur¹⁾ über die Einzelheiten jener Strandlinien zu wenig geläufig, um die betreffenden Details mit der nöthigen Kritik verwenden zu können, ich vermag deshalb nicht zu entscheiden, ob die zum Theile bedeutenden Höhendifferenzen der ein-

¹⁾ Ausführliches darüber findet man in den verdienstvollen Schriften R. Lehmann's (Programm d. Realschule im Waisenhaus zu Halle, Halle 1879 und neue Beiträge zur Kenntniss ehemaliger Strandlinien in anstehendem Gestein in Norwegen in der Zeitschr. für d. ges. Naturw. Berlin 1881, pag. 463.)

zelen Strandlinien ausschliesslich auf der grösseren Zahl solcher Linien beruhen oder ob local in verschiedenen Höhen auftretende Strandlinien verschiedener Punkte im Zusammenhange stehen in einer Weise, dass die Zahl der Strandlinien durch jeweilige Combination verschieden hoch gelegener Linien zu einer fortlaufenden gebrochenen, gewölbten oder auch beispielsweise von Nord nach Süd ¹⁾ geneigten Linie sich vereinfachen liesse. Wie Dechen betonte, hat allerdings bereits Naumann in seinem Lehrbuch der Geognosie auf die sehr verschiedenen Höhen, zu welchen oft ein und dieselbe Strandlinie ansteigt, hingewiesen, um der Annahme, die sichtbaren Strandlinien rührten von einem Sinken des Meeresspiegels her, entgegenzutreten, allein für alle diese einzelnen Verhältnisse wollen und müssen wir die von Suess zu gebende Kritik jener Erscheinungen abwarten. Es ist ein allgemeinerer Grund, der uns zu der Annahme einer Hebung der norwegischen Küstenstriche seit der Diluvialzeit führt, und zwar einer Hebung in demselben altväterischen Sinne, in welchem sich Heim die Hebung gewisser Theile der Alpen „als Ganzes“ gedacht hat.

In meiner Arbeit über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg habe ich im Anschlusse an die Besprechung des nordischen Erraticums dieser Gegend und an die Discussion der bezüglich der Entstehung des nordischen Erraticums siegreich sich ausbreitenden Gletschertheorie jenes allgemeinen Grundes bereits (pag. 102 der Arbeit) gedacht. Die Differenz zwischen dem Meeresspiegel und der Höhe der norddeutschen Ebene kann nämlich seit dem Ende der Glacialzeit nur um einen unwesentlichen Betrag modificirt worden sein. Andererseits wird allgemein angenommen, das gewisse Theile Norwegens seit derselben Zeit um den Betrag von einigen hundert Fuss über den Meeresspiegel emporgestiegen sind. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss und selbst beim aufrichtigen Zugeständniss einer nur irgendwie zulässig grossen Verschiebbarkeit des Meeresspiegels, derzufolge das Meer im Norden zeitweilig einen höheren Wasserstand gehabt haben könnte als weiter südwärts, kann der Ausgleich der Schwierigkeit, welche in der von mir versuchten Gegenüberstellung liegt, nur auf Grund der Annahme einer thatsächlichen Hebung Norwegens gedacht werden.

In Schottland kennt man ähnliche Erscheinungen wie in Norwegen. Nach Helland (Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1879, pag. 755) und anderen Beobachtern weisen aber die Orkney's-Shetlands- und Faröer-Inseln keine alten marinen Terrassen an ihren Küsten auf. Es müssten also zur Zeit der norwegischen Terrassenbildung die die Nordsee umgebenden Festlandsmassen in beträchtlich ungleicher Weise unter den Meeresspiegel untergetaucht gewesen sein. Aber, selbst wenn wir mit Penck (Schwankungen des Meeresspiegels, München 1882) diese Ungleichheit theilweise auf die verschieden grosse Massenattraction jener Festlandsmassen und ihrer eventuellen Eisbedeckungen schieben wollten (ein wichtiger Factor, den Suess in seinen vorläufigen Bemerkungen ganz unberücksichtigt gelassen hatte), so ist es doch kaum

¹⁾ Solche von Nord nach Süd langsam oder schwach geneigte Linien würden den Erfordernissen von Suess' Hypothese entsprechen, was ich hier nicht näher ausführen kann und daher bei Suess nachzulesen bitte.

wahrscheinlich, dass dieser Umstand für relativ so kurze Distanzen zu solchen Höhendifferenzen des Wasserspiegels hätte führen können. Ja selbst wenn wir die Massenanziehung der skandinavischen Halbinsel nebst der glacialen Bedeckung für ausreichend halten würden, um eine so bedeutende Schiefe des Meeresspiegels zwischen der norwegischen Küste und den an Masse um so viel kleineren Färöern hervorzurufen, so bliebe noch immer die Differenz zwischen dem höheren Wasserstande in Norwegen und dem tieferen an den norddeutschen Küsten zu erklären, denn für diese letzteren würde doch wieder die Massenanziehung des mitteleuropäischen Continents zur Geltung gelangt sein. Das Alles spricht vorläufig für thatsächliche Aufwärtsbewegungen des festen Landes an der Westküste Skandinaviens, unbeschadet gewisser Aenderungen des Meeresspiegels, die immerhin vorgekommen sein mögen.

Hat sich aber das norwegische Gebirgsland gehoben und sind trotzdem die alten Strandlinien und Terrassen, wenn auch wahrscheinlich nicht längs der Gesamtausdehnung der ganzen Küste, so doch local, soweit und weiter als der Gesichtskreis eines Beschauers reicht, horizontal geblieben, dann ist auch hier der Beweis geliefert, dass die fortdauernde Emporhebung eines Gebirges nicht nothwendig im Sinne Löwl's eine Veränderung oder Zerstückelung von Terrassen entsprechend den im Gebirgsbau bereits vorgezeichneten Dislocationen zu bewirken braucht.

Wenn also Jemand in Anwendung meiner Querthal-Theorie davon sprechen will, dass ein Fluss nicht selten im Stande war, den Dislocationsthätigkeiten zum Trotze sein Bett zu vertiefen, welche sich in den zu durchsägenden Terrains bemerkbar machten, so hat er selbstverständlich dies nur auf diejenigen Dislocationsthätigkeiten zu beziehen, welche während der Zeit des Bestehens des Flusses in Wirksamkeit getreten sind und nicht auf solche präexistirende Störungen, die sich den späteren Dislocationen gegenüber passiv verhalten.

Andererseits aber ist die Frage, ob nicht stellenweise durch Gebirgsstörungen, welche mehr innerhalb kleinerer Räume wirkten, eine Dislocation auch der Flussterrassen innerhalb eines Thalsystems thatsächlich stattgefunden hat, noch viel zu wenig studirt worden, um sie für alle Fälle zu verneinen. Herr Löwl läugnet davon zwar nicht die theoretische Möglichkeit, weil er sich im Gegentheile auf diese Möglichkeit irrthümlich wie auf eine Nothwendigkeit für die angeblichen Erfordernisse meiner Theorie stützt, wohl aber meint er, dass dergleichen thatsächlich nicht vorkomme, oder weil nicht bekannt, auch nicht vorkommen könne. Die Sache ist aber vielleicht nur die, dass alte Flussmarken, der Einschnitte der Flüsse in anstehendes Gestein oder Schotterabsätze der Flüsse dort, wo sie eben nicht terrassirt vorkommen, sehr leicht der Beobachtung entgehen, und dass ihre Deutung, wo sie etwa beobachtet wurden, oft grossen Schwierigkeiten unterliegt, so dass die etwaigen Beziehungen derselben zu bestimmten Flüssen einerseits und zu bestimmten Gebirgsstörungen andererseits nicht im Handumdrehen zu ermitteln sind. Die annähernd horizontalen Flussterrassen im gehobenen und dislocirten Gebirge stellen also nur eine bestimmte Kategorie von den Erscheinungen vor, welche sich aus der Wechselwirkung der Gebirgsbildung und der Thätigkeit der Flüsse ergeben, und zwar die am leichtesten kenntliche Kategorie; wir müssen aber wohl abwarten,

ob uns ein weiteres Studium nicht auch mit solchen Erscheinungen bekannt machen wird, wie sie Löwl für die Bestätigung meiner Theorie, wenn auch, wie wir sehen, mit Unrecht, als erforderlich aufzufassen scheint.

In den neuen Studien in der Sandsteinzone der Karpathen (Jahrb. d. geol. Reichs-Anstalt 1879, pag. 240), habe ich eigenthümliche Denudationserscheinungen an den pittoresken Felsen von Bubniszcze südlich von Bolechow in Ost-Galizien beschrieben, welche sich in zweimaliger Wiederholung übereinander befanden. Diese Denudationswirkungen sahen entschieden so aus, „als ob sie von einem Flusse herrührten, und doch befinden sich die betreffenden Felsen auf der Höhe eines Gebirgsrückens zwischen dem Bache Mlynowka bei Bubniszcze einerseits und den Bächen Kamina und Tyszownica andererseits“. Da die Erscheinung isolirt schien und sich demnach vorläufig eine etwaige Continuität mit analogen Erscheinungen an anderen Bergen der Gegend nicht nachweisen liess, musste ich darauf verzichten, eine Erklärung dafür zu finden. Die beschränkte Zeit, welche uns bei den geologischen Aufnahmen in der Regel zur Verfügung steht, gestattet selten derartige Gegenstände weiter zu verfolgen. Wie viele ähnliche Fälle mögen namentlich von solchen Geologen, die bei ihren Untersuchungen, was auch nur gebilligt werden kann, das Hauptaugenmerk auf Gesteine und etwaige Versteinerungen richten, übersehen, oder, wenn gesehen, doch nicht weiter beachtet und am allerwenigsten beschrieben worden sein.

Wenn nun auch die Richtung der Denudationsmarken hier keineswegs mit der Richtung des Schichtenfallens übereinstimmt, was auch selbst im Sinne von Löwl's Erwägungen kein Erforderniss wäre, so bleibt hier doch die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass wir es bei Bubniszcze mit einem Fragment einer alten Flussmarke zu thun haben, welche durch die fortgesetzte Aufthürmung des Gebirges zerrissen und dadurch in ihrem Zusammenhange unkenntlich gemacht wurde.

Insoferne gewisse Schottermassen bei Kemard auf der Südflanke des persischen Alburs zum Dschedscherud gehören, wie ich das in dem Aufsatz über jüngere Bildungen in Nord-Persien (Jahrbuch d. geol. R.-A. 1881, pag. 68 u. s. w.) auseinanderzusetzen versuchte, insoferne lässt sich auch sagen, dass in diesem Theile des Dschedscherudgebietes ein mächtig entwickelter alter Flussshotter vorkommt, welcher wenigstens keine terrassirte Oberfläche mehr besitzt. Eine andere Stelle aus derselben Abhandlung kann ich mir nicht versagen, wörtlich anzuführen: „Abwärts östlich von Aminabad, gegen den Kasan zu, bemerkt man nach einiger Zeit Kalkconglomerate, welche zum Theile deutlich horizontal geschichtet sind. Die grosse Höhe, in der hier die Conglomerate vorkommen, fiel mir ganz besonders auf, und doch fand ich mich nicht veranlasst, dieselben als dem älteren Schichtencomplexe angehörig zu betrachten, aus welchem das Gebirge hier zusammengesetzt ist. Die Conglomerate erscheinen durchaus als ein oberflächlich dem sonst vielfach gestörten Gebirge auf- und angelagertes jüngerer Formationsglied. Ich möchte für diese durch den Ort ihres Auftretens mir ziemlich unverständlich gebliebene Bildung die ganz besondere Aufmerksamkeit eines meiner Nachfolger erbitten. Sollte einer der

heutigen Flüsse, etwa der Kasan, einst bis zu dieser Höhe die Abhänge des Takht-Ali bespült haben, so wäre man in grosser Verlegenheit für das jenseitige Ufer desselben. Keines der zunächst schrägüber befindlichen Berggehänge erreicht auch nur entfernt die Höhe des Vorkommens dieser Ablagerungen.“ Das wäre wieder so ein Fall, wo es denkbar wäre, dass ein Stück von einer ehemaligen Flussterrasse von der gebirgsbildenden Bewegung erfasst und mit nach aufwärts geschleppt wurde. Endlich darf auch an unsern alpinen Hochgebirgsschotter erinnert werden, den Peters (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1855, pag. 553) ober dem Drauthal bis zu 5000 Fuss Höhe beobachtete.

Es soll mit diesen wenigen Beispielen kein allgemeiner directer Beweis für die Anschauung erbracht werden, dass es Flussterrassen oder Flussmarken gibt, welche durch die fortschreitende Gebirgsbildung aus ihrer regelmässigen Lage und nach ihrer Biegung oder Zerstückung in ungleich hohe Niveaus gebracht worden sind, aber zum Nachdenken über dieses Thema regen die Beispiele doch an. Sobald wir aber sagen müssen, ein Thema sei noch discussionsfähig, dann ist es auch verfrüht, aus der Spärlichkeit oder Unzulänglichkeit der diesbezüglichen Beobachtungen den Schluss abzuleiten, die durch Beobachtung erst festzustellenden Thatsachen seien nicht oder nirgends vorhanden und dann ist es des Weiteren unberechtigt, einen derartigen Schluss als Stütze für weitere Folgerungen zu verwerthen.

Ich überlasse es nunmehr einer unparteiischen Prüfung, zu entscheiden, ob es Herrn Löwl, wie er (l. c. pag. 409) versichert, auf verschiedenen Wegen gelungen sei, meine Erosionstheorie zu widerlegen. Es konnte jedenfalls gezeigt werden, dass seine Beweisführung zum Theile auf missverstandenen geologischen Grundbegriffen, zum Theile auf Vorstellungen fusst, welche ihrerseits noch nicht erwiesen sind oder doch in der Tragweite, die ihnen der Autor gibt, keine Anwendung finden können.

Welchen Ausgang aber auch der Streit über die Entstehung der Querthäler nehmen mag, so werden doch wenigstens alle diejenigen, welche den Vorgang der Gebirgsbildung heute noch nicht für abgeschlossen halten, die Anschauung zulassen müssen, dass die jetzt bestehenden Querthäler, gleichviel wie sie bisher zu ihrer Anlage und Ausdehnung gelangt sind, sich nur unter weiterem Kampfe mit diesem Process werden erhalten können. Traut man aber den betreffenden Flüssen diese Fähigkeit in vielen Fällen zu, dann liegt wohl auch kein Grund vor, ihnen unter sonst gleichen Verhältnissen dieselbe Fähigkeit in der Vergangenheit abzusprechen.

Jetzt nach geschehener Abwehr dürfen wir aber wohl noch einige Blicke auf Löwl's eigene Theorie werfen, die wir vorher nur der Uebersichtlichkeit der Discussion wegen erwähnt hatten. Wir vergegenwärtigen uns also nochmals, dass diese Theorie erstlich ebenfalls eine Erosionstheorie ist, dass ferner bei derselben die Gebirge vor jeder Erosionsthätigkeit als fertig gebildet angenommen werden, so dass also die sichtbare Modellirung der Oberfläche nur durch die nachträgliche Erosion bewirkt wurde und noch wird, und wir

vergegenwärtigen uns ferner, dass diese Erosion als eine rückschreitende gedacht wird, durch welche die betreffenden Thäler nach hinten gegen ihren Ursprung zu, das ist gebirgswärts und sogar über ihre Quellen hinaus verlängert werden, bis endlich der Gebirgskamm, von dem die betreffenden Flüsse ausgehen, gänzlich durchnagt ist. Befinden wir uns nun in einem aus mehreren Parallelkämmen zusammengesetzten und demzufolge zwischen diesen Kämmen von Längsthalstrecken durchzogenen Gebirge, dann wird nach Löwl der rückschreitende Durchstich einer anfänglich nur auf der Aussenseite eines Gebirgskammes angelegten Erosionsfurche sich bis zu dem Niveau des nächsten der inneren Längsthäler verlängern und vertiefen und auf diese Weise die etwa dort bereits bestehende Wassercirculation anzapfen, und das Querthal ist fertig. Dem angezapften Längsthal gegenüber ist diese Entwässerung eine laterale, und deshalb kann man die Theorie als diejenige der lateralen, retrograden, nachträglichen Erosion bezeichnen.

Wenn ich diese Theorie discutire, so geschieht dies vornehmlich, um die Schwierigkeiten zu betonen, die sich ihrer unmittelbaren und namentlich ihrer ausschliesslichen Einführung in die Wissenschaft noch entgegenstellen und welche ja vielleicht einmal bis zu einem gewissen Grade, wenn auch nur theilweise, werden gelöst werden können. Es fällt mir nicht ein, sie gänzlich abthun zu wollen. Theorien, wenn sie einmal zur Welt gebracht sind, haben ein zähes Leben. In der Form jedoch, in welcher die hier zu besprechende Hypothese vorgetragen wurde, in der weitgehenden Anwendung, die der Verfasser ihr gibt, halte ich sie für unannehmbar. Im Sinne dieser nicht ausschliesslich negirenden, sondern einschränkenden Bemerkung bitte ich, die folgenden Einwände zu prüfen. Ob dann die Entscheidung diese oder jene sei, eine derartige Prüfung wird immer zur Vertiefung der Frage führen.

Löwl stützt sich für seine Theorie auf verschiedene Beispiele aus den Alpen und auf gewisse Ausführungen anderer Autoren, welche die hier zur Entfaltung gebrachte Theorie bereits im Keime enthalten sollen. Eine Ausnahme davon, die aber, wie betont wird, nicht häufig vorkommt, bilden angeblich nur die Fälle, in denen eine seeartige Aufstauung zum Ueberfliessen kommt. In diesem Falle wirkt dann die Erosion von oben nach unten.

Ohne nun den Gedanken der von Löwl citirten Autoren irgend zu nahe treten zu wollen, darf man aber zunächst constatiren, dass diese Autoren selbst ihren Ausführungen nicht dieselbe Tragweite gegeben haben, wie Löwl. Ich bediene mich hier der eigenen Worte des letzteren, die er in seiner Arbeit über den Terrassenbau der Alpen-thäler gelegentlich der Besprechung von Supan's Ansichten ausspricht (l. c. pag. 134): „Die These, wenn eine Kraft im Stande ist, etwas auszubilden, ist sie auch im Stande es hervorzurufen, erscheint mir aber denn doch a priori schon sehr verfänglich.“

Es wird deshalb nicht unnütz sein, mit einigen Worten auf das Wesen der Erosion im Allgemeinen einzugehen.

Wenn wir von Auswaschung sprechen, müssen wir, um eine Vorstellung von deren Wirkungen zu gewinnen, doch vor Allem ausgehen von der Anschauung der einfachsten Beispiele dieser Art, also etwa von Regenschluchten oder noch einfacher, von den gewöhnlichen Furchen,

die bei jedem Platzregen auf etwas geneigterem Boden entstehen. Hier wird jedenfalls von oben nach unten ausgewaschen, entsprechend der Tendenz des Wassers, eben von oben nach unten zu laufen. Das ist also das Princip der Auswaschung, und diesem Princip wird meine Theorie gerecht, während es von Löwl vernachlässigt wird. Wenn dann durch Abbröckelung oder Beseitigung von Hindernissen im unteren Theile einer Erosionsrinne das Gefälle des Wassers vermehrt und dadurch die Erosion gesteigert und eventuell in ihren sichtbaren Wirkungen scheinbar nach rückwärts verlängert wird, so ist das ein begleitender Umstand, aber nicht die erste Ursache der Erosion, deren Thätigkeit ja vielmehr beim Eintreten des begleitenden Umstandes schon als wirksam vorausgesetzt wird.

Mit anderen Worten, Löwl braucht überall schon einen Fluss, ehe er die retrograde Erosion wirken lassen kann. Denken wir uns auch im Sinne seiner Ausführungen beispielsweise durch das Sinken des Meeresspiegels die Erosion von der Mündung des Flusses her in ihren Wirkungen nach rückwärts verlängert, so wird das ohne die Präexistenz des Flusses doch nicht wohl möglich sein. Da nun dieser Fluss bereits sein Thal gehabt haben muss, so wird man nicht sagen dürfen, das Thal verdanke erst der rückläufigen Erosion seinen Ursprung. Während demnach meine Querthal-Theorie gerade an den Beginn des Vorganges der Thalbildung anknüpfte, so darf man sagen, Löwl habe nur an deren weitere Ausbildung gedacht. Die Erklärung eines jeden Phänomens muss aber dem Anfang oder den ersten Ursachen desselben Rechnung tragen.¹⁾

Was machen wir mit den Quellen? Dieselben streben ja doch von ihrem Austritt an einen Weg zu gewinnen. Oder sind die Quellen erst eine Folgeerscheinung der rückschreitenden Thalbildung? Das wäre freilich theilweise insofern nicht ganz undenkbar, als gewisse früher unterirdische Wasseradern durch die fortschreitende Vertiefung eines Thales blogelegt und dadurch zum oberflächlichen Austritt gebracht werden können. Aber selbst dies zugestanden, so entsteht doch ein Fluss schwerlich an seiner Mündung. Thut er dies nicht, dann ist er eben irgendwo weiter oben entstanden und hat sich von dort bis zu seiner Mündung herab sein Thal gebildet. Die erste Anlage eines Thales ist also nie auf rückläufige Erosion zurückzuführen, und die Frage liegt nahe, ob die Kräfte, welche diese erste Anlage bestimmten, nicht auch später noch fortwirken konnten.

Wenn die Ausfurchung eines Thales durch fließendes Wasser, eventuell einschliesslich der dem fließenden Wasser incorporirten fremden Massen vor sich gegangen ist, dann liegt es nahe, auch das Beispiel von Riesentöpfen und Strudellöchern uns vor Augen zu halten, welche gleichfalls durch bewegtes Wasser (eventuell einschliesslich transportirten Materiales) zu Stande gekommen sind. Die unteren Theile solcher Löcher sind nicht die zuerst ausgehöhlten. Was hier

¹⁾ Um ein anderes Beispiel zu erwähnen, so habe ich diese Forderung schon bezüglich des Phänomens der Steilränder schwach geneigter Plateau's auseinander zu setzen gesucht. (Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg 1882, Seite 96 der Arbeit.)

das mehr oder weniger frei fallende Wasser durch Auswaschung von oben nach unten zu Stande brachte, eine Vertiefung nämlich, das brachte das im freien Fall nur durch eine geneigte Unterlage gehinderte Wasser eines Flusses ebenfalls und principiell in derselben Weise zu Stande, eine Vertiefung, ausgehöhlt von oben nach unten. Dass dann ein Auswaschungsthal unter sonst gleichen Verhältnissen seiner Gehänge und Uferwände in der Regel nach unten zu breiter oder sonstwie grösser wird, beruht eben zum Theile darauf, dass so ein Thal in der Regel nicht von oben bis unten als isolirt betrachtet werden kann, sondern allerhand seitliche Zufüsse erhält. Es ist also nicht eine so individualisirte Erscheinung, wie ein Strudeloch oder ein Riesentopf, und darin hinkt der gemachte Vergleich, der sich eben nur auf das Wesen der Erosion bezog, wie ich, um Missverständnissen vorzubeugen, gleich hier betone.

Die Erosion beruht auf der Schwere des Wassers und der durch dasselbe transportirten Massen. Beim sogenannten freien Fall tritt bekanntlich der Factor der Schwere in Bezug auf die durch denselben hervorgerufene Bewegung am Ungehindersten in Wirksamkeit. Die Bewegung eines Körpers über eine geneigte Fläche, wie sie jedes Bett eines fliessenden Wassers vorstellt, wird bedingt durch die Schwerkraft einerseits und durch den Widerstand, welcher entsprechend dem Grade der Neigung und der Beschaffenheit der Unterlage durch letztere dem freien Fall des Körpers, das ist hier des Flusswassers, entgegengestellt wird. Die Arbeitsleistung eines derartig bewegten, das ist gleitenden oder rollenden Körpers, soferne sie nicht theilweise durch Reibungswiderstände in Wärme u. s. w. umgewandelt wird, geschieht in der Richtung der betreffenden Bewegung. Damit hängt wohl zusammen, dass ein Fluss seine Geschiebe thalabwärts und nicht thalwärts transportirt. Schon aus der Bewegungsrichtung des von der Thätigkeit der Erosion fortgeschafften Materials ersieht man also, dass die Erosion die Gewohnheit hat, von oben nach unten zu wirken.

Wirkt aber die Erosion, in der wir eine Form der Arbeitsleistung des bewegten Wassers erkennen müssen, von oben nach unten, dann müssen wir auch den Beginn der Erosionserscheinungen in einem Flusslauf, principiell wenigstens in dessen obersten Theil, bezüglich an den Anfang des Flusses setzen und an dieser principiellen Auffassung wird nichts geändert, wenn wir auch zugeben müssen, dass durch den Wegfall von Bewegungshindernissen in den unteren Partien des Flusslaufes, also beispielsweise im Sinne Löwl's, durch eine Senkung des den Fluss an seiner Mündung stauenden Meeresspiegels die Geschwindigkeit der Flussbewegung und somit der Effect der Erosion vergrößert werden kann, und wenn wir auch keineswegs läugnen wollen oder können, dass diese Effecte der Erosion sich oft in tiefer gelegenen Partien eines Flusslaufes viel augenfälliger oder bezüglich eines gewissen Grössenausmasses (aber nicht im absoluten Sinne) früher äusserten als in höher gelegenen, wofür ja in dem Rückschreiten der Wasserfälle (Niagara u. s. w.) viel eclatantere Beispiele vorliegen, als in den hypothetischen Fällen, welche Löwl von den adriatischen Küstengebirgen oder aus gewissen Thälern der Alpen vorführt.

Es ist ja ein altbekannter Satz, dass die Erosion in den verschiedenen Thalstrecken eines Flusses aus mancherlei Gründen nicht gleichmässig wirkt, zu welchen Gründen in erster Linie die Verschiedenartigkeit des Gefälles gehört. Wird das Gefälle steiler oder wie bei Katarakten sehr steil, dann sind für diese Thalstrecken die Effecte grösser, das ist Alles. Die Erosion wirkt aber auch in solchen Fällen immer von oben nach unten. Ohne den von oben, vom Erieseekommenden Niagara hätte sich die Schlucht unterhalb des Niagara-Falles nicht gebildet. Aehnliches gilt für die Verhältnisse bei anderen Wasserfällen. Die betreffenden Flüsse waren eben vorhanden und wurden nicht erst nachträglich in die vorher gebildeten Schluchten hineingezogen.

So viel will ich hier vorausschicken, um eine Verständigung über das Wesen der Erosion herbeizuführen, welche wir ja Beide, Herr Löwl und ich, als den bestimmenden Factor bei der Bildung der Querthäler anerkennen. Sollten Andere finden, dass ich dabei zu viel Selbstverständliches gesagt habe, dann bitte ich desshalb um Nachsicht.

Man hört oft den Satz, die Erosion strebe das Gleichgewicht zwischen den Unebenheiten der Erdoberfläche wieder herzustellen, und es ist ja auch vollkommen zutreffend, dass durch Abtragung von Gebirgsmassen auf der einen Seite und durch Aufschüttung des abgetragenen Materiales auf der anderen Seite die Nivellirung der Erdoberfläche angebahnt wird. Aber selbst, gesetzt den Fall, dass andere Factoren, welche, wie Niveauveränderungen, innerhalb der festen Massen, unabhängig von der Erosion und dieser entgegenwirkend die Oberfläche beeinflussen, zu absoluter Unthätigkeit verdammt würden, ist es kaum denkbar, dass die Erosion jenes Ziel der Nivellirung jemals erreichen könnte. Je mehr sie sich demselben nähert, desto mehr schwindet die ihr zukommende Bedeutung und die Erreichung des Zieles rückt in die Unendlichkeit hinaus, eine Auffassung, welche vielleicht sogar einer mathematischen Behandlung fähig wäre. Dieses Ziel der absoluten Nivellirung wäre aber gleichbedeutend mit der Aufhebung aller Wasserscheiden. Trauen wir nun aber der Erosion nicht zu, dass sie allein dieses Ziel zu erreichen vermöchte, dann werden wir auch bezüglich einzelner Fälle, in denen uns die Annahme einer Aufhebung von Wasserscheiden durch die Erosion zugemuthet wird, sehr vorsichtig sein dürfen.

Es wäre endlich zu untersuchen, ob nicht in völliger Consequenz der Hypothese, dass Wasserscheiden überall leicht zu beseitigen sind, die retrograde Erosion auch im Stande ist zur Aufhebung der Wasserscheiden zwischen je zwei Meeren zu führen, ebenso gut wie zur Aufhebung der Wasserscheiden zwischen zwei Flüssen. Ein Beispiel für einen derartigen Vorgang liesse sich allerdings nicht auführen, und man wird sagen, dieser Einwand sei eine Uebertreibung, es handle sich um die Verschiebbarkeit, nicht um die gänzliche Beseitigung der Wasserscheiden. Die beständige Verschiebung der letzteren würde aber doch schliesslich nur auf Kosten ihrer Höhe geschehen, und wenn die festländische Erosion die Fähigkeit besässe, auch die letzten Höhenunterschiede gänzlich verschwinden zu machen, dann könnte ihr auch die Herstellung eines Canals zwischen zwei Meeren gelingen.

Wenn ich Herrn Freiherrn v. Richthofen recht verstehe, so scheint er wenigstens principiell der hier entwickelten Auffassung nicht fern zu stehen, denn im letzten Capitel des zweiten Bandes seines Werkes über China, wo neben anderen allgemeinen Fragen, auch die marine Abrasion grosser Landstriche zu ebenen Flächen behandelt wird, spricht er es ausdrücklich aus, dass das Abhobeln eines ausgedehnten gebirgigen Landes zu einer annähernd ebenen Fläche durch die blossen Agentien der festländischen Erosion niemals in grossem Massstabe bewirkt werden könne.

Ich muss hier auch nochmals zurückgreifen auf eine Frage, die bereits früher, bei Besprechung des Donaudurchbruches im Banat berührt wurde. Die rückläufige Erosion muss sich nach oben zu in eine Unzahl von Richtungen zersplittern, entsprechend den zahlreichen Rinnalen, aus denen ein Bach oder Fluss zusammenfliesst. Es ist also nicht wahrscheinlich, dass die Effecte einer solchen Erosion gerade nach einer dieser vielen Richtungen sich mit besonderer Vorliebe geltend machen.

Diese specielle Vorliebe müsste aber auch nicht blos bezüglich der zu einem Flusssystem gehörigen Rinnsale in Wirksamkeit gelangt sein. Sie müsste sich auch bei verschiedenen Flüssen, die unter sonst gleichen Bedingungen arbeiten, geäussert haben. Warum ist es zum Beispiel unter den westgalizischen Flüssen nur dem Poprad gelungen, sich durch die ganze Breite der Karpathen durchzuarbeiten? Wenn er heute auch sammt dem Dunajec, mit dem er sich vereinigt, wasserreicher ist, als manche andere Karpathenflüsse, so kommt das doch nicht ausschliesslich auf Rechnung der in der Sandsteinzone dieses Gebirges ihm zukommenden Wassermassen, welche ihm wohl ausschliesslich zu Gebote stehen konnten, als er noch in gleicher Lage mit seinen Brüdern war, die heute noch mit ihren Quellen nicht über diese Sandsteinzone hinausgekommen sind. Jene grössere Wassermenge wäre doch erst später mit der Erweiterung seines Flussgebietes hinzugekommen. Nun aber sind doch durchschnittlich die Gesteine, welche von den Flüssen der westgalizischen Sandsteinzone in Arbeit genommen werden, so gleichartig, dass die Verschiedenheit des Widerstandes, den sie der Erosion leisten, nicht sehr viel in Betracht kommen kann, und auch die Regenmengen, welche im Bereich des Dunajec-Poprad (so weit diese Flüsse der Sandsteinzone angehören) niederfallen, sind schwerlich bedeutender als anderwärts in den Sandsteinbergen West-Galiziens.

Diese Andeutungen werden genügen, um zu zeigen, warum ich mir eine gewisse Reserve auferlege gegenüber den Ansichten Löw's von einer grossen Variabilität der Wasserscheiden, sofern diese Variabilität überall nur der Erosion und dem Kampfe der Flüsse untereinander „Alle gegen Alle“ um ihre Quellgebiete zugeschrieben wird. Dass Verschiebungen von Wasserscheiden vorkommen können, wird Niemand in Abrede stellen, die Frage ist nur, wie lässt sich ermitteln, dass solche Verschiebungen ausschliesslich der sogenannten retrograden Erosion zugeschrieben werden dürfen, zumal in Gebieten, deren Gebirgsbildung, wenn auch nicht nach Löw, so doch nach der Meinung Anderer noch nicht zum Abschlusse gekommen ist, wo also jede Niveauveränderung in den Wasserläufen irgend einen Ausdruck finden muss,

obschon dieser Ausdruck nach meiner Theorie nicht jedesmal in der Ablenkung von Thälern gesucht zu werden braucht.

Wie dem auch sei, ich bin bezüglich der Wasserscheiden etwas conservativer als Löwl. Doch das ist Geschmackssache.

Wollten wir aber auch diese Erörterungen über die Art der Leistungsfähigkeit der Erosion ganz bei Seite lassen, so bleibt doch noch immer eine Voraussetzung für Löwl's Hypothese übrig, welche sich schlechterdings nicht mit der Gesamtheit unserer gegenwärtigen Vorstellungen über Gebirgsbildung vereinigen lässt. Löwl denkt sich (vergl. nochmals seine Arbeit) die Gebirge fertig, ehe die Erosion begann und das ist auch vom Standpunkte einer Hypothese, welche die Bildung der Querthäler sich von aussen und unten her begonnen denkt, nicht mehr als consequent, denn wenn man sich diese Thäler nach meiner Theorie, als im Wesentlichen gleichzeitig mit dem Fortschreiten der Gebirgsbildung und Gebirgserhebung gebildet vorstellt, dann hat man ja nicht nöthig, erst auf die Vollendung der Gebirge zu warten.

Gehen wir auf Löwl's Gedankengang ein, dann entsteht die Frage, was in aller Welt machten die Gebirge unserer ganzen Erde, ehe die Erosion begann. Herrschte bis zu diesem hypothetischen Zeitpunkt vielleicht absolute Trockenheit, gänzlicher Mangel an atmosphärischen Feuchtigkeitsniederschlägen, gänzliche Quellenlosigkeit der Gebirge, besitzen wir in der Geologie Daten, welche dergleichen beweisen würden, und welchem meteorologischen Ereigniss verdanken wir das Beginnen der Erosion? Ich glaube, ich habe nicht nöthig, die Antwort auf diese Frage besonders zu formuliren. Oder sollen wir etwa annehmen, es habe allerdings derartige Niederschläge, Quellen und demzufolge auch Flüsse gegeben, nur hätten die Flüsse in früherer Zeit kein Erosionsgeschäft betrieben? Auch diese Frage beantwortet sich von selbst. Als ich in meiner ersten, auf die Querthäler bezüglichen Arbeit schrieb: „Von dem Augenblicke angefangen, als die Emporhebung einer Kette begann, hatte auch die Erosion bereits Gelegenheit, einzuwirken“, da glaubte ich gerade bei diesem Satze am Wenigsten auf Widerstand zu stossen.

Gab es aber in der Zeit, ehe unsere Gebirge die heutige Gestalt besaßen, bereits Flüsse und walteten damals dieselben physikalischen Gesetze ob, wie heute, war also auch die Leistungsfähigkeit der Flüsse principiell dieselbe, wie heute, dann haben auch jene Flüsse bereits erodirt, überall dort, wo das Verhältniss der Flussbewegung zu der betreffenden Unterlage eine Erosion gesetzlich erforderlich machte, und solche Stellen gibt es in jedem Flusslauf. Jeder Fluss erodirt, denn jeder transportirt festes Material.

Wir kommen also mit der Erklärung der Erosionserscheinungen nicht zurecht, wenn wir nicht, wie ich schon früher betonte, „den Gedanken von der langsamen, ganz allmäligen Erhebung der Gebirge uns völlig aneignen“. Will das Löwl nicht thun, nun dann thut er eben das Gegentheil und denkt sich die Gebirge allesammt plötzlich und über Nacht entstanden. Das ist auch die nothwendige Consequenz seiner Hypothese. Entweder allmälige oder plötzliche. Tertium non datur. Es wäre nur wünschenswerth gewesen, wenn er das selbst auszusprechen sich nicht gescheut hätte. Da sind wir auf einmal wieder mitten in

der Kataklysmentheorie drin, wie man es sich in der Blüthezeit dieser Lehre nicht schöner hätte vorstellen können. Wer ist es also, der bei der Behandlung der Frage der Thalbildung „zu Hypothesen zurückkehrt, die man für immer abgethan hielt.“

Wenn das die Consequenzen der Löwl'schen Anschauung im Allgemeinen sind, dann gibt es auch noch im Speciellen Folgerungen aus dieser Anschauung, welche zu Unmöglichkeiten führen. Stellen wir uns ein aus mehreren Ketten bestehendes Gebirge vor, welches heute ganz oder theilweise von Querthälern durchfurcht ist und nehmen wir an, diese Durchbrüche seien erst nach Vollendung des Gebirges durch retrograde Erosion entstanden. In diesem Falle müsste untersucht werden, was die Bäche und Flüsse im Innern des Gebirges gemacht haben während der Zeit, als sie auf die Eröffnung von Ausgängen durch retrograde Durchsägung der äusseren Ketten warten mussten. Es wäre nun vielleicht sehr einfach, zu sagen, die Flüsse seien eben in den durch den Gebirgsbau vorgezeichneten Längsthälern abgeflossen. Den Nachweis für diese Behauptung würde man jedoch in der Regel schuldig bleiben. Solche Längsthäler nämlich, welche innerhalb eines grossen Kettengebirges der ganzen Kette parallel liefen, gibt es wohl nirgends und hat es nie gegeben. Was man in dieser Richtung auch anführen möchte, bezieht sich immer auf Beispiele kleineren Massstabes. „Keine Falte“, sagt Heim (Mechanismus d. Gebirgsbildung, 2. Theil pag. 203) „durchzieht ein grösseres Kettengebirge seiner ganzen Länge nach; der einzelne Erhebungsrücken taucht auf, hat einen beschränkten Längsverlauf und taucht wieder unter. In der directen oder verschobenen Fortsetzung vertritt ihn eine neue Falte, durch die gleiche Kraft gebildet“. Was hier von den Falten gesagt wird, gilt selbstverständlich für die zwischen denselben sich erstreckenden Thäler, für die „negativen Falten“, wie man sie auch genaunt hat. Wer immer grössere Gebirge durchwandert hat, der wird den Eindruck erhalten haben, dass die von Heim treffend sogenannten verschobenen Fortsetzungen der Falten zu der Regel im Bau von Kettengebirgen gehören. Es ist dies ein Eindruck, ähnlich dem, welcher dem Beschauer durch den Anblick einer bewegten Meeresfläche hervorgebracht wird. Die Wellen lassen sich nirgends auf lange Strecken verfolgen. Sie lösen sich ab und in der directen Verlängerung eines jeden Wellenthales liegt immer ein Wellenberg.

Die Nutzenanwendung aus der hier gewonnenen Vorstellung ist für uns die, dass die Flüsse im Innern eines Kettengebirges ohne die Querthäler in der Regel keinen Ausgang hätten. Stellt man sich aber eine Zeit vor, in der die Querthäler noch nicht in genügendem Maasse nach rückwärts verlängert gewesen wären, um die Entwässerung der dann „lateral“ angezapften Längsthäler zu vollziehen, dann ist die nothwendige Folge, dass man sich dann die Flüsse dieser Längsthäler zu Seen aufgestaut denken muss. Da sich aber in der überwiegenden Mehrzahl von Fällen die Spuren einer derartigen Aufstauung nicht nachweisen lassen, worin Löwl mit mir übereinstimmt, so folgt daraus, was zu beweisen war, dass nämlich die Hypothese dieses Autors wenigstens in der versuchten Verallgemeinerung zu unmöglichen Vorstellungen führt, also selbst unmöglich ist.

Auch der in Folgendem zu berührende Umstand erscheint für unsere Frage nicht ohne Belang.

Die Confluenz der Thäler, sowie sie thatsächlich beobachtet wird, entspricht den Gesetzen der von oben nach unten stattfindenden Wasserbewegung. Das Wasser ist bestrebt, den jeweilig erreichbaren tiefsten Punkt aufzusuchen, und Flüsse, welche über geneigtes Terrain herablaufen, werden stets das Bestreben haben, sich an solchen tieferen Stellen zu vereinigen. Die Thäler also, welche die Flüsse sich geschaffen haben, sind durch die Art ihrer Vereinigung nach abwärts ganz sprechende Zeugen einer von oben nach unten wirksam gewesenen, nicht aber einer rückwärts schreitenden Erosion.

Machen wir uns nur das Wesen einer rückwärts schreitenden, also in ihrer Wirkung von unten her beginnenden Erosion für diesen Fall der Betrachtung recht klar, und wir werden nicht begreifen, wieso es kommt, dass nicht allenthalben, oder wenigstens vielfach, eine Vereinigung der Thäler und speciell auch der Querthäler nach oben zu stattfindet, also eine wirkliche Gabelung, im Gegensatz zu dem factischen Verhalten der Thäler. Der Erosion bieten sich ja räumlich in der Peripherie eines Gebirges oder einer Terrain-erhebung im Allgemeinen viel mehr Angriffspunkte zum Ansatz dar, als in dem inneren Bezirk desselben Gebirges oder derselben Terrain-erhebung. Diese Ansatzpunkte der Thalbildung scheinen aber denn doch nicht in diesem Umfange benützt zu werden, da die Zahl der Wasserläufe oder Thalfurchen nach der Peripherie eines Gebirges zu sich bekanntlich vereinfacht, wenn auch immerhin zwischen den vereinfachten Hauptentwässerungscanälen sich noch gegen die Peripherie zu kleinere, nicht bis zum innersten Bezirk reichende Thalwege einschalten. Mit einem Worte, die Form der Deltabildung dürfte dann nicht bloss auf die flachen Mündungsgebiete der Flüsse beschränkt sein, sondern müsste in grossartigstem Style einer allgemeinen hydrographischen Erscheinung entsprechen, oder wenn nicht einem speciell hydrographischen, so doch einem topographischen Gesetz, denn da in geneigteren Gebieten die Gefällsverhältnisse der einzelnen Entwässerungscanäle wesentlich verschieden sein können, so würde das Wasser nach dem Eintritt dieser supponirten, von unten her bewirkten Gabelung sich freilich die günstigeren Gefällsverhältnisse aussuchen, und das schliessliche Resultat dieses Bestrebens wäre das topographische Verhalten einer Gabelung der Thäler und nicht das hydrographische Verhalten einer Gabelung der Flüsse. Ich sage das schliessliche Resultat, denn es müssten ja doch auch übergangsweise gewisse Phasen im Verlaufe dieser Vorgänge eintreten, wo ein gleichzeitiges Abfließen nach zwei Richtungen statthätte. Wir müssten dann aber auch in der Lage sein, solche Uebergänge, und somit auch die thatsächlich von unten her erreichte Flussgabelung, in unseren Gebirgen hie und da, und zwar nicht allzuseiten, zu beobachten.

Untersuchen wir deshalb, in welchem Sinne sich die thatsächlich vorkommenden Bifurcationen auffassen lassen. Diese Betrachtung wäre auch an und für sich interessant, selbst wenn sie mit der hier behandelten Frage in keiner directen Beziehung stünde, und verdiente vielleicht zu einer besonderen monographischen Behandlung erweitert zu

werden. Dass ich sie hier nur äusserst flüchtig und skizzenhaft ausführen kann, wird man aber entschuldbar finden.

In Wahrheit kennen wir, im Verhältniss zu der ungeheueren Anzahl der Thäler, doch nur sehr wenige, nicht unmittelbar mit dem gewöhnlichen Deltabegriff zu vergleichende Fälle, in denen eine Flussgabelung grösseren Styles stattfindet, und diese Fälle finden sich meist in flachen Gebieten.

Es kommt dabei gar nicht darauf an, ob die Gefällsverhältnisse eines Flusses später nach geschehener Gabelung wieder unregelmässiger werden; es kommt auf die Beschaffenheit des Gebietes an, in welchem die Gabelung eintritt, mag dieses Gebiet auch nur eine einfache Thalweitung sein, und deshalb hat es wenig zu sagen, wenn in einigen der zu erwähnenden Fälle die betreffenden Flussarme wieder in gebirgige Regionen eintreten.

Ebensowenig, wie man die Theilung eines Flusses bei einem wirklichen Delta principiell darauf zurückführen wird, dass sich eine Anzahl kleinerer Küstenflüsse, die ehemals selbstständig waren, nach oben zu vereinigten, ebensowenig wird man dies bei den meisten der thatsächlich beobachteten Bifurcationen nachzuweisen in der Lage sein. Die Theilung des Flusses wird in beiden Fällen aus dem Bestreben des Wassers hervorgehen, sich dort auszubreiten, wo es in der Natur des Terrains kein Hinderniss für diese Ausbreitung findet. Theilt sich ein Fluss in seinem Mittellauf in zwei sich später wieder vereinigende Arme, dann ist ohnehin klar, dass die Theilung nicht durch das Eingreifen eines zweiten Flusses bedingt wurde. Diejenigen Fälle der Bifurcationen, welche wir nennen werden, sind wohl darauf zurückzuführen, dass nur eine derartige Theilung stattgefunden hat, eine Wiedervereinigung der getrennten Arme aber verhindert wurde. Mit anderen Worten, diese Beweisführung wird darauf hinausgehen, zu zeigen, dass die thatsächlich vorkommenden Fälle von Bifurcation, sofern sich Näheres darüber überhaupt ermitteln lässt, ganz ähnlich wie bei der einfachen Deltabildung, der Theilung eines Flusses entsprechen, und dass kein Grund für die Annahme vorliegt, diese Erscheinungen seien das Ergebniss der von unten herauf bewirkten Vereinigung zweier verschiedener Flüsse. Gerade das letztere sollte aber häufig vorkommen, wenn Löw's Hypothese unbedingte Geltung verdiente. Wir sagen also, diese Hypothese verlangt die öftere Erscheinung der Bifurcation, diese Erscheinung lässt sich aber relativ selten beobachten, und wo sie beobachtet wird, da entspricht sie in der Regel erst recht nicht den Erfordernissen der Hypothese.

Die berühmteste aller Flussgabelungen ist seit Alexander von Humboldt ohne Zweifel die des Orinoco, welcher durch den mächtigen Arm des Cassiquiare mit dem Rio Negro und durch diesen mit dem Amazonenstrom in Verbindung steht. (Vergl. Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents, 4. Bd., 24. Capitel.) Obwohl nun beide Arme des Orinoco nach der Theilung in einem Gebiet fliessen, dessen Unterlage zweifellos granitisch ist, so ist doch gerade an der Stelle der Theilung völlig ebenes Terrain vorhanden, welches also der Willkür des Wassers, sich seinen Weg hier oder dort zu suchen, keine Schranken setzte. „Der Punkt, wo die vielberufene Gabeltheilung des

Orinoco stattfindet“, schreibt Humboldt, „gewährt einen ungemein grossartigen Anblick. Am nördlichen Ufer erheben sich hohe Granitberge. — Auf dem linken Ufer des Orinoco westlich und südlich von der Gabelung sind keine Berge bis dem Einfluss des Tamatama gegenüber. — Da, wo der Orinoco gegen Süd nicht mehr von Bergen umgeben ist und er die Oeffnung eines Thales oder vielmehr einer Senkung erreicht, welche sich nach dem Rio Negro hinunterzieht, theilt er sich in zwei Aeste.“

Bei der eingehenden Discussion, welche der grosse Reisende an die Beschreibung dieser Erscheinung knüpft, vergleicht er sie ausdrücklich mit den Vorgängen bei der Deltabildung an Küsten. „Kommen Bodenflächen, so eben wie das Küstenland im Innern von Festländern gleichfalls vor, so müssen sich dort auch dieselben Erscheinungen wiederholen.“ Humboldt setzt sodann auseinander, wie namentlich bei breiteren Strömen oft schon innerhalb ihres bezüglich der oberflächlich sichtbaren Wassermasse ungetheilten Flussbettes sich mehrere oder einige Rinnen von ungleicher Tiefe differenziren, die nicht selten eine Strecke lang einander ungefähr parallel laufen, so dass die meisten Flüsse betrachtet werden können als aus mehreren dicht aneinander gerückten Canälen bestehend. Eine Gabelung werde leicht hervorgerufen, wenn ein kleiner Bodenabschnitt am Ufer niedriger liege als der Grund einer Seitenrinne. Es handelt sich also nach der hier nur kurz resumirten Darstellung bei derartigen Gabelungen um eine später nicht wieder aufgehobene Differenzirung eines vorher zusammengehörigen Wasserlaufes.

Humboldt sagt, zum Beweise, wie merkwürdig der Fall des Cassiquiare sei, könne der Umstand dienen, dass man ausserdem nur sehr wenige Fälle von Gabeltheilungen im Innern der Länder kennen gelernt habe. In Lappland sende der Torneafloss einen Arm, den Tärendo-Elf, zum Calix-Elf, wodurch das Land am bothnischen Busen zu einer wahren Flussinsel gemacht werde. Auch der classische Boden Italiens habe in früherer Zeit seine Gabeltheilung aufzuweisen gehabt: „Auf seiner vielberufenen Voltata von Süd nach West und Nord zwischen Bibieno und Ponte Sieve theilte sich der Arnó bei Arezzo in zwei Arme, deren einer wie jetzt über Florenz und Pisa dem Meere zulief, während der andere durch das Thal von Chiana floss und sich mit dem Tiber vereinigte.“ Im Mittelalter habe sich durch Anschwemmungen im Thal von Chiana eine Wasserscheide gebildet.

Ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu erheben, möchte ich noch einige andere ähnliche Fälle zusammenstellen. Es sind dies übrigens die einzigen, welche mir im Augenblick, trotz wiederholten Nachschlagens und Nachsinnens, bekannt sind.

In Albanien sah man nach Boué (Erklärungen über einige bis jetzt nicht recht von den Geographen aufgefasste orographische und topographische Details der europäischen Türkei, pag. 7, aus den Sitzber. der Akad. der Wiss. 1878) „manchmal den Devol mit dem Schkumbi südlich von Elbassan vereinigt und plötzlich gegen das Jahr 1852 nahm der Drin bei Skala in Nord-Albanien seinen alten Lauf nach Skutari, floss in die Drinassa und mündete in die Bojana westlich vom Schlossfelsen von Skutari.“ Nun aber geht ein anderer Arm des Drin noch gegen-

wärtig bei Alessio selbstständig in das Meer. Es ist dies also ein ganz deutliches Beispiel von Bifurcation. Boué hielt das ganze auf diese Weise gebildete Landdreieck für ein Alluvialgebiet, und wir ersehen daraus allerdings, dass die Gabelung beim Heraustreten des Drin aus dem Gebirge in die Ebene erfolgt, wie dies auch unsere neueren, vom Wiener militär-geographischen Institut verfassten Karten bestätigen, allein es wäre doch irrtümlich, wollte man das Stück Land zwischen beiden Armen des Drin für ein gewöhnliches Anschwemmungs-Delta halten. Es finden sich innerhalb desselben Hügelreihen, und ich selbst habe den Durchbruch der Bojana unterhalb des Einflusses der Drinassa durch eine nicht unbedeutende Kalkkette bei Belet mit eigenen Augen gesehen.

Der wieder aufgenommene Einfluss eines Theils des Drin in seinen alten Lauf und diese abwechselnde Benützung verschiedener sich nicht mehr vereinigender Arme, dürfte augenscheinlich auf den Umstand zurückzuführen sein, dass, wenn durch die Masse des vom Flusse transportirten Materiales das Bett des einen Armes über Gebühr erhöht wurde, der andere Arm zur Aufnahme eines Theiles der Wassermasse wieder geeigneter wurde. „Dort, wo die Flüsse in ihrem Unterlauf ihr Rinnsal über das Niveau der umliegenden Niederungen erhöht haben“, schreibt G. R. Credner (Die Delta's, pag. 26), „da bedarf es oft nur eines geringfügigen, äusseren Anlasses, um eine vollständige Verlegung des Flussbettes herbeizuführen.“ Es ist also der von oben kommende Fluss selbst, der sich theilt, und die Theilung ist nicht eine scheinbar hervorgebrachte durch einen zweiten Fluss, der sich von unten her bis zum Zusammentreffen mit dem ersten heraufgearbeitet haben würde. Wenn ein solcher Fluss existirt hätte, ein Fluss, der den angenommenen Erfolg aufzuweisen hätte, dann würde er auch noch weiter existiren, dann würde nicht bald das eine, bald das andere Flussbett unbenützt bleiben.

Dasselbe gilt auch für eines der grossartigsten Beispiele der Gabeltheilung, das wir kennen, für die Bifurcation des Hoang-ho, dessen einer Arm nördlich der Halbinsel von Schantung in den Golf von Petscheli mündet, und dessen anderer Lauf 90 Meilen südlich davon in's gelbe Meer geht. Insofern Schantung ein wenigstens theilweise gebirgiges Land ist, kann man das ganze zwischen beiden Armen und der Küste eingeschlossene Gebiet nicht als ein Delta im gewöhnlichen Sinne des Wortes auffassen. Wir haben es also mit dem zu thun, was man auch sonst, z. B. beim Orinoko, Gabeltheilung genannt hat. Richthofen (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1874, pag. 958 und China, 1. Bd., pag. 323) hat sich über die abwechselnde Benützung der beiden Arme durch den Strom ausführlich vernehmen lassen. Es liegen darüber auch historische Zeugnisse vor. So weit dieselben verfolgt werden können, lässt sich ermitteln, dass anfänglich der nördliche Arm zum Abfluss benützt wurde. In der Zeit vom dreizehnten Jahrhundert bis 1856 wurde der südliche Arm zum Mündungscanal. Im Jahre 1856 kam wieder der nördliche Arm an die Reihe und Anfang 1875 ging der Strom von Neuem in sein südliches Bett. Ein derartiger Wechsel war jedesmal von verheerenden Katastrophen begleitet.

Diese Verhältnisse bedürfen im Sinne unserer Betrachtung keiner weiteren Erläuterung. Es ist immer nur der Hoang-ho, der sich theilt und es gibt keinen zweiten Fluss, von dem er abgelenkt würde.

Tritt nun der Fall ein, dass ein Fluss, wie in diesem Beispiel, nach seiner Gabeltheilung nicht mehr beide Arme gleichzeitig mit Wasser versieht, sondern den einen bevorzugt, und tritt der weitere Fall ein, dass er, so weit historische Nachrichten reichen, nicht wie der Hoang-ho mit dieser Bevorzugung periodisch gewechselt, sondern den bevorzugten Lauf constant beibehalten hat, dann haben wir diejenige Kategorie von Erscheinungen vor uns, welche durch die alte Thal-gabelung des Rheins bei Sargans repräsentirt werden kann.

Schon verschiedene Geologen haben es für wahrscheinlich erklärt, dass der Rhein einst seinen Abfluss nach dem Wallen-See genommen habe, und Bodmer (Terrassen und Thalstufen der Schweiz, pag. 30) hat neuerdings sich denselben angeschlossen. Er hält es für möglich, dass bei entsprechender Erhöhung des gegenwärtigen Rheinbettes bei Sargans eine abermalige Ablenkung des Rheins in sein altes Bett erfolgen könne.

Nicht uninteressante Verhältnisse scheinen bezüglich der alten Thal-gabelung des Isonzo bei Karfreit (Caporetto) obzuwalten.

Schon Stur (Jahrb. der geol. Reichsanst. 1858, pag. 328) hatte auf die ebene Niederung aufmerksam gemacht, welche daselbst zwischen den weiter thalabwärts wieder durch Berge getrennten Flussbetten des Isonzo und Natisone sich erstreckt. Czörnig (Görz und Gradiska, I. Bd., pag. 107, vergl. auch den Bericht von Baron Helfert, Mitth. geogr. Ges. Wien 1874, pag. 153) hat dann auf Grund verschiedener historischer Zeugnisse den Beweis zu führen gesucht, dass einst im Alterthum die Wassermassen des oberen Isonzo durch jene Niederung hindurch nach dem Natisone abflossen. Noch heute zeigt der Isonzo bei Hochwasser die Tendenz, in derselben Richtung ein Stück weit vorzudringen. Dieser Fall, welchem wahrscheinlich als verwandtestes Analogon die vorher berührte Wechselbeziehung zwischen dem Devol und Schkumbi in Albanien anzureihen wäre, ist insofern merkwürdig, als hier die Bifurcation des Flussbettes mitten in einer gebirgigen Gegend vor sich gegangen ist, aber schliesslich hat dieser Vorgang doch auch nur gerade an einer Stelle stattgefunden, welche an und für sich eben erscheint und daher dem Flusse genügenden Spielraum für seine Launen bot. Ein Bergsturz hat nach Stur die Ablenkung bewirkt.

Ich gebe übrigens zu, dass dieser Fall noch weiterer Aufklärung bedarf, ehe er bei unserer jetzigen Auseinandersetzung zu bestimmteren Folgerungen verwerthet werden darf.

In gewissem Sinne ebenfalls bei der Besprechung der Fluss-gabelungen zu erwähnen, wäre der doppelte Ausfluss des Winnipeg-Sees in Britisch-Nordamerika nach der Hudsons-Bai, welchen unsere Karten von jenem Gebiet sehr deutlich zeigen. Im Hinblick auf die von verschiedenen Richtungen kommenden Zuflüsse jenes Sees könnten wir uns hier zwei Stromsysteme neben einander denken, welche ähnlich wie Natisone und Isonzo durch eine Depression mit einander verbunden erscheinen, nur mit dem Unterschiede, dass während im letzteren Falle die betreffende Depression schmal und zur Zeit trocken ist, die betref-

fende Depression, welche von dem Winnipeg-See eingenommen wird, breit und inuudirt erscheint.

Doch wollen wir uns nicht in Betrachtungen verlieren, die vorläufig uns nicht weiter bringen. Da es sich hier um Ausflüsse eines Sees handelt, so können dieselben durch Ueberlaufen des letzteren entstanden sein, brauchen also zu der Frage, ob sie etwa durch die retrograde Erosion zweier kleiner Küstenflüsse entstanden sein könnten, nicht nothwendig in Beziehung zu stehen, und warum sollte ein flachumrandetes Becken nicht manchmal an einigen Stellen gleichzeitig zum Ueberlaufen gelangt sein?

Nur sehr dürftige Kunde ist uns bisher über die vermuthliche Gabeltheilung des Shua oder Mababi in dem sogenannten Salzpflanzengebiete des südlichen Afrika geworden. Was wir darüber wissen, stützt sich auf die Reisen von Livingstone (Süd-West-Afrika) und Chapman (travels in the interior of South Africa, 1. Bd., London 1868, Cap. 10 und 11) sowie auf die Höhenangaben in Chavanne's mittlere Höhe von Afrika (Mitth. geogr. Ges. Wien 1881, p. 360). Der Fluss soll einerseits in den See Kumudau und andererseits in den See Ngami ablaufen, welcher letztere indessen nach Chapman (l. c. pag. 242) in den letzten Decennien in auffallender Weise ausgetrocknet sein soll.

Jedenfalls handelt es sich dort um ein flacheres Gebiet, in welchem die thatsächliche Theilung einer Wasserader ganz gut denkbar ist.

Von besonderer Wichtigkeit dürften für unsere Betrachtung der Manytsch im nördlichen Kaukasien und der Oxus in Turkestan sein.

Wenn die verschiedenen Fälle der continuirlichen oder zeitweiligen Bifurcation von Flüssen sich in zwei Gruppen bringen lassen, insofern es sich entweder um eine dadurch hergestellte Verbindung zweier verschiedener Flusssysteme handelt, wie beim Drin und Orinoko, oder insofern eine blosser Divergenz eines und desselben Wasserlaufes in Betracht kommt, dann finden wir unter allen Umständen im Manytsch und Oxus sehr reine Beispiele dieser einfachen Divergenz.

Mag es sich nun auch streng genommen nur um eine jeweilige Differenzirung von Thalstrecken handeln, weil in beiden Fällen der Fluss einen seiner Arme bevorzugt, ganz wasserleer sind ja die anderen Arme deshalb nicht. Nach neueren Untersuchungen (siehe Helmersen, Beitrag zur Kenntniss der geologischen und physiko-geographischen Verhältnisse der Aralo-Caspischen Niederung, mélanges phys. et chim. bull. acad. Petersburg, 1879) war das alte, heute verlassene Bett des Amu Daria noch im 9. Jahrhundert eine belebte Wasserstrasse, so dass grössere Fahrzeuge aus dem Aralsee direct in die Wolga gelangen konnten. Damals also war die Bifluenz des Stromes noch eine vollständige. Erst in der ersten Hälfte der Vierziger-Jahre des 16. Jahrhunderts hörte der Oxus auf in das caspische Meer zu fliessen, nicht ohne dass wenigstens theilweise menschliche Eingriffe hierzu mitgeholfen hätten, und bei Hochwasser läuft er noch heute ein Stück weit in sein altes Bett hinein.

Ausschliesslich wird der Mensch aber die Ereignisse nicht bestimmt haben, beim Manytsch wenigstens kommt dieser Gesichtspunkt in Wegfall, und es ist also nicht unwahrscheinlich, dass ungleichmässige Erhöhungen der einzelnen Arme durch angeschwemmtes Material, ähnlich

wie in anderen Fällen den Wechsel der Erscheinungen hervorrufen halfen.

Jedenfalls geht der gegenwärtige Hauptlauf des Manytsch nach dem Don und somit nach dem Aow'schen Meer und der gegenwärtige Hauptlauf des Oxus nach dem Aralsee.

Nach Löwl's Theorie, wenn sie hier nämlich in Anwendung kommen sollte, würden also wohl diese gegenwärtig für die Wasserabfuhr benützten Thalfurchen solchen Flüssen entsprechen, welche durch allmälige Rückwärtsverlängerung die alten Läufe des Manytsch und Oxus erreicht hätten, um nun diese Flüsse anzuzapfen und abzulenken. Es ist an sich schwer zu denken, dass gerade in diesen, theilweise sehr trockenen Steppen- und Wüstengegenden, um die es sich hier handelt, einzelne Wasserläufe von so mächtiger Erosionswirkung entstanden sein sollten, um ein derartiges Kunststück zu Stande zu bringen. Die Wassermengen, über die der Oxus disponirt, stammen ja von oben, aus den höheren Gebirgen Inner-Asiens, und in den Steppen und Wüsten um den Aralsee herum, die zu den regenärmsten Gegenden der Erde gehören, kann sich nach gewöhnlichem Ermessen kein selbstständiger Fluss gebildet haben, dem man einen Angriff auf den alten Oxus zuschreiben dürfte. Ebenso stammen die allerdings bescheidenen Wassermengen des Manytsch aus den nördlichen Vorhügeln des Kaukasus und auch die Verhältnisse im Bereiche des westlichen (gegen das Aow'sche Meer gerichteten) Manytsch sind nicht derart, um die Vorstellung von der selbstständigen Entwicklung eines den alten Manytsch beeinträchtigenden Flusses zu begünstigen.

Nun kommt aber noch ein Umstand hinzu, der die Lösung der Frage nach diesen eigenthümlichen Thalbildungen im Sinne Löwl's erschwert und wohl auch überhaupt verwickelt macht. Der Spiegel des caspischen Meeres liegt um 26 Meter tiefer als der des schwarzen, bezüglich Aow'schen Meeres, und der Spiegel des Aralsees liegt um 48 Meter höher als der Spiegel des schwarzen Meeres. Weder Manytsch, noch Oxus suchen also in ihren heutigen Haupt-Läufen das tiefer gelegene Becken des Caspi auf, trotzdem sie eine directe Verbindung bereits hergestellt hatten. Nach Löwl, der doch so viel Gewicht auf die zeitweisen Depressionen des oceanischen Wasserspiegels legt um seine rückwärts schreitenden Erosionen zu begründen, würde das thatsächliche Verhalten der genannten Flüsse kaum erklärbar sein dürfen. Wenn sich im Bereiche des aralocaspischen Beckens selbstständige, durch die Niederschläge im Bereiche dieses Beckens gespeiste Flüsse bilden könnten, deren Leistungsfähigkeit in Bezug auf rückläufige Erosion den Erwartungen von Löwl's Hypothese entspräche, dann müssten ja die in dem alten (caspischen) Oxusbett sich vereinigenden Gewässer den Strom ohne grosse Arbeit wieder in dieses Bett zurücklenken, wenn sie ihn überhaupt je fortgelassen hätten.

Aus dem thatsächlichen Befunde ergibt sich hier jedenfalls, dass die Gefällsverhältnisse im Unterlauf der Ströme keinen gar so maassgebenden Einfluss auf die Energie der rückschreitenden Erosion ausüben, wie Löwl annimmt, und dass sie demnach auch nicht die ihnen zugeschriebene Bedeutung für die Verlegung von Flussläufen besitzen.

Selbst, wenn wir nicht das absolute Ausmass des Gefälles, sondern das relative Durchschnittsgefälle der betreffenden Gabelarme im Hinblick auf die verschiedene Länge der bis zu ihrer Mündung durchmessenen Strecken in Betracht ziehen, erhalten wir kaum ein für Löwl günstigeres Ergebniss. Der östliche Manytsch, der dem tiefer gelegenen Seespiegel sich zuwendet, ist sogar kürzer als der westliche zum vorwiegenden Abfluss benützte, und hätte demnach, auch unabhängig von der Tiefenlage des caspischen Meeres, ein stärkeres Durchschnittsgefälle als der westliche Manytsch. Was den Oxus anlangt, so darf die Bifurcation etwa in 90 Meter Seehöhe angenommen werden (dies ist nämlich die Höhe von Chiwa). Wenn man sich nun die Mühe nehmen will, die Grösse des Durchschnittsgefälles beider Arme im Hinblick auf die Entfernungen bis zur Mündung und rücksichtlich der verschiedenen Niveau's der betreffenden Binnenseen auszurechnen, so wird man ebenfalls ein kleines Uebergewicht zu Gunsten des Gefälles des heute verlassenen Laufes herausbringen.

Bei dem Entstehen einer Gabelung handelt es sich also offenbar nur um das Gefälle der dem Theilungspunkt znnächst gelegenen Strecken.

Was aber hier vornehmlich bewiesen werden sollte, ist, dass die soeben besprochenen Fälle einer Gabelung von Flusssystemen nicht in dem vorhin von mir erörterten Sinne als Beispiele für eine nach oben eingetretene Vereinigung zweier verschiedener Flüsse durch rückschreitende Erosion aufgefasst werden dürften.

Ich will hier nicht näher untersuchen, ob und inwieweit die von mir schon in meiner ersten Arbeit über Querthäler erwähnten einstigen Verlegungen von Flussläufen der norddeutschen Ebene, auf welche aber auch Löwl bei seinen Ausführungen Bezug nimmt, sich auf analoge alte Gabeltheilungen zurückführen lassen, bei welchen dann immer nur der eine der beiden Stromäste sich als constanter Abfluss erhalten hätte. Beachtenswerth scheint mir diese Frage immerhin. Es wäre dann nämlich gar nicht nöthig anzunehmen, dass die heutigen Unterläufe jener Flüsse so spät gebildet seien, wie mein geehrter Widersacher annimmt, und die Schwierigkeiten, die sich im Sinne seiner Darlegung einer Neubildung von Flussbetten in den Weg gestellt hätten, kämen in Wegfall, wenn wir an eine präexistirende Bifluenz dächten.

Auch andere Beispiele, mit denen Löwl seine Theorie zu stützen sucht, erscheinen für deren allgemeine Zulässigkeit nicht ausschlaggebend.

Dass manche Thalsysteme einander in der Art genähert liegen können, dass ihre Wasserscheide in dem Bereiche eines Längenthales sich befindet, läugne ich um so weniger, als ich auf derartige Fälle bereits in meiner ersten Abhandlung über Querthäler mich bezogen habe. Hierher gehören z. B. die verschiedenen von Löwl erwähnten Täler, deren Wasserscheiden sich in dem Längenthale der sogenannten Spalte von Buccari befinden. In solchen Fällen fragt es sich aber immer, ob derartige Wasserscheiden nicht mit der ursprünglichen Anlage der Täler zusammenfallen. Da z. B. verschiedene Beobachter darüber einig sind, dass in den adriatischen, aus Kreide und Eocän bestehenden Küstengebirgen, welche mit der triadischen Kalkzone Illyriens und Bosniens parallel gehen, Ueberschiebungen von Falten „gegen Südwesten auf die

jüngsten Glieder der an der Gebirgsfaltung theilnehmenden Schichten“ stattgefunden haben (vergl. Bittner, die Herzegowina in den Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina, Wien 1880, pag. 269), so würde das ein Anwachsen der jüngeren Ketten in diesem Gebiete nach der Seite der Adria zu bedeuten, was ganz gut im Sinne meiner Theorie mit dem durch die ursprünglichen geschichtlichen Anlagen der Terrainverhältnisse vorbereiteten Durchbruch der hier von Löw'l erwähnten Querthäler nach der Küste zu übereinstimmt. Es ist eben überhaupt nicht so sicher ausgemacht, dass die rein tektonische Anlage des sozusagen nur theoretischen Längenthal von Buccari einmal einem fortlaufenden erst später allenthalben seitlich angezapften Flusse zum Bette gedient habe. Nur entsprechende Geschiebebänke oder Thalterrassen oberhalb der kleinen, dieses Längenthal in mehrere Abschnitte zerlegenden Wasserscheiden würden dies beweisen können. Dergleichen sind meines Wissens aber nie aufgefunden worden. Aehnliches gilt wohl auch für andere Fälle der Annäherung von divergenten Flusssystemen im Bereiche von Längsthälern.

In solchen Fällen ist die Form der Gabelung von Thälern dann zumeist wohl nur eine scheinbare und entspricht nicht einer einst stattgehabten diesbezüglichen Gabelung von Flüssen, weil es fraglich bleibt, ob alle in Längsthälern gelegenen Wasserscheiden überhaupt jemals als Theile von Flussbetten benützt wurden.

Wäre es eine normale Erscheinung, dass sich Flüsse im Sinne Löw'l's nach rückwärts und oben zu durch ein Gebirge gleichsam durchfressen, dann würde man nicht einsehen, warum ein solches Durchfressen immer nur auf den Durchstich einer Kette in ihrer ganzen Breite und auf die Anzapfung eines Längenthal abzielt, und warum nicht auch beispielsweise zwei benachbarte, in ihrer Richtung nach oben convergirende Querschluichten sich in Folge einer rückwärts schreitenden Erosion vereinigen und in dieser Weise die Form einer nach unten zu divergirenden Gabelung hervorrufen könnten. Das wäre ein viel einfacherer Fall, dessen Hervorbringung also auch der Natur geringere Anstrengungen gekostet haben und deshalb häufiger zu beobachten sein könnte. Ich bin im Augenblicke nicht so weit informirt, um zu wissen, ob das vorkommt, und erwarte die Beibringung diesbezüglicher Beispiele. Gute Studienobjecte für die Beurtheilung dieser Frage würden die radialen und tiefen Erosionsschluchten abgeben, welche man an den Kegeln durch längere Zeit unthätig gewesener Vulcane beobachtet, wie z. B. am Demavend in Persien an gewissen Vulkanen Javas oder am Taranaki in Neu-Seeland (vergl. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1878, pag. 183). Vielleicht findet man einmal, dass, durch ein derartiges Aneinandergerathen zweier Erosionsschluchten nach oben zu, ein Stück von der Flanke eines solchen Vulcans als selbstständige Bergspitze abgetrennt wird. Das würde sich dann hören lassen können. Bis wir aber dergleichen gehört haben werden, halte ich die bestehende normale Form der Confluenz der Thäler für ein Argument gegen die Löw'l'sche Theorie.

An einem schematischen Beispiel soll nun gezeigt werden, dass diese Theorie auch noch eine wichtige Forderung bezüglich der Thalterrassen zu erfüllen hat. Es ist ja immerhin denkbar, dass ihr dies

gelingen wird, und in diesem Falle könnte ihr dann ein nicht geringer Grad von theilweiser Berechtigung zugestanden werden.

Ich gebe von der Vorstellung aus, dass ein Fluss sein Bett möglicherweise nach rückwärts verlängern kann, dass jedoch eine bereits bestehende ältere Terrasse nicht ebenfalls einer Verlängerung nach rückwärts fähig ist.

Denken wir uns ein beispielsweise ostwestlich streichendes Kettengebirge von einem Fluss durchbrochen, welcher nach Norden verläuft und auf einem niedrigeren Höhenzuge südlich vom betreffenden Gebirge entspringt, oder vielmehr, um ganz im Sinne Löwl's zu schreiben, da selbst seine gegenwärtigen Quellen hat. Denken wir uns ferner ebenfalls im Sinne der discutirten Theorie, die Gebirge vor dem Durchbruch des Flusses bereits fertig in ihrer heutigen Höhe gegeben.

Auf der Nordflanke des höheren, ehemals als Wasserscheide fungirenden Gebirges würde nun einst ein Bach sich befunden haben, welcher dasselbe mehr und mehr nach rückwärts durchnagte, um schliesslich sein Quellgebiet weiter südlich bis zu dem supponirten Höhenzuge zu verlegen. Ehe dies Ereigniss complet wurde, wird nun dieser Bach ein Stadium gehabt haben, in welchem er bereits auf der Nordflanke des Gebirges Thalterrassen in beträchtlicher Höhe über seinem damaligen Bett gebildet hatte, in einer Höhe, welche sogar beträchtlicher gedacht werden kann, als die Höhe des niedrigen Hügelszuges, auf welchem er heute entspringt. Selbst die höchsten dieser Thalterrassen werden sich aber andererseits unter allen Umständen in einem tieferen Niveau befinden, oder befunden haben, als das der ehemaligen, ursprünglichen Wasserscheide war, von welcher der erst später rückwärts verlängerte Bach ausging.

Jene Wasserscheide denken wir uns nun durch die rückwärts schreitende Erosion aufgehoben. Der Fluss, der früher auf den Nordabfall des Kettengebirges beschränkt war, durchschneidet selbstverständlich jetzt auch dessen Südflanke. Wie verhalten sich nun zu dieser neuen Phase die früher gebildeten Terrassen? Wir würden sehen müssen, dass dieselben sich innerhalb der Südflanke des Gebirges, jenseits der aufgehobenen Wasserscheide, nicht fortsetzen und wir müssten in vieler Beziehung einen so zu sagen einseitigen Terrassenbau eines derartigen Durchbruchsthal's wahrnehmen.

Complicirter würde die Sache freilich, wenn dem ersten Bach auf der Südseite des Gebirges ein zweiter entgegen gearbeitet hätte, der seine eigenen alten Terrassen besässe. Da würde sich aber fragen lassen, ob denn diese letzteren, selbst unter der Voraussetzung eines jeweilig gleichen Alters, sich nothwendig in entsprechender Höhe der correspondirenden Terrassen der anderen Flanke befinden. Wenn das nicht zutrifft, dann bliebe trotzdem eine Asymmetrie in den Terrassenverhältnissen beider Theile des später vereinigten Flusslaufes bestehen, und es müsste wohl auch in der Region der ehemaligen, später aufgehobenen Wasserscheide eine Lücke in der Terrassenbildung überhaupt wahrgenommen werden können, wenigstens was die höchsten und ältesten Terrassen betrifft, die sich ja nie berührt haben können. Auch müssten die beiderseitigen, vor der Vollendung des Durchbruchs entstandenen Terrassen entgegengesetzte Neigungen aufweisen. Diese

letzteren Verhältnisse müssten übrigens auch zutreffen, wenn das Gebirge, südlich von der durchbrochenen Kette, auf welcher der Fluss heute entspringt, nicht gerade niedriger ist, als die erste Kette.

Es mag schwierig sein, an der Hand thatsächlicher Verhältnisse den Nachweis zu führen, dass die hier berührten Forderungen von den Durchbruchsthälern erfüllt werden, und ich verlange diesen Nachweis auch nicht allsogleich. Zum Ausbau der besprochenen Theorie würde er aber gehören.

Nach dem Gesagten könnte ich auf eine weitere Discussion dieser Hypothese verzichten, wenn ich es nicht für wünschenswerth hielte, einem weiteren Missverständnisse vorzubeugen, welches in der Art der von Löwl gesuchten Combination gewisser meteorologischer Vorgänge mit der Querthalbildung gefunden werden kann.

Otto Krümmel hat in einer höchst interessanten Studie über einseitige Erosion (das Ausland, Wochenschrift für Länder und Völkerkunde 1882, Nr. 2 und 3), in welcher er sich bezüglich des geologischen Theiles seiner Auseinandersetzung vollständig auf den von mir vertretenen Standpunkt stellt, die Aufmerksamkeit der Geologen darauf gelenkt, dass es viele Gebirge gibt, bei denen die Erosion ungleichmässig auf beide Flanken wirkt. Er hat dies unsymmetrische oder einseitige Erosion genannt und durch viele Beispiele zu erläutern gesucht, dass diese Art der Vertheilung der Erosion davon abhängt, dass die Niederschlagsmenge des atmosphärischen Wassers auf beiden Flanken der betreffenden Gebirge eine verschiedene ist. Je nachdem die eine Seite des Gebirges Regenfront ist oder im Regenschatten liegt, zeigt sich entwickeltere oder unentwickeltere Thalbildung. Krümmel hat dann bei seinen Ausführungen noch die Anwesenheit besonderer klimatischer Bedingungen, wie z. B. das periodische Auftreten der Erosion nach trockenen Jahreszeiten u. s. w. berücksichtigt und so ein deutliches Bild von dem innigen Zusammenhange der meteorologischen Verhältnisse mit der Thalbildung, einschliesslich der Querthalbildung, geliefert. Die Querthäler sind nach Krümmel auf der Regenseite der Gebirge häufiger und bedeutender, als auf der Seite des Regenschattens, sobald nämlich in der That eine bemerkbare Ungleichmässigkeit in der Vertheilung der Niederschläge stattfindet, was nicht überall der Fall ist.

Was für mich die Darlegung Krümmel's besonders lehrreich erscheinen liess, ist der Umstand, dass wir in dieser Darlegung zunächst einen neuen Beweis gegen die alte Theorie gefunden haben, welche die Querthäler auf Spaltenbildung zurückführte, denn es ist ja völlig klar, dass die inneren Structurverhältnisse eines Gebirges, dass Spaltenbildungen nicht im directen Zusammenhange mit atmosphärischen Erscheinungen oder speciell den atmosphärischen Niederschlägen stehen können, welche auf dieses Gebirge fallen. (Selbst die Verschiedenartigkeit des durch den Barometerstand messbaren Luftdruckes, welche allerdings bei Erdbeben und in Folge dessen auch theilweise bei tektonischen Vorgängen eine Rolle zu spielen scheint, kommt doch hier wohl nur als ein Factor von äusserst secundärer Bedeutung in Betracht.) Wenn nun aber umgekehrt ein directer Zusammenhang zwischen der Häufigkeit und Grösse der Querthäler mit den Regenverhältnissen eines

Gebirges erwiesen wird, dann wird die Annahme immer zugänglicher, dass die Querthäler nicht mit Spaltenbildung zusammenhängen.

Im Uebrigen bestätigen die Ausführungen Krümmel's den alten und von mir bei dieser Discussion jetzt und früher wiederholt betonten Satz, dass zur Ausbildung der Thäler vor Allem Wasser gehört.

Löwl hat sich nun des Krümmel'schen Gedankens bemächtigt und sucht denselben im Sinne seiner Hypothese auszuspinnen. Krümmel, meint er, sei auf dem besten Wege gewesen, die Bildung der Querthäler zu erklären, wenn er sich nicht gescheut hätte, mit meiner Theorie zu brechen. Krümmel hat eben aus seiner Darlegung nur die Folgerungen gezogen, welche sich thatsächlich daraus ableiten liessen und vor einer zu weit gehenden Anwendung dieser Folgerungen ausdrücklich gewarnt, insofern er sich bewusst war, dass mit einer rein meteorologischen Behandlung allein die Querthalfrage noch nicht lösbar ist.

Die Erweiterung aber des von Krümmel aufgestellten Gesichtspunktes im Sinne Löwl's bedeutet eine völlige Verschiebung desselben. Es wird genügen, dies an einem Beispiele zu zeigen, und wir wählen dazu das von Löwl selbst in erster Linie angeführte Beispiel, den Himalaya, über dessen Flussdurchbrüche ich mich in meiner ersten Arbeit in einigen allgemeinen Bemerkungen geäußert hatte.

„Diese Betrachtungen Tietze's über den Himalaya“, schrieb Krümmel (Ausland l. c. pag. 45) „haben ein Jahr, nachdem er sie publicirt, in Indien selbst, offenbar ganz unabhängig von seiner Anregung, eine Bestätigung erfahren, die nicht glänzender gewünscht werden kann.“ Darauf folgen Citate aus dem manual of the geology of India (Calcutta 1879, pag. 675) von Blanford und Medlicott, aus denen hervorgeht, dass Medlicott die Querthäler des Himalaya, insbesondere den Durchbruch des Dschinab bei Riassi auf Grund autoptischer Untersuchung genau in derselben Weise erklärt, wie ich das auf Grund theoretischer Erwägungen gethan hatte.

Dagegen opponirt nun Löwl unter Bezugnahme auf die bekannte klimatische Unsymmetrie des Himalaya. „Die Aufthürmung dieses ungeheuren Gebirgswalles entrückte die dahinter liegenden Gebiete den Einflüssen des regenbringenden Monsuns und bewirkte im Laufe der jüngsten Periode der Erdgeschichte jenen durchgreifenden Contrast zwischen der Himalaya- und der tibetanischen Region, der von allen Reisenden so nachdrücklich betont wird.“ Weiter heisst es, der erste Schritt zur Einleitung des Erosionsprocesses auf der trockenen tibetanischen Seite sei bereits gethan, „denn mehreren Flüssen der Südabdachung des Himalaya gelang die retrograde Verlängerung ihrer Querthäler durch das ganze Faltenystem hindurch bis in das Becken von Tibet.“ Hier werden vornehmlich Indus und Sedletsch genannt, deren Oberläufe also auch hier als die jüngsten Thalstrecken der betreffenden Flüsse betrachtet werden, ganz entsprechend dem Geiste einer Hypothese, welche, in ihrer Consequenz durchgeführt, den Ursprung der Flüsse, nicht wie bisher an deren Quelle, sondern an deren Mündung suchen muss und sucht.

Es verdiene nun, sagt Löwl, besonders hervorgehoben zu werden, dass die einzelnen Wasserläufe eine verschiedene Anzahl von Ketten durchbrechen. „Die meisten liegen in der Randzone oder führen

bis zur grossen Aufbruchswelle des Centralgneiss empor; andere greifen auch noch durch diese Axe des Gebirges hindurch, der Indus und der Sedletsch endlich haben ihr Quellgebiet sogar bis nach Tibet zurückgeschoben und der Karnali, ein Nebenfluss des Gagra, ist nahe daran ihrem Beispiele zu folgen. Dieses verschieden tiefe Eingreifen der Querthäler bereitet sowohl der Spaltentheorie als auch Tietze's Hypothese die grössten Schwierigkeiten, stimmt dagegen mit unserer (Löwl's) Erklärung völlig überein.“ In dieser Weise meint Löwl, sei „die Abhängigkeit des Erosionsreliefs von den klimatischen Factoren unverkennbar.“

Wenn aber diese Abhängigkeit eine absolute wäre, wenn der Bau oder die Ausdehnung der Erosionsthäler ausschliesslich von solchen klimatischen Factoren bedingt wäre, ohne Rücksicht auf eine relativ frühzeitige Anlage vieler dieser Thäler auch in ihrem oberen Laufe, dann würde gerade im Himalaya das Verhältniss des „verschieden tiefen Eingreifens der Querthäler“ ein ganz anderes sein, als es thatsächlich ist.

Die Wetter- und Regenverhältnisse Indiens und des Himalaya sind bekanntlich nicht überall die gleichen. Ich kann mich hier nicht darauf einlassen eine ausführliche Darlegung derselben zu geben. Für unsere Zwecke genügt es vollkommen, auf die diesbezügliche Schilderung des indischen Monsungebietes zu verweisen, welche A. Grisebach in seinem bekannten und berühmten Werke über die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung (2. Band, Leipzig 1872) uns gegeben hat. Ich citire auch hier nur einige wenige Sätze.¹⁾

So heisst es (pag. 46): „Die dichten Wälder und die reineren Savannen sind im nördlichen Hindostan auf den östlichsten Theil der Niederung und auf den Himalaya eingeschränkt. Westwärts nehmen die Niederschläge, die in Bengalen auch im Winter nicht ganz fehlen und die Vegetation grün erhalten, an Stärke und Dauer ab. Wenn die Regenperiode in der Richtung zum Indus von fünf zu drei Monaten herabsinkt, bis sie zuletzt in den Wüsten von Rajwara und Sind ganz aufhört, können die Bäume nicht mehr rechtes Gedeihen finden und statt der Grassavanne mehrt sich das magere Gestrüpp.“ Weiter heisst es in Fortsetzung dieser Schilderung: „Nicht einmal die Ströme werden von zusammenhängenden Uferwäldern begleitet, der wechselnde Stand des Wassers müsste sie gefährden.“

Auf Seite 57 schreibt Grisebach: „Im Himalaya bot die Vergleichung des feuchten Klimas von Sikkim mit den dürren Thälern des Indusgebietes die Grundanschauungen, aus deren Verknüpfung die Gliederung des Gebirges in westöstlicher Richtung sich ergibt, denn in der Menge

¹⁾ Wer sich für die Regenverhältnisse des Himalaya näher interessirt, der wird beispielsweise in der Abhandlung von A. Hill über die Höhe der Maximalzone des Regenfalles im nordwestlichen Himalaya (Zeitschr. f. Meteorologie, Wien 1879, pag. 161) weitere Anhaltspunkte finden. Der von Hill geführte Nachweis, dass das Maximum des Regenfalles daselbst in etwa 4200 Fuss Seehöhe eintritt, und dass in 11000 Fuss Seehöhe der Regenfall nur mehr $\frac{1}{5}$ des Maximalwerthes ist, könnte zu der Betrachtung führen, dass in den höher gelegenen Bergen dieser Kette, also in den Ursprungsgebieten der grösseren Flüsse, die Thätigkeit der Erosion, soweit sie nämlich direct von den meteorologischen Verhältnissen bedingt wird, überhaupt eine eingeschränktere sein mag.

wie auch in der Vertheilung der Niederschläge über das Jahr, unterscheidet sich der östliche Himalaya von dem westlichen in ähnlichen Uebergängen, wie die vorliegenden Ebenen. Auch die Gebirge des Westens empfangen nur zur Zeit des südlichen Monsuns ihren Regen, das ganze übrige Jahr ist ausserordentlich dürr.“ Weiter heisst es: „Aber die Vegetation dieser Abhänge und der tief in das Innere einschneidenden Thäler zeigt im Osten und Westen des Gebirges einen völlig verschiedenen Charakter. Diesen Gegensatz schildert Thomson, indem er Sikkim mit Simla vergleicht.“ In Simla seien nämlich die Berggehänge felsiger und grösstentheils waldlos, offen und grasreich, in Sikkim aber verliere der üppige Jungle-Wald, der die feuchtwarmen Abhänge überall bekleide, erst an der Laurinengrenze (bei 8400 Fuss) seinen tropischen Charakter. Auf Seite 58 heisst es dann: „Da in dem trockneren Klima des westlichen Himalaya der Himmel häufiger heiter und daher der Wechsel der Temperatur nach den Jahreszeiten grösser ist, so nähern sich die Vegetationsbedingungen der oberen Regionen denen der europäischen Gebirge.“

Wäre also das „verschieden tiefe Eingreifen der Querthäler“ in den Himalaya im Sinne Löwl's durch die Ab- oder Zunahme der Regenmengen bedingt und wäre wirklich überall „die Abhängigkeit des Erosionsreliefs von den klimatischen Factoren unverkennbar,“ dann dürften am allerwenigsten die Flüsse der trockeneren Gebiete, wie Indus und Sedletsch, sich durch die am weitesten ausgebildete „retrograde Verlängerung“ auszeichnen. Das verschieden tiefe Eingreifen der Querthäler im Himalaya bereitet also Löwl's Hypothese die grössten Schwierigkeiten, inwiefern es aber meiner eigenen Theorie widerstreben soll, vermag ich nicht einzusehen, ebenso wie ich die Begründung dieses Satzes bei Löwl vermisste. Ganz im Gegentheil habe ich mir vorhin gelegentlich der Erwähnung des Poprad erlaubt eben dieselbe Thatsache des ungleichen Eingreifens zu Gunsten meiner eigenen Auffassung zu benützen.

Ich bin am Schlusse meiner Ausführungen angelangt, soweit sie die Mittheilung Löwl's betreffen.

Was sich gegen die letztere in der Eile, mit der ich diese Zeilen schreibe, an Einwänden mir aufdrängte, habe ich hier zusammenzufassen gesucht. Diese Einwände mögen nicht sämmtlich gleichwerthig und ihrerseits einer weiteren Erörterung bedürftig sein. Aus einer solchen Erörterung wird dann einst hervorgehen, welcher Grad von Berechtigung einem Theil der abgelehnten Ansichten neben anderen theoretischen Vorstellungen über die Bildung von Durchbruchsthälern zukommt. Der etwaige gesunde Kern dieser Ansichten muss aber wohl erst von den meiner Ueberzeugung nach übertriebenen Verallgemeinerungen befreit werden, unter deren Hülle er heute noch verborgen bleibt.

Dass es eine rückschreitende Ausgleichung des Gefälles in Flussbetten gibt, darüber war man wohl seit einiger Zeit nicht im Zweifel, und ich erinnere in dieser Beziehung an gewisse Auslassungen Hochstetter's und H. Credner's in ihren Lehrbüchern der Geologie. In wie weit aber, wie für specielle Fälle auch schon von Einigen vermuthet wurde, diese Ausgleichung einer Gefällslineie von gegebener Länge zu einer retrograden Verlängerung derselben führen kann und

namentlich welche allgemeinere quantitative Bedeutung einer solchen Verlängerung für die Erläuterung der Genesis unserer Flussnetze zukommt, das war die Frage, welche zu beleuchten ich nicht umgehen konnte.

Wenn ich dabei mich zunächst auf den Standpunkt des Zweiflers gestellt habe, um eine in raschem Eifer vorgetragene, und über ihr berechtigtes Ziel hinausschiessende Beweisführung durch eine wohl nicht völlig unberechtigte Kritik zu entkräften, so soll das in keiner Weise den Bestrebungen eines Forschers abträglich sein, der sich durch sein Eingreifen in die Querthal-Frage hoch verdient gemacht hat. Das lag nicht in der Absicht der vorstehenden Bemerkungen.

Sie galten der Abwehr eines Angriffs, welcher, wie mir vielleicht zu zeigen gelungen ist, nicht ausreichend vorbereitet war, der aber dennoch eine Erweiterung der Gesichtspunkte geschaffen hat, unter welchen das Problem der Querthalbildung betrachtet werden kann. Wenn ich dies anerkenne, so handelt es sich dabei für mich nicht etwa um die am Schlusse einer Auseinandersetzung bisweilen übliche Verbeugung vor dem Gegner, sondern um die Wiederholung eines bereits in der Einleitung ausgesprochenen Dankes für die vielfache Anregung, welche ich aus der Darstellung Löw's geschöpft habe. Vielleicht findet diese Anregung auch in anderen Kreisen Wiederhall und gibt Veranlassung zu erneuter Discussion des Gegenstandes. Ob ich an einer derartigen Discussion mich sobald wieder betheiligen werde, kann ich aber nicht versprechen.

Ich bin kein Freund von Universalmitteln in der theoretischen Geologie, weil deren Anwendung in der Regel zu einem starren, dogmatischen Standpunkte führt, der zwar bei Einzelnen unschädlich sein kann, aber, einmal in den Besitz einer ganzen sogenannten Schule übergegangen, der Weiterentwicklung einer Wissenschaft nicht selten auf längere Zeit störend und hemmend entgegentritt. So sehr ich also auch in der Hauptsache von der Giltigkeit meiner Theorie für eine grosse Anzahl von Fällen überzeugt bin und an ihrer Anwendbarkeit für die Mehrzahl der Querthäler vorläufig festhalte, so scheinen mir doch damit noch lange nicht alle Schwierigkeiten beseitigt, die sich in einzelnen Fällen dieser Anwendbarkeit entgegenstellen können, und auch noch lange nicht alle Gesichtspunkte erschöpft, unter denen die Entstehung der Querthäler betrachtet werden kann, und wer meine erste diesbezügliche Arbeit unbefangen liest, wird auch schwerlich herauslesen, dass ich für meine Theorie damals eine universelle Geltung beansprucht habe.

Nicht einmal die Spaltentheorie hatte ich principiell völlig ausgeschlossen, so wünschenswerth mir auch eine weitgehende Einschränkung derselben schien, wie das mir auch heute noch scheint. Ich schrieb eben, wie schon der Titel meines Aufsatzes andeutete, keine Monographie der Thalbildung im Allgemeinen, wo ich verpflichtet gewesen wäre, mir und meinen Lesern über diesen Gegenstand nach allen Seiten hin Rechenschaft zu geben, es handelte sich damals nur darum, einige neue Gesichtspunkte aufzustellen, unter denen die Bildung der Querthäler betrachtet werden könnte, und um den Nachweis, dass die seitherigen Ansichten zur Erklärung des Phänomens nicht überall ausreichten. Es

mögen Andere in der Billigung meiner Theorie weiter gegangen sein als ich selbst. Bedarf es aber eines Beweises, dass ich dieselbe nur im eingeschränkteren Sinne gelten lasse, so sollen hier nun am Schlusse unserer Betrachtung noch kurz einige Möglichkeiten berührt werden, im Sinne welcher man sich die Entstehung von Flussdurchbrüchen vorstellen kann, ohne die Spaltentheorie, ohne die Theorie von der rückläufigen Erosion und ohne endlich meine eigene Theorie von einer schon während der Erhebung der Gebirge an der Vertiefung der Thäler arbeitenden Erosion in Anspruch zu nehmen.

Ich knüpfte zunächst an die im Verlauf dieser Arbeit schon einmal erwähnten Karsterscheinungen an, deren Wesen ich wohl heute allseitig als genügend bekannt, wenigstens soweit voraussetzen muss, als Mittheilungen in der Literatur darüber vorliegen.

Als ich mich vor einigen Jahren (Zur Geologie der Karsterscheinungen, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1880) gegen die Berechtigung gewisser von Mojsisovics vorgetragener Meinungen über die Natur der sogenannten Karstlandschaften aussprechen musste, konnte ich nicht umhin, am Schluss meiner diesbezüglichen Ausführungen einen der Gedanken des genannten Autors mit voller Zustimmung zu acceptiren. Dieser Gedanke betraf die Wahrscheinlichkeit oder Möglichkeit einer endlichen Verwandlung der unterirdischen Denudation, welche in jenen Landschaften vielfach wirksam ist, in eine ausschliesslich subaërische und somit die Möglichkeit einer schliesslichen Verwandlung der unterirdischen Flussläufe des Karstes in oberirdische. Ich griff die betreffende, von Mojsisovics flüchtig hingeworfene Andeutung schon deshalb auf, weil sie der von mir vertretenen, von ihm aber bestrittenen Anschauung von der Einsturznatur der sogenannten Karsttrichter vollkommen entsprach. Die nicht selten nachweislich über einem unterirdischen Flusslauf angeordneten Reihen derartiger Trichter bezeichnen ja die ersten Wirkungen der unterirdischen Erosion an der Oberfläche, und ohne das Eintreten derartiger Wirkungen kann ja an eine Umwandlung des unterirdisch begonnenen Erosionsprocesses in einen später rein oberflächlich thätigen nicht gedacht werden. „Die Vorgänge also“, so schrieb ich, „durch welche die auffallenden und sonderbaren Erscheinungen der Karstgebiete bedingt werden, streben dahin, diese Erscheinungen schliesslich wieder zu verwischen.“

Es sei mir nun gestattet, meine weitere Darstellung dieser Auffassung wörtlich wiederzugeben, da ich letztere, ohne undeutlich zu werden, kaum kürzer zusammenzufassen vermag:

„Die Deckengewölbe der unterirdischen Corridore stürzen nach und nach ein, zuerst stellenweise, dann in weiterem Umfange, bis sie endlich gänzlich verschwinden. Der oberflächlich sichtbare Ausdruck jener ersten stellenweisen Einstürze sind aber unsere (Pingen ähnlichen) Karsttrichter. Hie und da verbinden sich benachbarte Einzeltrichter zu einer grösseren Doline von ungleichen Durchmesser. Viel weiter ist gerade in unseren illyrisch-bosnischen Karstgebieten der Vorgang in den meisten Fällen nicht gediehen. Die Decke der Corridore ist zumeist nur eine in dieser Weise durchbrochene oder durchlöchernde, aber sie wölbt sich noch immer über jenen zahllosen finsternen Galerien, von denen wohl die meisten dem Fusse des Menschen für immer un-

zugänglich bleiben werden. Macht aber die Zerstörung des Gewölbes Fortschritte, giebt es dann nach oben zu mehr offenen Raum als verdeckten, dann erscheinen nur mehr einzelne Deckbalken oder Brückenbögen als Reste der ursprünglich continuirlichen Decke. Als ein derartiger Gewölberest darf z. B. die Felsenbrücke aufgefasst werden, welche am unteren Ende des nach oben offenen Felsenkessels der Mazocha bei Adamsthal in Mähren sich über dem die Mazocha verlassenden Bache aufbaut. Jene devonischen Kalkgebiete mit ihren indessen immerhin noch zahlreichen und durch mancherlei Einschlüsse so interessanten Höhlen scheinen stellenweise schon jenem vorgeschrittenen Stadium der Verkarstung sich zu nähern, in welchem durch die Fortsetzung dieses Vorganges die ersten Aeusserungen desselben theilweise verwischt sind.“

Berücksichtigt man nun die oft genug hervorgehobene Thatsache, dass in Karstgebieten die Thalscheiden sehr oft nicht zugleich Wasserscheiden sind, so kann man sich im Bereiche speciell zunächst mancher Kalkgebirge die allmälige Herausbildung von offenen Flüssen sogar quer durch Ketten hindurch vorstellen, ohne dass diese Ketten zerspalten wurden, um den Flüssen einen Durchgang zu gestatten, ohne dass ein Bach von aussen und unten her mit seinem nach rückwärts sich vertiefenden Bett solch' eine Kette bis zum nächsten Längsthal durchnagte, und ohne dass die Kette, erst nachdem der Bach bereits durch das von ihr eingenommene Areal floss, allmäligen gehoben wurde. Es handelt sich hierbei häufig nur um die Herstellung einer offenen Verbindung zwischen je zwei bereits oberflächlich sichtbaren Flussstrecken durch Beseitigung der Decke des diese beiden Strecken verbindenden Tunnels. Ein solcher Process kann wahrscheinlich sehr langwierig werden, wenn es sich beispielsweise um solche breite und hohe Ketten handelt wie diejenige, welche von der Dobra zwischen Ogulin und Mariatrost. (Jahrb. der geolog. Reichsanst. 1873, pag. 48) durchzogen wird; es ist auch nicht nöthig, dass er überall, wo er begonnen, zu Ende geführt wird, wenn man an die verschiedenen Zufälle sich erinnert, denen die unterirdische Wassercirculation der Karstgebiete durch Verstopfungen oder Verlegungen des Gefälles ausgesetzt sein können, aber da es wahrscheinlich nicht bezweifelt werden dürfte, dass ein Fluss schliesslich nach einiger Frist mit einer über ihm ausgespannten natürlichen Felsenbrücke durch Unterwaschung der betreffenden Brückenköpfe fertig werden kann, so wird man schliesslich auch die Beseitigung eines grösseren Tunnelgewölbes in Folge der Wirkungen der unterirdischen Erosion nicht für principiell unmöglich halten, denn es besteht ja wohl oft nur ein gradueller Unterschied zwischen einem solchen natürlichen Tunnel¹⁾ und einer natürlichen Felsenbrücke.

Diese natürlichen Brücken, über welche Boué in seinem Aufsatz über eine canalartige Form gewisser Thäler (Sitzber. Akad. d. Wiss. mathem. naturwiss. Cl. Wien 1864, 49. Bd. pag. 4 des Aufsatzes) eine

¹⁾ Nach Allem, was ich über den Karst-Process geschrieben, brauche ich mich wohl nicht dagegen zu verwahren, dass unter einem solchen Tunnel etwa ein Hohlraum verstanden werde, der mit unseren regelmässig gestalteten Eisenbahntunnels Aehnlichkeit besitzt.

mit grosser Literaturkenntniss verfasste Zusammenstellung gegeben hat, bieten sich demnach als ein für geologisch-geographische Studien sehr interessantes Object dar, welches bisher entweder ganz vernachlässigt, oder in der Kategorie der Curiositäten gelassen wurde, mit denen sich nichts weiter anfangen liess. Ich erwähne die Sache auch hauptsächlich nur, um Andere darauf aufmerksam zu machen.

Die Mehrzahl der von Boué erwähnten Brücken, wie die auf der Ardeche in Virginien (Journ. d. phys. 1823 Bd. 96 pag. 138), bei Veja im Veronesischen (Giornale d'Italia 1770, Bd. 6 pag. 241), in der Grafschaft Rockbridge in Virginien (Trans. Americ. phil. soc. 1818, Bd. 1 pag. 174), in Missouri (King in Americ. j. of. sc. 1844, Bd. 47 pag. 129), auf dem Nuddy River bei Murfrees Barough in Illinois (Ausland 1848, pag. 755), am Berge Olive im St. Thomas-Thal auf Jamaika (De la Bèche, transact. geol. soc. 1826, Bd. 2, Taf. 20), auf Attaran im Birmanischen (Edinb. n. philos. j. 1826 Bd. 3 pag. 365) und andere befinden sich den betreffenden Angaben nach im Kalkgebirge, so dass, da jedes Kalkgebirge mehr oder weniger etwas von Karsterscheinungen aufweist, die betreffenden Beispiele wahrscheinlich auf unsere jetzige Auseinandersetzung sich werden beziehen lassen. Das Gleiche gilt wohl auch für die von Hermesdorf (Journ. of the geogr. soc. London 1862 pag. 552) erwähnte in einer Ausdehnung von mehr als 105 Fuss den Lauf des 6–14 Fuss breiten Aroyo de la Cueva auf dem Isthmus von Tehuantepek bedeckende Ueberwölbung, weil wenigstens aus der Umgebung zahlreiche Höhlen mit Stalaktiten angegeben wurden. Auch die von Travertin gebildeten Brücken, wie zu Bania bei Nisch in Serbien (Boué l. c. pag. 5) und die von Tschichatscheff aus der Gegend von Pambuk Kalessi in Klein-Asien (Asie mineure 1853, Bd. 1, pag. 348) beschriebene und abgebildete dürften hier zu erwähnen sein.

Etwas Anderes ist es vielleicht mit den drei Sandsteinbrücken auf dem Pandi oder Icononro in Neu-Granada (Cochrane Hertha 1825, Bd. 2, Heft 3, Geogr. Zeitschr., Seite 85), ein Phänomen, welches sich möglicherweise an die heutzutage freilich nicht von Flüssen zum Durchgang benützten Felsenthore der sächsischen Schweiz (Trebischthor, Kuhstall) anschliessen lässt. Da ja übrigens auch in solchen Sandsteingebieten stellenweise unterirdische Aushöhlungen vorkommen (ich erinnere an die sogenannte Domkirche bei Weckelsdorf in Böhmen), so mag man immerhin dabei an den Karstprocess erinnert werden, obschon der Unterschied der diesbezüglichen Vorgänge in Sandsteingebieten gegenüber kalkigen Karstgebieten nicht bloss ein gradueller ist, sondern auch darin besteht, dass die auslaugende, chemische Thätigkeit des Wassers bei Sandsteingebieten in Wegfall kommt und nur die mechanische Auswaschung wirksam ist.

Endlich nenne ich noch die Felsenbrücke, welche 8 Stunden oberhalb der Einmündung des Maku in den Araxes über den erstgenannten Fluss führt, und welche aus Lava gebildet wird. (Ritter, Erdkunde 9. Theil, pag. 921.)

Wenn nun auch manchmal zu untersuchen wäre, ob nicht solche Brücken durch das Herabstürzen grosser Felsblöcke von den steilen Seitengehängen schmaler Thalschluchten entstanden sind, wo dann die

Felsstücke über dem Flussbett von beiden Ufern gestützt liegen blieben, in der Art, wie A. v. Humboldt das 'aus den Anden Quito's beschrieben hat, so möchte ich doch nicht mit Boué übereinstimmen, der gerade diesen Vorgang für den hauptsächlich wirksamen bei der Hervorbringung der Brücken zu halten schien. Namentlich in den Kalkgebirgen werden wir es wohl meistens mit wirklichen unmittelbaren Erosionserscheinungen zu thun haben.

Nicht uninteressant betreffs der möglichen Wechselbeziehung, die zwischen rein oberirdisch verlaufenden Flüssen und einer Anzapfung derselben durch unterirdische Canäle stattfinden kann, sind die Verhältnisse, welche bei Feldkirchen in Kärnten zwischen dem Oberlauf der Gurk und dem in den Ossiacher See mündenden Tiesel-Flusse bestehen. Ein Querriegel, welcher dort nach Peters (die Donau p. 113) die beiden Thäler seit der Tertiärzeit trennt, wurde unterirdisch durchnagt und die „Gurk verliert jetzt an dieser Stelle mehr als ein Drittheil ihres Wassers, das als Tiesel in mächtigem Schwallen hervorbricht“. Diese Thatsache ist umso merkwürdiger, als sie in keinem Karstgebiete zur Erscheinung gelangt. Der Vorgang nun, der hier begonnen wurde, dürfte in geologisch nicht zu fernher Zukunft auch vollendet werden. Dem günstigeren Gefälle des unterirdischen Canals entsprechend, wird sich mehr und mehr Wasser aus dem Bett der Gurk nach der Richtung von Feldkirchen zu ergiessen, Hand in Hand gehend mit der zunehmenden Ausweitung des betreffenden Canals. Diese Ausweitung aber wird wahrscheinlich zu einem schliesslichen Zusammenbruch der hier ohnehin nicht mächtigen Decke des Canals und zur Eröffnung eines neuen oberirdischen Thalweges führen.

Indem wir uns das soeben Gesagte vergegenwärtigen, erblicken wir also in der unterirdischen Erosion einen der Factoren, welche stellenweise unter dafür günstigen Verhältnissen zur Ausnagung von Ketten oder doch wenigstens zur Beseitigung kleinerer Querriegel führen können. Da hätten wir dann gleich „Gebirge, welche weit älter sind als ihre Querthäler.“

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Betrachtung wieder zur theilweisen Rehabilitirung der Spaltentheorie von Denen benützt werden wird, welche die Bildung unterirdischer Hohlräume ausschliesslich auf Spalten zurückführen. Ich theile diese Auffassung nicht vollständig (vergl. „Zur Geologie der Karsterscheinungen“, Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 1880, pag. 735) und werde vielleicht noch gelegentlich der von mir beabsichtigten geologischen Beschreibung von Montenegro einige Bemerkungen zur Berichtigung, oder besser, zur Einschränkung derselben mittheilen können. Wenn wir aber auch kleinere, unregelmässig in den Kalkgebirgskörpern vertheilte Spalten und Klüfte als locale Angriffspunkte für die unterirdische Erosion ansehen wollen und theilweise auch müssen, so ist Derartiges doch nicht einmal entfernt gleichbedeutend mit solchen gründlichen, den Zusammenhang zweier Theile einer Kette aufhebenden Zerspaltungen des Gebirges, wie sie die alte Spaltentheorie für die Erklärung der Durchbruchsthäler in den Vordergrund geschoben hat.

Wir gelangen zu einer neuen Betrachtung.

Es sind Fälle bekannt, wo Gebirgserhebungen durch jüngere Massenanhäufungen ganz oder theilweise maskirt werden, wo die betreffenden Landschaften, um einen von Richthofen im zweiten Bande seines China gebrauchten Ausdruck zu wiederholen, in eine Art von Puppenzustand versetzt worden sind, wie das vornehmlich in ausgedehnten Lössgebieten vorkommt. Ich selbst habe in meinen Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges (Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt 1877, pag. 405 und 406) auf einige Beispiele aufmerksam gemacht, aus denen hervorging, dass einige niedrigere, dem Südabhange des Alburs vorgelagerte Ketten nur mit einzelnen Kuppen über die Ausfüllungsmassen der persischen Hochsteppe hervorragen, im Uebrigen aber in ihrer Streichungsfortsetzung unter dem Steppenlehm zu verschwinden scheinen, und ich zweifle nicht daran, dass ähnliche Beispiele auch noch aus anderen, als asiatischen abflusslosen Steppengebieten mit mächtigeren, jüngeren Oberflächengebilden werden beigebracht werden können.

Treten nun in derartigen Landschaften aus irgend welchen Gründen climatische Veränderungen ein, werden die atmosphärischen Niederschläge reichlicher und öffnet sich dem bisher abflusslosen Becken in einer für jeden einzelnen Fall näher zu bestimmenden Weise ein Abfluss, beispielsweise durch die Entwicklung eines seine Umrandung an einer Stelle überfluthenden Sees, dann können in solchen Becken Flüsse entstehen, welche Anfangs über die genannten jüngeren Bildungen hinweg, und in diesen ihren Weg suchen, welche aber bei schliesslicher Fortführung eines grossen Theiles des die älteren Gebirge maskirenden Materiales an gewissen Stellen den Rücken der maskirten Ketten erreichen und in diese sich einzuschneiden beginnen. Werden nun die betreffenden Landschaften allmählig mehr und mehr von ihrem Puppenzustande erlöst, dann wird man unter Umständen Querthäler vor sich sehen, welche von oben nach unten in die betreffenden, früher versteckt gewesenen Ketten eingesägt wurden, ohne dass diese Ketten sich während des Einschneidens der Flüsse emporgehoben zu haben brauchen.

Der Fall, wie ich ihn hier gebe, ist vorläufig ein ganz hypothetischer, und es muss Anderen überlassen werden, zu prüfen, ob sich bestimmte Beispiele in diesem Sinne werden erläutern lassen, aber principiell ist er denkbar. Er würde allerdings nur für Durchbrüche durch relativ minder hohe Ketten diese principielle Geltung beanspruchen dürfen, weil gerade die jeweiligen höchsten Kämme eines Gebirgslandes nicht in jenen Puppenzustand gerathen, und weil das Entstehen jener Flüsse, die sich in einen durch Löss u. s. w. früher maskirt gewesenen Gebirgszug einschneiden, die Anwesenheit höher aufsteigender Gebirge in der Nähe, von denen sie herabkommen können, zur Voraussetzung hat.

Es ist nun vielleicht nicht uninteressant, hervorzuheben, dass dieser hypothetisch angenommene Fall uns zeigt, wie es stellenweise vorkommen könnte, dass ein Fluss von einem Gebirge herabkommt, welches als Erhebung, als Gebirge jünger ist, als das Gebirge, durch welches er sich später eingeschnitten hat, denn es ist ja principiell denkbar, dass dieses erst nach und nach aus dem Puppenzustand herausgeschälte

Gebirge in seiner Erhebung älter ist, als die höhere Kette, von welcher der Fluss kommt. Ich habe hier keinen speciellen Fall im Auge und erwähne diese Eventualität überhaupt nur, um ein Argument, welches man möglicherweise einst gegen meine im specielleren Sinne sogenannte Querthaltheorie hervorkehren könnte, gleich jetzt unschädlich zu machen. Nach dieser meiner Theorie würden ja die Ketten, von denen ein Fluss ausgeht, in der Regel als Erhebungen älter sein, als die Ketten, welche der Fluss in seinem weiteren Verlaufe durchbricht, und hier stossen wir in Folge rein theoretischer Betrachtung auf die Möglichkeit eines umgekehrten Verhaltens. Doch ist wohl jedem Unbefangenen klar, dass ein auf dieses Verhalten basirtes Argument nur einen scheinbaren Werth besitzen würde, ähnlich wie die Beweisführung, welche die Präexistenz von Schichtenstörungen in einem Gebirge aus einer Zeit, in welcher das heutige Gebirge noch vom Meer bedeckt war, gegen meine Theorie in's Treffen führte. Es kommt hier wie dort auf den Zeitpunkt des Sichtbarwerdens des Gebirges, auf den Zeitpunkt seiner Erreichbarkeit für die Erosion an. Das ist wohl selbstverständlich.

In gewissem Sinne würden hierher auch diejenigen Fälle gehören, in denen ein Fluss sich durch jüngere, später ganz oder theilweise durch Denudation entfernte marine Schichten hindurch bis in das ältere Gebirge herab eingeschnitten hat. Manche Durchbrüche durch scheinbar ältere Ketten können auf diese Weise eine Erklärung finden,

Eine andere Möglichkeit, die in's Auge gefasst werden darf, ist die der Benützung eines präexistirenden, mehr oder weniger von Steilfern eingefassten marinen Canals durch einen Fluss, nach Trockenlegung eines dem Canal benachbarten Gebietes und des Canals selbst.

Die diesbezügliche Vorstellung wird vielleicht durch ein freilich ebenfalls nur hypothetisches Beispiel deutlicher, welches ich dem Buche von Peters „Die Donau und ihr Gebiet“ (pag. 346) entnehme. Peters weist darauf hin, wie das schwarze Meer durch die von den in dasselbe mündenden Flüssen herbeigeführten Materialien beständig weiter ausgefüllt werde, wie demzufolge auch Dniepr, Dniestr und Donau sich dereinst zu einem gemeinschaftlichen oder zusammengehörigen Flusssysteme verbinden werden und fährt dann fort: „Ja selbst die Zukunft ist nicht undenkbar, in der die Ausfüllung des ganzen Pontusbeckens eine vollständige sein wird und die Flüsse sich durch weitläufige Terrassenlandschaften neuer Bildung in eine schmale, nach dem Bosphorus hin ausmündende Mulde ergiessen werden.“

So fernliegend nun auch die Zeit sein mag, in der dies geschehen kann, und so wenig im Hinblick auf andere dazwischentretende Eventualitäten mit Sicherheit auf den Eintritt des Falles gerechnet werden kann, dass die durch die anderen dem Pontus tributären Flüsse vergrösserte Donau sich durch den Bosphorus und die Dardanellen in das ägäische Meer ergiesst, theoretisch zulässig ist die Discussion dieses Falles immerhin, wenn es sich um die Erklärung der Entstehung der Durchbruchsthäler handelt.

Das Verhältniss des Don zum Asow'schen Meere ist ein ganz ähnliches, wie jenes hypothetische Zukunftsverhältniss der Donau zum Pontus. Es ist in kleinerem Massstabe die Wiederholung des letzteren

Falles, in dessen zukünftige Entwicklung die Einbeziehung des Arealis des Asow'schen Meeres in das Stromgebiet des Don gleichsam als Episode eingeschaltet erscheinen würde.

Man kann hier an den Aufsatz zur Frage über das behauptete Seichterwerden des Asow'schen Meeres von G. v. Helmersen erinnern. (Bulletin de l'acad. des sc. de St. Petersbourg, tm. XI. p. 555—584, 1867.) Nachdem Helmersen sich über die Menge der vom Don mitgeführten festen Stoffe geäußert hat, setzt er auseinander, dass das Delta dieses Stromes seit Strabo's Zeiten, also seit 1900 Jahren „um 38 Stadien nach Westen sich vorgeschoben hat, was durchschnittlich etwas über 11 Fuss in einem Jahre betragen würde.“ Nach anderen Berechnungen würde dieses Wachstum sogar in neuerer Zeit noch rascher vor sich gehen. Es würde z. B. der Taganrog'sche Busen in der Zeit von 1796 bis 1864 stellenweise um 6 Werst zurückgewichen sein und sogar die Batterien, die man während des Krim-Krieges 1855—56 am westlichen Rande des Delta's, in der Nähe des Meeres auführte, sollen in Folge von Neubildung von Land nach 10 Jahren schon weiter von der Küste entfernt gewesen sein.

Diesen Thatsachen braucht es nicht einmal zu widersprechen, dass nach den Angaben einer früheren wissenschaftlichen Commission das Hauptfahrwasser des eigentlichen Asow'schen Beckens seit Polybius' Zeiten (150 vor Chr.) eine Verminderung der Tiefe nicht erfahren haben soll.

Mögen nun an diesem Seichterwerden des betreffenden Meeresbeckens ausschliesslich die Zufuhr des von den Flüssen, insbesondere dem Don herbeigebrachten Materials und die ebenfalls eine Rolle spielende Umschwemmung von Partien der bei Stürmen unterwaschenen Ufer Schuld tragen, oder mögen auch andere Factoren dabei theilhaftig sein, so liegt doch hier der Gedanke an die Möglichkeit einer einstigen Zuschüttung des Beckens um so weniger fern, als dieses Becken ohnehin schon zu den seichtesten Meerestheilen gehört. „Seine grösste Tiefe erreicht es mit 48 Fuss im Fahrwasser zwischen Berdänsk und der Meerenge von Kertsch, aber im nordöstlichen Winkel beträgt sie dicht vor dem Delta nur 5 bis 9 Fuss und zwischen dem Westrande des Delta und Taganrog nicht über 12 Fuss, mit Ausnahme einer einzigen, 19 Fuss tiefen Stelle.“

Denken wir uns nun in Folge des geschilderten, stets fortschreitenden Processes das Asow'sche Meer ausgefüllt und den Don ausserhalb der Strasse von Kertsch in's schwarze Meer mündend, dann wird er vor seiner Mündung die Hügelkette der Halbinseln Kertsch und Taman zu durchbrechen scheinen. Bei der Richtung, die diese Hügelketten quer gegen die nothwendige Richtung des supponirten zukünftigen Unterlaufes des Don einhalten, hätten wir das Bild eines echten Querthales an dieser Stelle vor uns. Dass die ostwestlichen Richtungen auf Kertsch und Taman aber nicht blos orographische, sondern auch von der inneren Tektonik der betreffenden Hügelreihen abhängige sind, hat Abich vielfach betont.

Selbstverständlich würden aber die angeführten Beispiele, der Bosphorus, die Dardanellen und die Enge von Kertsch nur scheinbare Durchbruchsthäler bilden, insoferne von einem wirklichen Durchbrechen

älterer Ketten, von einer Neubildung von Canälen keine Rede wäre, sondern insoferne es nur um die Aufsuchung von bereits gebildeten Canälen sich handeln würde. Wie man sich nun die frühere Bildung dieser letzteren zu denken hätte, wäre eine Frage für sich, die uns hier nicht weiter berührt. Zwar darf die Vermuthung ausgesprochen werden, dass, ebenso wie nach den hier erörterten Beispielen Flüsse eine Meerenge zum Durchtritt benützen könnten, auch umgekehrt einmal bei verändertem relativem Niveau des Meeresspiegels das Meer den Betten von vorausgängigen Flüssen bei der Bildung von Canälen folgen kann, dass beispielsweise die in einem solchen Canal sich entwickelnde Strömung die alte Wasserscheide zwischen eventuell zwei einst nach entgegengesetzter Richtung verlaufenden, von dem Canal benützten Flussbetten verwischen und auf diese Weise an der Herstellung einer gleichmässiger gestalteten Rinne arbeiten kann, allein wir würden uns hier auf ein Gebiet wagen, welches zunächst noch nicht unter Berufung auf thatsächliche Anhaltspunkte betreten werden kann und dessen Betrachtung auch mit dem Problem des Ursprunges der Querthäler in keinem unmittelbaren Zusammenhange steht.

Es wird nun selbstverständlich eine grosse Anzahl von Fällen geben, an welche sich die hier zuletzt erwähnten Möglichkeiten bezüglich des behandelten Problems nicht anpassen lassen. Diese Fälle werden sogar in der grossen Majorität sein. Diejenigen Erscheinungen, welche sich vielleicht durch Analogie mit den eventuellen Zukunfts-Thalstrecken der Donau und des Don illustriren lassen, können sich zum Beispiel nur auf Flüsse mit ausgedehnterem Lauf beziehen. Für diejenigen Querthäler, welche innerhalb eines einheitlich zusammengehörigen Systems von Parallelketten ihren Ursprung nehmen, und das sind schliesslich die meisten Querthäler unserer Gebirge, wäre die Bezugnahme auf jene Analogie von vornherein unzulässig. Diese Querthäler wird man sich immerhin auch jetzt noch unter Berücksichtigung meiner Theorie ansehen dürfen. Wenn man im Sinne der vorhergehenden Ausführungen ihre mehr oder weniger secundäre Bedeutung im Auge behält, dann mag auch der retrograden Erosion eine Rolle bei den betreffenden Vorgängen zugewiesen werden.

Niemals aber wird man ausser Acht lassen dürfen, dass das Wasser in Gebirgen oder überhaupt geneigten Terrains zu allen Zeiten fliessen musste, soferne es überhaupt vorhanden war, dass es dabei auf das Eintreten besonderer Ereignisse, wie Oeffnung von Spalten oder anderweitige Durchbrechungen von Terrainerhöhungen, nicht jedesmal warten konnte, und dass, wenn dennoch irgendwo ein derartiger Stillstand der fliessenden Bewegung eintrat, derselbe in der Bildung eines See's oder dergleichen seinen Ausdruck gefunden haben muss. In diesen an sich wohl sehr einfachen Grundgedanken liegt der Schwerpunkt der Anschauungsweise, auf welcher meine Theorie basirt ist.

Die Zukunft wird natürlich erst lehren, ob und in welchem Umfange diese Theorie, welche heute zur Erklärung eines grossen Theiles der Thalbildungserscheinungen auszureichen scheint, ihren Platz neben anderen Erklärungsversuchen wird behaupten können.

I n h a l t.

	Seite
1. Einleitung	1 (685)—2 (686)
2. Bemerkungen über die ältere Spaltentheorie	2 (686)—12 (696)
Ansichten von Daubrée und Kjerulf	3 (687)—5 (689)
Ansichten von Hartung	5 (689)
Die Spalte des Jutulbugget	5 (689)—6 (690)
Thal- und See-Furchen unter dem Niveau des Meeres; die sogenannte Jordanspalte	7 (691)—12 (696)
3. Discussion der Einwände Löwl's gegen des Verfassers Theorie von der gleichzeitig mit der Erhebung der Gebirge fortschreitenden Ausfurchung der Thäler	12 (696)—53 (737)
Löwl im Princip Anhänger der Thalbildung durch Erosion.	
Seine Einwände gegen obige Theorie	13 (697)—14 (698)
Die Donau in Bezug auf das Problem der Quertbäler	15 (699)—29 (713)
Wahrscheinliche Entstehung des Donaulaufes	29 (713)—31 (715)
Bei Beurtheilung der Quertal-Frage muss die Betrachtung des Alters von Schichtenstörungen von der Betrachtung des Alters der Gebirgshebungen bisweilen getrennt werden	31 (715)—34 (718)
Der Isker-Durchbruch im Balkan	34 (718)—35 (719)
Qualität der Beweise bei geologischen Theorien	36 (720)
Der Simeto	37 (721)
Bemerkungen über das Verhältniss der Bildung von Seen zu der Entstehung von Thälern	38 (722)—39 (723)
Einwand Löwl's basirt auf die Horizontalität und die Aufeinanderfolge der Thaltterrassen	39 (723)—53 (737)
Beziehungen dieses Einwandes zu den Ansichten von Suess' über secularäre Schwankungen des Meeresspiegels	39 (723)—40 (724)
Diese Schwankungen stehen nicht überall in nothwendigem Zusammenhang mit der Bildung von Thaltterrassen	41 (725)—44 (728)
Hebungen des festen Landes können zur Zeit noch nicht gelängnet werden	44 (728)—51 (735)
Aeltere Störungen können sich späteren Störungen gegenüber passiv verhalten	47 (731)
Es dürfte vorkommen, dass alte Flussmarken und Flussabsätze durch die fortschreitende Gebirgsbildung aus der ursprünglichen Lage gebracht werden. Hochgebirgsschotter des Albus und der Alpen	51 (735)—53 (737)
4. Discussion der Theorie von der lateralen, retrograden, nachträglichen Erosion	53 (737)—75 (759)
Wesen der Erosion in ihrer Beziehung zur Thalbildung	54 (738)—58 (742)
Die Erosion kann den Gebirgen gegenüber keine nachträgliche sein	59 (743)—60 (744)
Confluenz der Thäler und Thalabelungen	61 (745)—69 (753)
Zu erfüllende Anforderung der discutirten Theorie an den Bau der Thaltterrassen	69 (753)—71 (755)
Die versuchte Combination der Theorie mit der Ungleichheit der meteorologischen Verhältnisse ist unzutreffend. Klima des Himalaya	71 (755)—74 (758)
5. Verschiedene Möglichkeiten, die Entstehung einer Anzahl von Durchbruchsthälern zu erklären, ohne die vorher discutirten Theorien in Anspruch zu nehmen	75 (759)—83 (767)
Unterirdische Erosion	76 (760)—79 (763)
Erosion oberflächlich maskirter Gebirgszüge von oben her	80 (764)—81 (765)
Entstehung scheinbarer Durchbruchsthäler durch Benützung ehemaliger mariner Kanäle	81 (765)—83 (767)
Inhalt	84 (768)