

duen (Labrador) mit stark gebrochenen Durchgangsflächen sich eingemengt zeigen mit einer blättrigen, theils auch strahlig-blättrigen dunkel lauchgrünen Substanz. (Diallag oder Bronzit).

2) Ein sehr ungleich körniges Gestein zum Theil wohl aus Omphazit und Granaten, zum Theil aus Diallag und Bronzit zusammen gesetzt. In der Hauptmasse ist dasselbe feinkörnig, grünlichgrau bis berggrün, (Diallag- oder Omphazitgemenge) überfüllt mit kleinen Granatkrystallen von Stecknadelkopfgrösse bis zu kleinen Erbsen, die auch hier meistens wieder die schwarzen dünnen körnigen Umhüllungen aufzuweisen haben. Aus dieser Masse finden theilweise noch Granate umschliessende grobkörnigere Ausscheidungen statt, deren sehr deutliches krystallinisches Gemenge vorwaltend aus Diallag mit eingemengtem Hypersthen besteht. Andere Ausscheidungen scheinen aus einem Gemenge des Diallag mit Bronzit zu bestehen. Dadurch, dass sich die nach einer Axenrichtung bedeutend in die Länge gezogenen Diallagindividuen darin in paralleler Lage gruppiren, erhalten diese Ausscheidungen ein streifiges Ansehen.

3) Endlich gehört hierher noch ein sehr feinkörniges grünsteinähnliches Gestein, höchst wahrscheinlich aus Seaussurit, Bronzit und Hypersthen bestehend, in welchem der Seaussurit ähnliche Gemengtheil von Nr. 2 und kleine rauchgraue Quarzkörnchen sehr scharf von der Grundmasse getrennte, porphyrtartige Eimengungen bilden.

## II.

### Untersuchungen über die Thalbildung und die Form der Gebirgszüge in den Alpen.

Von Dr. A. Schlagintweit.

(Aus den „Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen in Beziehung zu den Phänomenen der Gletscher, zur Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. Von Hermann und Adolph Schlagintweit. Leipzig 1850.“)

Verschiedene Ansichten über die Thalbildung im Allgemeinen. Muldenformen in den Hochalpen. Ihre Bedeutung für die gesammte Thalbildung. Querthäler. Das Oetzthal. Möllthal. Fusch-Gasteiner-Thal. Längenthäler. Drau- und Rienzthal. Allgemeiner Charakter. Verengerungen „Klausen“; Thore oder Pforten. Secundäre Querthäler. Kleinere Mulden und Einsenkungen an den Abhängen der Kämme. Thäler der Kalkalpen. Isarthal. Formen der Gebirgszüge. Regelmässigkeit der Erhebung. Zusammenhang mit der Höhe der Thalsohlen. Verhältniss der mittleren Kamm- und Gipfelhöhen. Masse der Alpen. Berge und Gipfel. Ursachen der gegenwärtigen Formen der Thäler und Gebirgszüge.

Indem wir einige specielle Untersuchungen über die Thalbildung und die Formen der Gebirgszüge anstellten, war es stets unser Bestreben, dadurch einige Anhaltspuncte für die Beurtheilung der Ursachen zu gewinnen, welche die Entstehung dieser äusseren Formen bedingen konnten. Ausser dem Interesse in geologischer Beziehung waren diese Untersuchungen auch noch für unsere übrigen physikalischen Arbeiten von Wichtigkeit.

Die Temperatur, die Vegetation, überhaupt das ganze Klima eines Gebirges hängen innig damit zusammen, ob solches ein massiges, hoch erhobenes Plateau bildet und von wenigen Thalfurchen durchschnitten wird; oder ob es, wie die Alpen, aus einer Reihe von steil aufgerichteten, schmalen Gipfeln besteht, zwischen denen sich nach allen Richtungen weitgeöffnete Thäler hinziehen.

Die Thäler wurden bisweilen beinahe ausschliesslich als die Wirkungen von Wasser, oder von heftigen Strömungen angesehen, bald suchte man, besonders in neuerer Zeit, tiefer liegende Ursachen in der Schichtenstellung. Die erstere Ansicht war früher die herrschende. Bouguet und Buffon <sup>1)</sup> glaubten sogar, dass in den meisten Thälern die ausspringenden Winkel der einen Seite den einspringenden des entgegengesetzten Thalgehänges entsprechen, und alle Thäler in schlangenartigen Windungen durch submarine Strömungen entstanden seien, während Pallas, Saussure und Werner theils Diluvialfluthen, theils die Erosion durch Ströme und atmosphärische Niederschläge als Ursache der Thalbildung ansahen, ohne eine allgemeine Regelmässigkeit und weit verbreitete Meeresströmungen anzunehmen <sup>2)</sup>. Auch schrieb man einer theilweisen Umwälzung und Einstürzung der Schichten einen localen Einfluss zu <sup>3)</sup>.

Es dürfte als ein Fehler ähnlicher Ansichten zu betrachten sein, dass man die mannigfachen Formen der Thäler nur unter einem Gesichtspuncte zusammenfasste, und sie mit wenigen Modificationen auf eine Ursache zurückführte. Und doch erkennt man leicht, wie sehr sich die grossen Erosionsthäler der Flüsse in Geschieben oder in leicht zerstörbaren Ablagerungen von den vielfach verzweigten Thälern hoher Gebirge unterscheiden, welche sich bald zu schönen Becken erweitern, bald in enge Schluchten übergehen. Es erhebt sich dabei zu beiden Seiten viele tausend Fuss hoch eine Gebirgsmasse in den mannigfachsten Gestaltungen, während wir in den ersteren Thalbildungen über den Gehängen zu beiden Seiten in geringer Höhe oft fast ganz horizontale Plateaus antreffen. In den Alpen wird es durch die grossartige Masse des Gebirges und die verschiedenartigen Abhänge und Gipfel sehr schwer, bestimmte Gruppen und Gesetze zu unterscheiden: auch die Vegetation, die Cultur und vor allem die Producte der Verwitterung verhüllen oft die ursprüngliche Form des Gebirges. Um die daraus hervorgehenden Täuschungen zu vermeiden, ist es sehr vortheilhaft, dieselben Thäler in einem längeren Zwischenraume abermals zu untersuchen. Es war uns dieses vorzüglich in den Tauern und im Octzthale möglich, wo wir in zwei verschiedenen Jahren längere Zeit verweilten. Die folgenden Untersuchungen gingen zunächst von den krystallinischen Schie-

---

<sup>1)</sup> *Théorie de la terre*. 1749.

<sup>2)</sup> Man vergleiche hierzu Voigt über die Bildung der Thäler. 1791.

<sup>3)</sup> D'Aubuisson, *Traité de Géognosie I*. 1819.

fern der Hochalpen aus, es wurden jedoch auch die entsprechenden Formen in den Kalkzügen berücksichtigt. Wir suchten dabei, durch Benützung unserer Höhenbestimmungen, durch die Zusammenstellung von Neigungen und durch die Construction einiger Profile möglichst zahlreiche, sicherstehende Daten zu erhalten, welche dazu dienen können, ein richtiges und scharf begränztes Bild der charakteristischen Formen zu geben. Solche specielle Untersuchungen dürften auch für die allgemeinen Fragen der Geologie nicht ohne Werth sein. L. v. Buch hat in seinen bekannten Untersuchungen „über Granit und Gneiss“ gezeigt <sup>\*)</sup>, wie innig ihre äusseren Formen mit den wichtigsten Processen zusammenhängen, welche bei ihrem Erscheinen auf der Oberfläche stattgefunden haben.

### Muldenformen in den Hochalpen.

Das obere Ende der Thäler ist für die Charakteristik ihrer Formen sehr wesentlich. In den Alpen trifft man dort eigenthümliche Mulden, welche auch zuweilen die grossen Firnmeere beherbergen, die für die Existenz der Gletscher so wichtig sind. Man hat für diese Formen die Bezeichnung Mulde oder Circus gebraucht, im Französischen *cirque (de névé)*; in vielen Theilen der deutschen Alpen findet sich auch der Name „Kahr“. Die Eis- und Firnmassen der Gletscher sind sehr geeignet, diese Verhältnisse im Grossen klarer hervortreten zu lassen, indem sie kleine, unwesentliche Unebenheiten bedecken. Sie könnten nur bisweilen dadurch stören, dass die Kämme, welche die Mulde umschliessen, theilweise als Schneeanhäufungen erscheinen, und desshalb früher oft als blosser Schnee- und Eisberge angegeben wurden, während sie sich doch als ganz regelmässige Felsenkämme bei näherer Untersuchung zeigen. Die relative Erhebung dieser letzteren ist sehr verschieden; besonders in den hintersten höchsten Theilen ist sie oft so gering, dass nur einige groteske, ungeheuer zerklüftete Felsennadeln die Gränze der Mulde bilden; ihre Sohle ist häufig durch die Firnmassen unseren Blicken entzogen, diess hindert jedoch nur wenig, ihre Gestaltung aus der Lage der Firndecke und aus der Richtung der Spalten zu erkennen. Auch kann man oft in etwas geringeren Höhen ganz ähnliche Formen ohne Schneebedeckung mit ihnen vergleichen. Sie unterscheiden sich ziemlich deutlich von den eigentlichen „Kesselthälern“; in diesen müssten die Linien der Neigung radienförmig gegen einen Mittelpunkt zusammenlaufen. In den alpinen Mulden zeigt sich in der Richtung der Queraxe von den beiden Rändern eine entschiedene Neigung gegen die Mitte; und wir können eine Art von Mittellinie durch die ganze Mulde herab mehr oder weniger deutlich verfolgen. Allein diese Linie und mit ihr die ganze Mulde hat eine sehr constante Neigung gegen den vorderen Ausgang. Dadurch, dass der Boden selbst nicht horizontal ist, geschah es,

<sup>\*)</sup> Berlin, Abhandlungen der Akademie für 1842.

dass auf vielen Karten diese Thalformen so schwer zu erkennen sind, indem die bei weitem grössere Neigung der begränzenden Wände in der Schraffirung nicht bestimmt genug von der sanfteren Neigung der Mulden selbst unterschieden ist. Die Ausdehnung derselben ist sehr bedeutend und die grössten, unter welchen sich besonders die Firnmeere der Gletscher auszeichnen, erreichen  $\frac{1}{2}$  Quadratmeile und darüber. Nach rückwärts und nach den Seiten sind sie durch Kämme geschlossen, welche sie in der Form eines Kreissegmentes, natürlich mit manchen Unregelmässigkeiten, umgeben. Nach vorne gehen sie in schmalere, langgestreckte Thäler über. Der Uebergang kann allmählich sein, meistens aber ist er ziemlich plötzlich. Die Mulde ist dort ganz offen, hat aber dabei sehr oft eine Breite von 2000 bis 3000 Fuss, so dass es vollständig unmöglich wäre, hier eine Oeffnung in Folge von gewaltsamen Wasserausbrüchen anzunehmen. Es kann keine grosse Wasseransammlung sich gebildet haben, wo kein Damm vorhanden war, der ihr Abfliessen verhinderte; auch könnte derselbe nur in einer tiefen Furche durchschnitten, nicht der ganzen Breite nach spurlos hinweggenommen sein.

Den Typus, welchen wir bei diesen Mulden an den oberen Enden der Thäler bemerken (nämlich eine Erweiterung nicht in Folge zufälliger Ursachen, sondern in dem Zurücktreten der begränzenden Bergzüge und in dem ganzen Reliefe bedingt), finden wir auch in der weiteren Entwicklung der Thäler stets wieder. Diese Erweiterungen sind unter sich durch Thalengen verbunden, wodurch allerdings ihre ursprünglich sehr einfachen Formen etwas verändert werden. Die Aufeinanderfolge von weiten Becken und Thalengen ist besonders in allen Querthälern der Alpen ungemein deutlich und sie wurde in den Thälern der Aar, Linth, Reuss, Gastein u. s. w. schon von Saussure, Leopold von Buch, Escher, Studer und Andern angegeben.

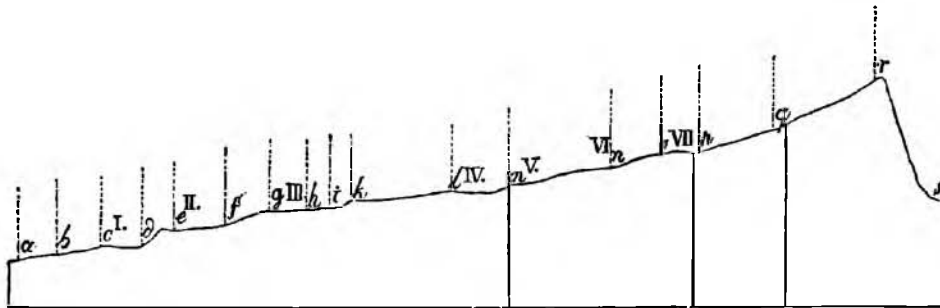
Wir werden diese Erscheinungen am übersichtlichsten darstellen, wenn wir einzelne Thäler, in denen sie sehr deutlich entwickelt sind, aufmerksam von unten nach aufwärts verfolgen. Es ist dabei unvermeidlich, zur Erläuterung der Profile auf einige mehr topographische Einzelheiten einzugehen, indem sie zur näheren Charakteristik der Formen nicht wohl entbehrt werden können.

## Querthäler.

### 1. Das Oetzthal.

Die Mündung dieses Thales in das breite Längenthal des Inn, 5—6 Meilen oberhalb Innsbruck, wird durch eine schmale Oeffnung zwischen den Glimmerschieferbergen des rechten Ufers gebildet. Nur die grosse Wassermasse der Oetz zeigt an dieser Stelle, dass hinter der engen Spalte noch ein ausgedehntes Thal sich entwickeln muss. Es ist aus einer Reihe von grossen Becken und Thalweitungen zusammengesetzt. Die Berge weichen

dort meist auf beiden Seiten, seltener bloss auf der einen zurück und schliessen eine breite ebene Thalsohle ein. Diese Becken können auf zweierlei Weise verbunden sein. Entweder ist es nur eine plötzliche Senkung der Thalsohle, eine hohe Wand, welche sie trennt, oder es findet eine längere Unterbrechung durch eine Thalschlucht statt. Das letztere ist hier häufiger, während wir die steilen Senkungen in den Tauern sehr entwickelt fanden. Man kann auf diese Weise im Oetzthale mehrere Stufen unterscheiden, welche auf dem beifolgenden Profile ebenfalls angegeben sind.



- |                          |                        |                                 |
|--------------------------|------------------------|---------------------------------|
| a — Oetzbiuck 2103 P. F. | g — Winkel.            | n — Heiligenkreuz. Kirche 5047. |
| b — Au und Sautens.      | h — Lengelfeld 3617.   | o — Vent 5791.                  |
| c — Oetz 2340.           | i — Huben 3646.        | p — Rofen 5989.                 |
| d — Habichen.            | k — Brand.             | q — Hintereshütte 6792.         |
| e — Dumpen 2798.         | l — Sälden 4049.       | r — Hochjoch 9000.              |
| f — Umhausen 3116.       | m — Zwieselstein 4596. | s — Schnalsenthal.              |

Profil des Oetzthales.

Richtung des Durchschnittes im Allgemeinen von Norden nach Süden: Die drei vertical stehenden Axen bezeichnen jene Punkte, wo in dem Thale grössere Aenderungen der Richtung stattfinden. Verhältniss des Höhen- zu dem Längenmaassstabe = 1 : 6. Die römischen Ziffer beziehen sich auf die Reihenfolge der Thalbecken.

Von der Mündung bis Dorf Oetz. Der Fluss hat bis in die Nähe von Au schon das eigentliche Thal verlassen und läuft in einem tiefen Erosionsbette zwischen grossen Schuttanhäufungen und den Kalkterrassen, welche hier von dem linken Ufer des Inn auf das rechte übergreifen. Das Thal selbst ist schluchtartig und ziemlich geneigt.

Erstes Becken bei Oetz, sehr weit und eben, theilweise mit Geröllablagerungen erfüllt, setzt sich bis Habichen fort.

Zwischen Habichen und Dumpen; jähe Senkung; sie ist sehr steil und hat eine relative Höhe von 300 Fuss, mit grossen Blöcken von Gneiss bedeckt, die grossentheils durch Verwitterung an Ort und Stelle entstanden sind.

Zweites Becken bei Umhausen. Bemerkenswerth sind einige Kuppen von anstehendem Gestein, welche in demselben 100—150 Fuss hoch sich finden. Sie wiederholen sich noch in manchen ähnlichen Thälern.

Von Umhausen bis Winkel, Thalverengung; mit bedeutender Neigung und verschiedenartigen Wirkungen der Erosion.

Drittes Becken enthält die Orte Winkel, Lengelfeld und Huben. Es ist das längste und regelmässigste und nur von geringer Neigung.

Von Huben bis Sölden ist die längste Thalverengung. Die Neigung ist sehr bedeutend; die Berge treten so nahe zusammen, dass der Bach meistens den ganzen Thalboden einnimmt, wo er Erosionen bis zu 20 und 60 Fuss Tiefe bewirkt hat. Im Winkel und im Brand findet sich eine etwas breitere Thalsohle mit geringerer Neigung.

Viertes Becken bei Sölden. Es ist weniger gross als die vorhergehenden und unterscheidet sich auch dadurch, dass die Neigungen in demselben sowohl thalabwärts als gegen die seitlichen Berge weit mannigfacher und bedeutender sind.

Von Sölden bis Zwieselstein. Eine kurze aber sehr enge Schlucht; sie charakterisirt sich dadurch, dass wir in ihr, durch den bedeutenden Fall des Wassers begünstigt, die tiefsten Erosionen finden. Gleich oberhalb Sölden bemerkt man die Spuren des alten Flussbettes durch Auswaschungen im festen Gesteine oberhalb dem rechten Ufer des Baches, der jetzt etwas seitwärts 80 Fuss tiefer fliesst. Erst 100 bis 200 Fuss über demselben gestattete die steile Neigung der Berge durch Stützen und durch Sprengung der Felsen einen schmalen Weg anzulegen.

Fünftes Becken bei Zwieselstein. Dasselbe ist nicht sehr bedeutend. Das Oetzthal theilt sich hier in zwei Theile, wir verfolgen jenen nach Vent und Rofen.

Von Zwieselstein bis Heiligenkreuz; das Thal ist enger und hat keine culturfähige Sohle. Die Neigung ist weniger bedeutend als in der vorhergehenden Verengung.

Sechstes Becken bei Heiligenkreuz. Dasselbe ist klein und die Erweiterung nur auf die linke Seite beschränkt. Die Neigung ist ziemlich bedeutend, jedoch von hochgelegenen Puncten, z. B. der Kirche aus, lässt sich die Mulde deutlich erkennen.

Von Heiligenkreuz bis Vent behält das Thal einen sehr gleichmässigen Charakter. Nur zuweilen tritt die eine Seite der Berge etwas zurück, z. B. bei Winterstall, wo ein paar Häuser die schmale Thalsohle benützen; von da aufwärts sind die Abhänge sich sehr genähert; auffallend ist die bedeutende Zertrümmerung des Gesteines durch die Verwitterung und die Lawinenwirkung, welche hier mit der grösseren Erhebung eintritt.

Siebentes Becken bei Vent. Dasselbe ist zwar kleiner als jenes von Sölden, aber durch seine Regelmässigkeit in so grosser Höhe überraschend. Der ebene Thalboden schneidet sich meistens scharf von den begrenzenden Bergen ab; es ist diess besonders auf der rechten Seite der Fall, während auf der linken zuweilen ein allmällicherer Uebergang statt findet. Der Boden dieser merkwürdigen Mulde, die auch durch ihre grosse absolute Höhe (5800 Pariser F.) unsere Aufmerksamkeit verdient, ist nicht ganz eben; er zeigt mannigfache Unregelmässigkeiten, die alle durch hervorstehende feste Gesteinmassen bedingt sind. Die Zwischenräume sind jetzt theilweise mit Geröll bis zu 20 Fuss Mächtigkeit erfüllt, was an mehreren

Stellen sehr deutlich ist, wo durch die plötzliche Entleerung des Gletschersees hinter dem Vernagt schöne Entblössungen entstanden. In dem Laufe des Wassers müssen die erwähnten Unebenheiten manche Veränderungen bewirkt haben. Dasselbe wurde durch diese Erhöhungen theilweise aufgehalten, es musste kleine Tümpel von 20—30 Fuss Tiefe bilden, bis es allmählich die Felsen durchnagt hatte.

Von Vent bis Hochjoch. Oberhalb Vent findet die zweite Gabeltheilung statt. Es beginnt in dem Hauptthale sogleich eine grössere Neigung; dieses wird enger und besonders auf der rechten Seite fallen die Wände ganz steil zur Oetz ab. Die linken Abhänge sind stets etwas sanfter geneigt; bei Rofen zeigen sie eine flachere Einsattlung, welche die Rofnerhöfe einnehmen. Es ziehen sich hierauf Terrassen und niedere Abfälle vom Platteiberge bis zum Bache herab. Bei dem Vernagt-, Hintereis- und Hochjochgletscher findet sodann eine fächerförmige Vertheilung des Thales statt, welche nach allen Seiten in die grossen weiten Firnmeere endet. Die Neigung in diesen hintersten Theilen ist im Mittel ziemlich bedeutend.

Die Abzweigungen des Oetzthales, welche wir bei Zwieselstein und bei Vent bemerkten, haben die gemeinsame Eigenschaft, dass sie bei ihrer Mündung ein etwas höheres Niveau als das Hauptthal einnehmen. Es ziehen sich steile Senkungen von ihnen herab und wir müssen uns wohl 2—300 Fuss rasch erheben, ehe wir wieder in eine ausgesprochene Thalsole gelangen. In dem Niederthale bei Vent tritt über dieser Terrasse keine grössere Mulde mehr auf; nur zuweilen sind die Abhänge der linken Seite etwas sanfter geneigt, ähnlich wie bei Rofen, so dass sie Raum für mehrere Alpenhütten gewähren. Mit dem Marcell-, Stock- und Niederjochgletscher beginnt dann die fächerförmige Vertheilung. Das Gurglerthal ist weit bedeutender als das Niederthal. Wenn man oberhalb dem Abfalle des Thales bei Zwieselstein die Thalsole selbst erreicht hat, ist die Schlucht so enge, dass der Weg meist ziemlich hoch an den beiden Abhängen hinführt. Bei Pill befindet sich hingegen eine sehr schöne Erweiterung, welche sich bis Gurgl fortsetzt und dort eine grössere Mulde als jene von Vent bildet. Sehr bemerkenswerth sind die bedeutenden Unebenheiten in derselben, welche im „Birchittenkogel“ in der Mitte des Thales eine Höhe von 300—400 Fuss erreichen. Hinter Gurgl wiederholen sich fast ganz die Verhältnisse, die wir oberhalb Rofen bemerkten. Mannigfach geformte Terrassen ziehen sich als Ausläufer des Hangererkogels in das Thal herab, welches sie sehr verengen, bis es beim Langthaler und Oetzthaler Gletscher sich in zwei Arme trennt.

Wir erwähnten schon früher, dass der Wechsel der Neigung in enger Beziehung zu den Becken und Engen des Oetzthales stehe, indem die ersteren stets weit sanfter geneigt sind als die letzteren. Ein anderes Gesetz, welches ebenfalls in der graphischen Darstellung hervortritt, ist, dass die mittlere Neigung nach oben stets grösser wird. Ihre Werthe sind aus

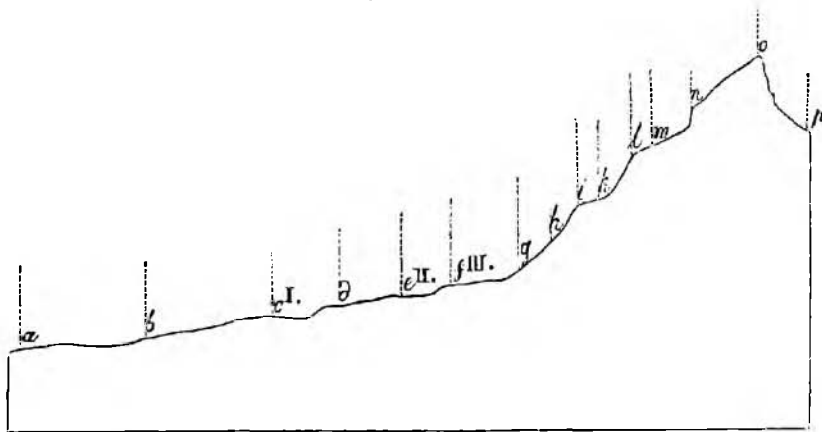
den horizontalen Entfernungen und den Differenzen der Höhen berechnet. Die in Klammern beigefügten Orte bezeichnen jene, welche den angeführten Höhen am meisten entsprechen. Wir erhalten auf diese Weise die folgenden Zahlen, welche uns diese Erscheinung, welche bei allen Thälern sich wiederholt, sehr deutlich veranschaulichen.

Mittlere Neigung von 2000—4000 Fuss (Oetzbruck bis Sölden)  $1^{\circ} 10'$ .

„ „ „ 4000—6000 „ (Sölden bis Rofen)  $2^{\circ}$ .

„ „ „ 6000—9000 „ (Rofen bis Hochjoch)  $6^{\circ}$ .

## 2. Das Möllthal.



a — Winklern 2700 P. F.

b — Mörtschach; Kirche 2003.

c — Döllach 3185.

d — Brücke in der Thalenge zwischen Döllach und Pockhorn 3302.

e — Pockhorn 3670.

f — Heiligenblut; Möllufer 3844.

g — Georgenstein 4697.

h — Brieciuskapelle und Alpenhütten „im Sattel“ 4994.

i — Margaritze 6023.

k — Der untere Boden.

l — Absturz am hohen Sattel 7317.

m — Johannishütte 7581.

n — Absturz an den Burgställen 8276.

o — Pass Todtenlöcher 10340.

p — Caprunerthal.

### Profil des Möllthales.

Richtung des Durchschnitts von Südosten nach Südwesten. Verhältniss des Höhen- zum Längenssabe = 1 : 6. Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Reihenfolge der Thalbecken.

Von der Mündung in die Drau bei Möllbruck bis Winklern ist die Neigung nur gering, die Bergzüge sind so weit getrennt, dass sie stets einer mehr oder minder breiten Thalsohle Raum geben; nur zuweilen treten kleinere Verengungen und Verschüttungen durch Erdstürze ein. Das Thal hat so den Charakter eines regelmässigeren Längenthal angenommen, indem es auch ziemlich parallel mit der Drau, Sau u. s. w. zieht.

Von Winklern bis Döllach. Ein grösseres Becken findet sich hier noch nicht. Im Beginne ist das Thal sehr eng, so dass kaum die schmale Strasse neben der Möll Platz findet; auf den Abhängen der rechten Seite sind einige terrassenförmige cultivirte Anhöhen. Der Thalboden wird etwas breiter bei St. Maria. Durch die Terrasse, auf welcher Mörtschach liegt, wird das Thal wieder völlig verengt, und bildet nur beim Eintritt des Wagenitzbaches eine kleine Erweiterung.



**Erstes Becken bei Döllach.** Dasselbe ist sehr bedeutend. Die Berge sind besonders am linken Ufer in einem weiten Bogen zurückgewichen. Diese Abhänge sind ebenfalls sanft geneigt, viel bebaut und tragen das Dorf Sagritz.

Von Döllbach bis Pockhorn. Die Verengung des Thales tritt hier nicht ganz plötzlich ein. Das Gefälle wird aber bald bedeutend stärker, die Möll nimmt dann den ganzen Thalboden ein.

**Zweites Becken von Pockhorn.** Dasselbe ist gegen die vorhergehende Enge scharf begränzt. Die Thalsole ist breit und wenig geneigt.

Zwischen Pockhorn und Heiligenblut befindet sich eine jähe Senkung von 160 Fuss Höhe, der „Kniebeiss“ genannt; derselbe ist durch den Schulerbühel und einige kleinere Anhöhen mit den Bergen der linken Seite in Verbindung.

**Drittes Becken von Heiligenblut.** Es zeichnet sich durch seinen Umfang vorzugsweise aus. Die höchste Stelle der Wand, welche es von Pockhorn trennt, liegt etwas höher als das mittlere Niveau des Heiligenbluter Beckens; daher kommt es, dass wir, thalabwärts sehend, am Rande desselben einige kleine Erhöhungen bemerken. Die Möll musste dadurch früher etwas zurückgehalten werden; aber jetzt hat sie sich ein Bett durch den Felsen gegraben und bildet zugleich einen bedeutenden Wasserfall über die Senkung hinab. Die ebene Thalsole ist sehr bedeutend und theilweise durch die Möll mit Geschieben erfüllt; eine allgemeine Wasseransammlung war hier durch den fast völlig freien Abfluss unmöglich. Die Abhänge auf der rechten Seite des Thales sind steil, jene auf der linken sehr sanft geneigt. Die Felsen bilden auf ihnen einige terrassenförmige Abstufungen, welche die Kirche und den grössten Theil der Häuser tragen. In dem hinteren Theile des Beckens finden sich wieder viele hervorstehende, ganz scharfkantige Felsenmassen, die bisweilen kleine bewaldete Hügel bilden.

Von Heiligenblut bis zur Margaritze. Ein hoher, sehr bedeutender Absturz schliesst das dritte Becken völlig ab. Ueber ihm ist die Neigung fortwährend sehr bedeutend; die Möll fliesst in einer Schlucht, die bei dem starken Fall durch Erosion noch mehr vertieft wurde und ganz unzugänglich ist. An den Abhängen sind öfters kleine Einsattlungen, wie bei den Alpenhütten im „Sattel“; später folgen die schönen Terrassen auf der oberen und unteren Seite.

Der Pasterzengletscher nimmt von hier weg das Thal ein. Seine Theile sind der untere Boden, eine schöne Erweiterung des Thales, der Absturz „am Hohen Sattel“ und das ebenere Thal des Gletschers von hier bis zu den Firnnceren. Dort begegnen wir einer neuen noch bedeutenderen Senkung des Thales, welche uns als die Gränze zwischen Firn und Gletscher wichtig geworden ist. Für die vorliegenden Betrachtungen sind besonders drei Hervorragungen hervorzuheben, welche als grosser, kleiner und mittlerer

Burgstall von uns bezeichnet worden sind. Sie sind ganz ähnlich den Hügeln im Heiligenbluter Thale, nämlich bedeutende Unregelmässigkeiten des Bodens.

Die grossen Mulden der Firnmeere; sie theilen sich in zwei Gruppen rechts und links vom Johannisberg.

Die mittleren Neigungen des Thales sind folgende:

1700— 3000 Fuss (Möllbruck bis Mörtschach)	0° 30'.
3000— 4000 „ (Mörtschach bis Heiligenblut).	2°.
4000— 6000 „ (Heiligenblut bis Margaritze) . .	7°.
6000—10000 „ (Margaritze bis Todtenlöcher).	9°.

Vergleichen wir diese Zahlen und das Profil des Möllthales mit jenen des Oetzthales, so fällt uns die grössere Neigung auf, welche wir in dem ersteren in Höhen über 4000 Fuss bemerken. Das Möllthal ist hier gleichsam verkürzt. Die Becken konnten sich bei weitem nicht so schön und zahlreich entwickeln, als diess im Oetzthale gerade zwischen 4000 und 6000 Fuss noch der Fall ist. Es treten weit mehr jähe Abdachungen ein, und die Thalsohle gelangt schon nach kurzer Längenerstreckung zu geringen Höhen herab. In den untersten Theilen wird die Neigung dann ungemein klein, sie ist jedoch hier mit dem Oetzthale nicht mehr vergleichbar, da das Möllthal seine Richtung ändert und dadurch im Verhältnisse zur Richtung der Gebirgsketten ein Längenthal wird.

Wir fügen diesen Betrachtungen noch das Profil des Fuschthales hinzu, welches sich nördlich vom Kamme der Tauern parallel mit mehreren anderen Querthälern hinabzieht.

### 3. Fuschthal.

Von dem Eingange bis Dorf Fusch. Die Berge sind weit genug entfernt, um einer schmalen Thalsohle noch neben dem Bache Raum zu geben.

Erstes Becken bei dem Dorfe Fusch. Die Neigung ist sehr gering; es reicht bis in die Nähe des Weilers Embach.

Vom Embach bis Fehrleiten. Thalenge. Die Neigung ist ungemein bedeutend; das Wasser fliesst in einer tiefen Schlucht, oberhalb welcher die Abhänge zuweilen kleine Terrassen bilden, ähnlich jenen von Heiligenblut bis zur Margaritze.

Zweites Becken von Fehrleiten. Dieses hat einen ungemeinen Umfang und eine sehr flache Sohle. Nach aufwärts macht sich das Becken noch längere Zeit durch eine bedeutende Erweiterung des Thales geltend.

Von Fehrleiten bis zum Kamme. Das Thal geht hier in hohe Wände über, in denen die Thalsohle nur durch eine schwache Einsenkung erkennbar ist. Zuweilen finden sich unbedeutende Einsattlungen und weiter oben einige kleine secundäre Mulden.

Neigungen:

2200—2500 Fuss (Eingang des Thales bis Dorf Fusch) . . . .	0° 30'.
2500— 4000 „ (Fusch bis über Fehrleiten) . . . . .	4°.
4000—7500 „ (Becken von Fehrleiten bis zum Kamme)	12°.

Wir dürfen hier auch die schönen Becken des Gasteiner Thales erwähnen, welche durch die Beschreibung von Leop. v. Buch<sup>1)</sup> schon im Anfange dieses Jahrhunderts bekannt wurden. Seine vorzüglichsten Mulden sind bei Dorf Gastein, Bockstein und im Nassfelde. Die erstere derselben ist von dem Längenthale des Pinzgaues durch eine stark geneigte schmale Thalenge getrennt, die „Lender Klamm,“ in welcher die Wirkungen der Erosion sich bedeutend geäußert haben. Von dem Becken von Bockstein jedoch wird sie nur durch eine plötzliche steile Senkung des Thales getrennt, über welche der Bach hart neben dem Wildbad Gastein die bekannten Wasserfälle bildet. Wir bemerken dort Erosionen von 70 bis 220 Fuss Tiefe; über dieser Felsenmauer breitet sich dann die weite Sohle des Bocksteiner Beckens aus.

Es wäre ermüdend, in einer grösseren Zahl von Querthälern diese Formen zu verfolgen. Aehnliche Mulden- und Circusthäler finden sich ausser in dem ganzen Alpenzuge auch in den Pyrenäen<sup>2)</sup>, dem Jura und anderen Gebirgen; sie wurden schon von Hutton und Playfair in England beobachtet, die Untersuchung derselben dürfte daher ein ganz generelles Interesse haben. Wir bemerken jedoch, dass wir uns hier einzig auf die Thäler der Alpen beschränken.

Wir müssen jetzt untersuchen, ob die erwähnten Becken und Mulden grösseren Wasseransammlungen ihre Form verdanken, oder ob überhaupt solche in denselben möglich waren. Wäre das erstere der Fall, so müssten dieselben als kesselförmige Vertiefungen betrachtet werden, die nach und nach mit Schutt ausgefüllt wurden und nun eingeebnet vorliegen. Allein diesem widerspricht entschieden der Umstand, dass wir nicht nur sehr häufig hervorstehende Felsen finden, sondern dass auch dieselben in nur geringer Tiefe von 10 bis 12 Fuss unter der Erde und dem Gerölle fast stets anstehend vorkommen. Dass aber die Muldenform überhaupt, nämlich das Zurückweichen der beiderseitigen Thalgehänge, nicht durch die Existenz eines Sees bewirkt werden konnte, ist an sich klar. Wir würden sonst die Folge mit der Ursache verwechseln. Die zweite Frage, ob überhaupt Wasseransammlungen dort gewesen sind, lässt sich in den meisten Fällen leicht beantworten. Wir finden in diesen Becken gewöhnlich kleinere Geröll-Lagen, welche durch ihre gleichmässige Verbreitung sich entschieden als Sedimente aus stehenden Gewässern charakterisiren. Als Veranlassung genügten in vielen Fällen schon die Unebenheiten, welche sich in der Thalsole selbst finden. Zuweilen (z. B. bei Lengenfeld) zeigt jedoch auch die Form der darauf folgenden Thalenge und die Tiefe des Erosions-Flussbettes, dass hier eine Hemmung des Wasserlaufes stattgefunden hat. Jedenfalls

1) Beobachtungen auf Reisen in Deutschland u. s. w. Band I, Seite 237.

2) Z. B. der bedeutende *Cirque de Troumouse*, am Ursprunge des Thales von Héas. u. s. w.

waren diese Wirkungen nur untergeordnet und alles weist darauf hin, hier tiefer liegende Ursachen in der Form des ganzen Gebirges und in einer ursprünglichen Thalbildung zu suchen. Dieses wird noch deutlicher, wenn wir bedenken, dass viele solcher Becken nur durch jähe Senkungen, ähnlich den Terrassenabfällen, getrennt sind. Es fehlen dann alle Felsendämme, welche eine grosse Wasseransammlung hätten bewirken können.

### Längenthäler.

Die Abwechslung von Becken und Thalengen, welche in den Quertälern so constant auftritt, lässt sich auch bei den Längenthälern verfolgen. Diese Erscheinungen erleiden jedoch hier einige Modificationen durch die grosse Längenerstreckung und die geringere Höhe und Neigung der Thäler. Ihre Zahl ist in den Alpen sehr gross; ehe wir zu ganz allgemeinen Betrachtungen übergehen, wollen wir für die wichtigsten Erscheinungen specielle Beispiele in den Längenthälern der Drau und Rienz anführen. Dieselben bilden eigentlich nur eine grosse Thaleinsenkung (das Pustertal), welche die lange Kette krystallinischer Schiefer in den Tauern von den südlichen Kalkgebirgen trennt und nach zwei verschiedenen Seiten sich abdacht.

#### Das Drauthal <sup>1)</sup>.

In dem oberen Theile desselben von Lienz bis zu seinem Ursprunge können wir deutlich drei Etagen unterscheiden.

Das grosse Becken von Lienz bildet die erste, jenes von Sillian die zweite Stufe; die Thalenge, welche sie verbindet, ist sehr lang; die Glimmerschiefer auf der einen und besonders die Kalkberge auf der anderen Seite steigen hoch empor; es ist dieser Engpass als Lienzer Klause bezeichnet. Später wird die Thalsohle etwas breiter, die Neigung aber bleibt stets ziemlich bedeutend.

Das zweite ausgedehnte Becken von Sillian ist stark mit Gerölle eingeebnet, theilweise noch mit Sümpfen erfüllt und trägt alle Spuren eines früheren Seebeckens. Auch die auffallend geringe Neigung des Bodens, in welcher sich die Drau in vielen Windungen bewegt, weist darauf hin. Die Aufstauung des Wassers hängt mit der vorhergehenden Thalenge zusammen, in welcher tiefe Erosionen unverkennbar sind. Auch trugen dazu die zahlreichen Erdstürze des Drauthales bei, welche oft das Rinnsal des Wassers überschütteten.

Von Sillian bis Inichen. Die Neigung nimmt zu, auch treten die Berge näher zusammen. Zwei kleinere Becken lassen sich hier erkennen, welche durch hervorstehende Felsenkuppen und durch Senkungen getrennt sind. Dieselben sind jedoch so klein, dass wir sie mit den anderen grossen Mulden nicht identificiren können.

<sup>1)</sup> Wir übergehen hier den untern Theil des Thales von Lienz bis zur Mündung in die Donau.

**Drittes Becken in Inichen.** Es ist ebenfalls sehr umfangreich.

Von hier bis zur Wasserscheide bei Toblach wird zwar die Neigung wieder etwas grösser, aber die Berge rücken nur wenig zusammen. Die Thalsole bleibt stets breit und bebaut, mit einer gleichmässigen Neigung nach abwärts. Hier sammelt sich die Drau aus mehreren Quellen, vorzugsweise aus jenen von den Kalkfelsen zur rechten Seite. Auf der Wasserscheide tritt nirgend ein Kamm auf; der Uebergang von einer Richtung der Abdachung in die andere ist sehr allmählig und der Charakter des Thales bleibt dabei ganz derselbe. Es hat die Form eines kleinen, wenig geneigten Plateau's, welches von regelmässigen<sup>1)</sup>, 3000—4000 Fuss hohen Bergzügen eingeschlossen ist, so dass Niemand hier eine so wichtige Wasserscheide vermuthen würde<sup>1)</sup>. Dieses merkwürdige Thal setzt sich hierauf in derselben Richtung als Gränze zweier Gebirgssysteme fort bis Brixen. Es bietet uns zugleich ein schönes Beispiel für die völlige Unabhängigkeit seiner Bildung von dem Flusse dar, der es durchströmt; die Rienz entspringt nicht in demselben, sie gelangt etwas später aus einem südlichen Querthale schon in ziemlicher Mächtigkeit in das Thal, ohne in dem Charakter desselben die geringste Veränderung hervorzurufen. Wir haben einige der schönen Becken hervor, welche wir hier von dem unteren Ende bei der Mündung in die Eisack bis zur Wasserscheide finden.

### Das Thal der Rienz (Unter-Pusterthal).

Von Brixen bis Untervintl ist die Neigung gross und das Thal tief eingeschnitten. Die Mühlbacher Klause bezeichnet uns eine Verengung, ein Felsenthor, welches sich an der Umbiegung des Flusses nach Süden findet.

Von Vintl bis Brunecken. Die Berge sind hier fast stets weiter auseinander gerückt; die Neigung ist weit geringer; wir haben bald eine ziemlich breite, bebauter Thalsole, bald Thalengen, wo das Wasser sich tief in die Felsen eingeschnitten hat; zuweilen, wie bei Kiens, sind dann kleine Erweiterungen.

**Erstes grosses Becken von Brunecken.** Dasselbe breitet sich nach einer bedeutenden Thalenge aus und trägt im grossen Massstabe alle Charaktere an sich, welche wir an diesen Mulden kennen lernten. Es ist eines der umfangreichsten Becken, und durchaus nicht so mit Gerölle eingeebnet, wie man es erwarten sollte, wenn es ein grosser Seeboden gewesen wäre. Sehr häufig und in ziemlicher Grösse treten hier die Hervorragungen von festem Gesteine (theils Glimmerschiefer, theils Kalk) auf, welche wir schon bei Umhausen, Heiligenblut u. s. w. kennen lernten. Der Name „Kofel“ den sie hier tragen, ist noch in vielen anderen Thälern eine charakteristische Bezeichnung für diese Unebenheiten der Thalsole.

---

<sup>1)</sup> Dieselbe liegt bei der Höhe von Toblach nur 4108 Par. Fuss über dem Meere.

Von Brunecken bis Ollang findet eine bedeutende Thalverengung statt, die sich durch ihren ungemein steilen Abfall gegen die vorhergehende Mulde auszeichnet.

**Zweites Becken von Ollang.** Es ist weit weniger bedeutend als jenes von Brunecken, aber dennoch, vorzüglich auf der linken Seite, sehr entwickelt. Durch die Bäche aus den Kalkbergen im Süden wurde es mit einer dicken Lage von Geröll erfüllt; es scheint dieses darauf hinzuweisen, dass in diesem speciellen Falle das Wasser durch die vorhergehende Thalenge aufgestaut und eine länger dauernde Seebildung bewirkt wurde; es ist dieses jedoch als die Folge, nicht als die Ursache der vorhandenen Thalform zu betrachten. Nach dem Abfluss des Sees konnte die erodirende Kraft des Flusses auf die Geschiebe sich äussern. Es entstanden tiefe, breite Einschnitte, wobei wahrscheinlich zwei Perioden der Erosion statt fanden, deren Wirkungen sich deutlich unterscheiden lassen. Man findet jetzt drei verschiedene Terrassen, welche durch die Dörfer Ober-, Mittel- und Unter-Ollang eingenommen werden. Die obere ist die ausgedehnteste und bezeichnet das höchste Niveau der ursprünglichen Geröllablagerung. In ihr wurde die zweite und dritte Thalfurche später eingeschnitten. Wir erwähnen diese Verhältnisse deshalb, weil sie in den Längenthälern der Alpen sich mehrfach wiederholen<sup>1)</sup>.

Von Ollang bis Welsberg. Das Thal ist meist sehr eng und Erosionen des Wassers in dem Gesteine kommen häufig vor, indem sich kleine Unebenheiten seinem Laufe entgegen stellen; unmittelbar vor Welsberg ist eine ähnliche sehr hübsche Klamm.

**Drittes Becken von Welsberg und Niederndorf.** Es entspricht dieses völlig jenem von Inichen. In beiden Fällen wird die Thalsohle sehr breit und zieht sich mit unverändertem Charakter bis zur Wasserscheide fort.

Die mittleren Neigungen dieser beiden Thäler wurden hier nicht zusammengestellt; dieselben sind stets sehr gering und bei den kleinen Höhenunterschieden sind sie von den Zufälligkeiten der gewählten Standpunkte zu sehr abhängig.

Wir wollen jetzt einige Betrachtungen über den allgemeinen Charakter der Längenthäler anreihen.

Es ist in den Alpen zuweilen etwas schwierig, die charakteristischen Unterschiede eines Längenthales anzugeben. Man würde sehr irren, wenn man erwartete, dass dieselben stets parallel zur Hauptlängengaxe der Alpen von Westen nach Osten gehen müssten. Nirgend sehen wir schöner, dass die Alpen aus einer Reihe von Gruppen (*massifs*) zusammengesetzt sind, nicht aus parallelen Streifen; die Längenthäler umschliessen diese Gruppen und nehmen dabei die verschiedensten Richtungen an. Wir treffen sie daher zuweilen auch

<sup>1)</sup> Ueber ähnliche Geschiebeanhäufungen in Graubünden und die Form dieser Ablagerungen im Allgemeinen hat Martins schöne Beobachtungen mitgetheilt: „*sur les formes régulières du terrain de transport. Bull. géol. 1842.*“

von Norden nach Süden streichend, wie die beiden Arme des Etschthales und mehrere andere. Es lassen sich in den meisten derselben zwei Abtheilungen unterscheiden. Die obere charakterisirt sich durch eine stärkere Neigung und durch den Wechsel zwischen den grossen flachen Becken mit Thalengen, welche oft sehr lang und schmal sind und wie in den Querthälern durch ihren grösseren Fall sich auszeichnen. Das obere Ende der Thäler ist sehr verschieden. Sie können zwar wie die Querthäler an hohen Kämmen ihren Ursprung nehmen, gewöhnlich aber ist dieses nicht der Fall. Man muss diese Thäler im Ganzen als tiefere Einsenkungen rings um die hohen Gebirgsgruppen betrachten. Es liegt daher ihr oberes Ende meistens tiefer als jenes der Querthäler. Die Wasserscheide zwischen zwei Längenthälern ist bisweilen durch eine breite Einsattlung gebildet, welche von hohen Bergen umschlossen ist und sich nach zwei verschiedenen Seiten sanft abdacht, wie es im Pusterthale oder am Brenner so deutlich der Fall ist. Jedoch ist diese Regelmässigkeit nur selten; bisweilen haben die beiden Seiten sehr verschiedene Neigungen; dieses tritt besonders bei jenen Armen ein, welche nach Süden gehen, indem hier der Fall stets bedeutender ist. Man sieht ein schönes Beispiel hiervon im Innthale, dessen ungemein breite Einsattlung am Maloja-Passe nach Süden in steilen Wänden sich niedersenkt.

Die zweite Abtheilung der Längenthäler beginnt, sobald sie bis zu gewissen Höhen herabgestiegen sind und sich als breite Einsenkungen zwischen parallelen Gebirgszügen hinziehen, welche sehr oft verschiedenen geognostischen Formationen angehören. Der Fall ist daun gering, die Thalsohle stets breit und oft auf grosse Strecken, ebenso wie die allgemeine Richtung des Thales, fast ganz unverändert. Dadurch wird ein Aufhören jener terrassenförmigen Abstufungen und Becken bedingt. Auch trifft man weit seltener anstehendes Gestein in dem Thalboden selbst. Derselbe ist hier, wo die reissenden Alpenbäche an ihrer Geschwindigkeit so sehr verloren haben, mit dem Gerölle derselben erfüllt. Es hat dieses theilweise mächtige Lager gebildet, welche jetzt von den Flüssen wieder durchnagt sind und an den beiderseitigen Abhängen sich noch als schmälere und breitere Bänke erhalten haben. Allein diese Wasserwirkung ist immer etwas ganz Untergeordnetes, wenn wir sie mit der Ausdehnung der Thäler vergleichen und man sieht leicht ein, dass die Formen der letzteren selbst durch die grössten Wassermassen nicht hervorgebracht sein können. Es erheben sich zu beiden Seiten nicht etwa senkrechte Wände als die Ränder eines höheren Plateau's; es weichen im Gegentheile diese Abhänge mit ihren zahlreichen Seitenthälern, Mulden und Gipfeln von den einförmigen Wirkungen des Wassers auf das Entschiedenste ab. Die Regelmässigkeit der Längenthäler wird nur da unterbrochen, wo sie eine plötzliche Aenderung ihrer Richtung erfahren. Es entstehen dort oft Thalengen, welche bisweilen als „Klauseu“ mit alten Festungswerken versehen sind und historische Bedeutung erlangt haben, da die Längenthäler die wichtigsten Strassen durch die Alpen bilden. Solche Verengerungen treten häufig auch da ein, wo die Thäler das

Gebiet der Alpen verlassen und in die nördlichen oder südlichen Ebenen austreten. Es befinden sich dort häufig enge Spalten, in welchen die erodirende Kraft der Flüsse sich vielfach an den Wänden bemerkbar macht. Aber an ein eigentliches Durchbrechen zusammenhängender Wände durch grössere Wassermassen dürfen wir auch hier kaum denken. Die Höhe der Erosion beträgt höchstens einige Hundert Fuss, während die umgebenden Wände viele Tausend Fuss emporragen. Diese Thore oder Pforten (wir erinnern an die bekannte (Porta Westphalica) sind auch in anderen Gebirgen bekannt, und sie scheinen in den meisten Fällen mit einer ursprünglichen Thalbildung zusammenzuhängen. Gerade hinter diesen Pforten befinden sich oft noch ungemein weite Becken. Besonders charakteristisch dafür ist z. B. das Thal von Kufstein vor dem Austritte des Inn in die nördliche Hochebene, oder die umfangreiche Mulde von Reuti, bei der schönen Pforte des Lech bei Füssen.

Vergleichen wir die Längenthäler mit den Querthälern, so zeigt sich, dass die mittlere Neigung der ersteren, sowohl im Ganzen als in ihren einzelnen Theilen bei weitem geringer ist. Die Becken sind grösser und flacher, die Thalsohlen im allgemeinen breiter und ihre Enden erreichen bei weitem nicht solche absolute Höhen, wie jene der Querthäler. Aber ebenso wie bei diesen nimmt die mittlere Neigung in den höheren Theilen zu und ist in den Thalengen am grössten.

### Secundäre Querthäler.

Ausser Längen- und grösseren Querthälern, deren Typus uns bis jetzt beschäftigte, gibt es noch eine grosse Reihe kleinerer Thäler. Ihr Verhältniss zu den ersteren scheint ebenfalls wichtig und in den verschiedenen Gebirgen sehr abweichend zu sein. In einem Gebirge mit vorherrschendem Plateaucharacter, das nur von wenigen Thalspalten durchzogen ist, werden diese Seitenthäler sehr wenige und nur von geringer Ausdehnung sein. In den Alpen ist die Zahl derselben sehr gross und ihr Auftreten ungemein mannigfach; wir wollen sie unter dem Namen „secundäre Querthäler“ zusammenfassen.

Wenn man in einem Längenthale aufwärts geht, so bemerkt man zu beiden Seiten eine Reihe von grösseren Querthälern, welche oft mit ziemlicher Gleichförmigkeit in dasselbe münden. Man sieht die Oeffnungen derselben und auch die Contouren der Berge deuten diese wichtigen Gebirgsspalten an. Anders ist es in den Querthälern. In der Thalsohle stehend bemerkt man zuweilen nichts als rasch ansteigende Abhänge, fast ohne Unterbrechung; erst in grösseren Höhen, oft mehrere tausend Fuss über dem Thalboden, zeigen sich wieder zahlreiche Einbuchtungen. Es sind dieses die Mündungen kleinerer Thäler, welche fast rechtwinklig auf der Richtung des Hauptthales stehen. Ihre Neigungen sind gewöhnlich weit bedeutender als in den Hauptthälern; im Uebrigen wiederholen sich jedoch auch hier die abwechselnden Becken und Thalengen und die Mulden an ihrem Ende ganz in der schon beschriebenen



Weise. Nach vorn sind diese Thäler ganz offen und ihr Wasser fliesst dann in schmalen Rinnen, welche allein noch die Fortsetzung der Thallinie bilden, über die steilen Abhänge herab, oder es bildet die bekannten schönen Wasserfälle der Alpen. Diese Erscheinung wiederholt sich in den Querthälern der Schiefer mit grosser Regelmässigkeit; merkwürdig ist dabei das so vielmal höhere Niveau der secundären Thäler; wir haben schon früher eine ähnliche Erscheinung im kleineren Massstabe bei der Gabelung des Oetzthales bemerkt und wir glauben, dass gerade dieser Umstand bei dem Zusammenstossen zweier Thäler als Unterscheidungszeichen für das untergeordnetere hervorgehoben werden darf. Diese secundären Querthäler sind allgemein verbreitet und erreichen oft eine bedeutende Ausdehnung und Entwicklung. Um einen richtigen Begriff derselben zu erhalten, müssen wir erinnern, dass zu ihren Seiten sich stets noch regelmässige Bergzüge von bedeutender, relativer Höhe befinden.

Aber mit ihnen sind in den Alpen die Formen der Thalbildungen noch nicht erschöpft. Selbst einzelne grosse Kämme, welche zwei Thäler trennen, sind nicht lange, spitze Prismen mit gleichmässig geneigten Seitenflächen, etwa wie das Dach eines Hauses. Die Gleichförmigkeit ihrer Abhänge ist sehr oft durch stark geneigte Thäler in Form sanfterer Einbuchtungen unterbrochen. An grossen Kämmen sind sie oft bedeutend genug, um die Lagerstätte von secundären Gletschern zu werden. Wir bemerken dieses zur Seite aller Gletscherthäler. Eine sehr schöne Folge solcher Thaleinsenkungen nehmen die Gletscher des Glocknerkammes ein, welche als Typus dieser Erscheinung aufgestellt werden kann. Die Thaleinsenkungen sind unter sich durch Kämme getrennt. Dieselben sind zuweilen schmal und niedrig, oder sie sind mächtig und breit wie zum Beispiel jene, welche in der Spitze des Grossglockners und des Schwerteeck enden. Es ist überhaupt sehr häufig, dass solche trennende Felsenlinien, wenn sie einigermaßen mächtig sind, über die mittlere Höhe des Kammes sich erheben und als wohl charakterisirte Spitzen und Pies nach oben enden.

Solche seitliche Einsenkungen kommen auch noch weit kleiner und unentwickelter vor, als die hier beschriebenen. Sie treten bald in den unteren, bald in den oberen Theilen eines Abhanges auf; sie sind dann entweder sehr schöne wasserreiche Weideplätze oder dienen in höheren Regionen einigen Firnschichten zur Lagerstätte, wie z. B. etlichen kleinen Gletschern auf den beiden Abhängen des Thalleit. Diese Unterordnung grösserer und kleinerer Thäler und ihre grosse Verbreitung ist für die Alpen sehr charakteristisch und von wesentlichem Einfluss auf das allgemeine Relief derselben.

### Thäler der Kalkalpen.

Auch bei dem Kalke finden wir denselben Typus wie bei dem Schiefer, dass flachere Stellen, Mulden, mit engen und stark geneigten Thalengen abwechseln. Jedoch sind dieselben weniger schön entwickelt und es scheint, dass die Gesteinsart hier von einigem Einflusse ist. Der Kalk hat im Allgemei-

neu massenhaftere Formen, bildet zuweilen jähere Wände und mehr plateauartige Rücken als steile Spitzen. Auch hat die Erosion wegen der Auflöslichkeit des Kalkes einen weit grösseren Einfluss; ihre Wirkungen erschweren zuweilen die Uebersicht über die ursprünglichen Thalbildungen. Wir dürfen vielleicht als Beispiel einige Einzelheiten aus dem Isarthale anführen. Untersuchen wir die Neigungen desselben, so bestätigen sie ebenfalls das früher erwähnte Gesetz über die Zunahme der Neigung gegen das obere Ende.

Mittlere Neigungen des Isarthales.

940—1500 (Mündung in die Donau bei Deggendorf bis München)	0° 4' 30".
1500—2000 (München bis Länggries, am Austritte aus den Alpen)	0° 10'.
2000—3000 (Länggries bis ober Scharnitz)	0° 25' 30".
3000—3600 (Scharnitz bis zu der Alpenhütte im Kasten)	1°.
3600—5700 (Im Kasten bis zum Haller Anger).	9°.

Haller Thal, an das Isarthal am Südabfall des Gebirgskammes sich anlehnend.

1700—4500 (Hall im Innthal bis zum Bergwerksgebäude).	8°.
4500—6400 (Haller Salzberg bis zum Lafatschjoch	12°.

Bemerkenswerth ist die auffallend grosse Neigung, welche wir im Hallerthale antreffen, welches am Südabfalle der Kalkkette gegen das Innthal sich befindet. Es ist dieses eine Erscheinung, welche sich in den Alpen an den gegen Süden gerichteten Abdachungen fast stets mit grosser Regelmässigkeit wiederholt.

Die Neigung des Isarthales wird nach oben immer grösser; sie ist besonders gering in den weiteren Becken. Solche Becken sehen wir im Haller Anger, am Ursprunge der Isar, in kleinerem Massstabe, ferner im Kasten, wo mehrere Seitenthäler sich vereinigen, in Scharnitz, Mittenwald und Krün. Von Krün bis Länggries folgt auf dieses weite Becken eine sehr lange Thaleuge, in welcher nur ein schmaler Fusspfad neben der Isar hinführt. Nach der Erweiterung der Thalsole bei Länggries und Tölz strömt die Isar ohne weiteres Hinderniss aus den Alpen in die nördliche Hochebene hinaus. Ihr Lauf von hier bis zur Mündung in die Donau zeigt nur einen stetigen und raschen Fall gegen Norden; es muss uns überraschen, hier in einer Ebene noch eine Neigung von 4,5 Minuten zu treffen. Sie hat dieses gemeinsam mit allen Flüssen, die von den Alpen zur Donau strömen. Das Flussbett ist bald zwischen Hügeln, bald zwischen steileren Nagelfluefeldern eingeschnitten<sup>1)</sup>; erhebt man sich auf den Rand derselben, so hat man oben eine entweder ganz flache oder doch nur wenig unterbrochene Hochebene. Dieses ist die wahre Form der Thalbildung durch Erosion, welche auch an den Nagelfluemassen der

Flur1. Beschreibung der Gebirge von Baiern; Weiss, Südbaierns Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt 1820; Studer, Monographie der Molasse 1825; Walther. Topische Geographie von Baiern 1844 u. s. w. enthalten zahlreiche Details über den Lauf der Flüsse in der Hochebene, an dem Nordrande der Alpen.

nördlichen Schweiz so schön beobachtet werden kann; man sieht, wie sehr verschieden sie ist von den Erscheinungen, welche in der Alpenkette selbst uns entgegentreten.

Beispiele dafür, dass bei dem Zusammenstosse zweier Thäler das Niveau des weniger entwickelten oft etwas höher liegt, finden wir auch in den Kalkalpen sehr häufig; ebenso treten secundäre Thäler und besonders kleinere Mulden an den Abhängen in mannigfachen Formen auf.

### Formen der Gebirgszüge.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Bergketten, welche sich zwischen den Thälern befinden, ist es sehr schwer, dieselben unter allgemeine Gesichtspuncte zusammenzufassen. Wir werden uns darauf beschränken, die hauptsächlichsten gemeinsamen Eigenschaften hervorzuheben.

Wir können uns, wie schon oben bemerkt wurde, das ganze Gebiet der Alpen in eine Reihe von Gruppen (*massifs*) gesondert denken, welche durch die Längenthäler umgrenzt werden. Man fand, dass diese Trennung in grössere Gruppen sowohl in orographischer als in geognostischer Beziehung weit richtiger sei, als die Annahme ausgedehnter paralleler Ketten, welche Ebel durch die ganzen Alpen zu verfolgen suchte. Besonders Studer hat viele dieser Gruppen unterschieden und ihre Zusammensetzung näher untersucht<sup>1)</sup>. In diesen Gruppen, besonders in den grösseren, welche die krystallinischen Schiefer der Centralalpen einnehmen, lassen sich meistens zwei hauptsächliche Abdachungen unterscheiden, an deren Begrenzung sich eine Reihe grösserer Berge befindet, welche die mittlere höchste Erhebungslinie bezeichnen. Diese beiden Abdachungen sind gewöhnlich von grossen unter sich fast parallelen Querthälern rechtwinklig auf der Linie der grössten Erhebungen durchzogen. Auch finden sich an den beiden anderen Ausgängen der Gruppen noch kleinere Querthäler. Eine ganz regelmässige Anordnung der Thäler kömmt nur in wenigen Gruppen vor, indem sehr häufig bald das eine, bald das andere System von Querthälern überwiegend ist. Bemerkenswerth ist, dass da, wo die Längensaxe solcher Gruppen von Westen nach Osten streicht, ihr Abfall nach Süden sehr häufig ungemein jäh ist, während sie sich nach Norden nur allmählig niedersenken. Es wiederholt sich so im Einzelnen das Gesetz, welches wir in den Alpen im Ganzen bemerken. Und ebenso wie die nördliche Hochebene bedeutend höher liegt als die südliche Po-Ebene, befinden sich auch die Längenthäler im Süden solcher Gruppen in geringeren Höhen als jene, welche sie im Norden umgrenzen.

Die Querthäler im Gebiete einer solchen Gruppe sind durch parallele Höhenzüge getrennt. Sie treten auf jeder Karte als mächtige Kämme hervor, die sich keilförmig gegen das Centrum der Gruppe erstrecken und zugleich immer

<sup>1)</sup> Geologie der westlichen Alpen 1834, Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie 1844 und 1847 u. s. w.

grössere absolute Höhen erreichen. Bald sind sie breiter, von beiden Seiten sich näher gerückt, und bilden so die Thalengen, bald sind sie schmaler und lassen zwischen sich Raum für die grossen Mulden und Becken. In den hintersten Theilen werden dieselben stets schmaler; es breiten sich zwischen ihnen dann die weiten Firmulden aus, welche wir schon früher als die charakteristischen Enden aller Hochalpenthäler kennen lernten. Dort treten diese trennenden Felsenwälle mehr als das auf, was wir als einfache Kämme betrachten können, während sie weiter nach aussen, wo sie an Breite so bedeutend zunehmen, durch zahlreiche secundäre Thäler theilweise unterbrochen werden. Wie die trennenden Gebirgszüge von aussen nach innen an absoluter Höhe zunehmen, so tritt diess auch für die Thalsohlen ein. Ja die letzteren steigen sogar etwas rascher, indem ihr Abstand von der mittleren Kammhöhe gegen das Ende der Thäler geringer wird. Die höchsten Querthäler finden wir im Allgemeinen da, wo auch die grösste mittlere Erhebung der Bergmassen ist; es weist dieses auf die grosse Regelmässigkeit hin, welche bei der Bildung der gegenwärtigen Oberfläche der Alpen stattgefunden hat.

Dieses drückt sich auch in dem schönen Verhältnisse aus, welches zwischen den mittleren Passhöhen, Kamm- und Gipfelhöhen stattfindet. Als charakteristisch für das Relief eines Gebirges müssen erwähnt werden das Verhältniss der Pass- und Kamm-Höhen und die absolute Masse desselben. Das erstere wird uns besonders dadurch merkwürdig, dass es für verschiedene Gebirge so constante Unterschiede zeigt, welche mit der Form der Erhebung innig zusammenhängen. Alexander von Humboldt fand in seinen bekannten Untersuchungen dafür folgende Werthe: <sup>1)</sup>

	Mittlere Höhe		Höchster Gipfel	Verhältniss zwischen Kamm und Gipfel.
	der Pässe	des Kammes		
	Toisen	Toisen	Toisen	
Pyrenäen .....	1217	1250	1787	1 : 1·4
Alpen .....	1178	1200	2462	1 : 2
Andes .....	1819	1850	3941	1 : 2·1
Himalaya .....	2432	2432	4390 (?)	1 1·8

Durch die Tiefe der Passeinschnitte und durch die Vertheilung und Ausdehnung der Thäler wird die Masse eines Gebirges wesentlich verändert. Es wäre sehr falsch, wenn man bloss nach der Kenntniss des Areal und der hypsometrischen Bestimmungen hervorragender Punkte den ganzen Inhalt der Alpen bestimmen wollte. Die erhaltenen Zahlen würden bedeutend zu gross werden.

<sup>1)</sup> *Annales des sciences naturelles*. T. IV. und Poggendorff's Annalen, Band XIII, Seite 522.

Alexander von Humboldt hat in den Untersuchungen über die mittlere Höhe der Continente <sup>1)</sup>, wegen der vielen Quer- und Längenthäler die mittlere Höhe der Alpen nur zu 800 Toisen angenommen, und betrachtet so das Gebirge als ein Prisma von 2700 Q. M. Grundfläche (mit Einschluss der nord-südlich streichenden westlichen Alpen). Die ganze Masse dieses ausgedehnten Gebirgszuges würde dann auf Europa verbreitet (304000 Q. M.), die Oberfläche desselben um 3·5' erhöhen <sup>2)</sup>.

### Berge und Gipfel.

Die Berge der Alpen sind nicht grosse isolirte Kegel; sie bilden vielmehr Theile der beschriebenen Kämme, über deren mittlere Höhe sich einige jedoch bedeutend erheben. Nur in der Nähe können wir ein richtiges Bild von diesem Verhältnisse erlangen. So erscheinen manche Berge von tieferen Thälern aus als mächtige selbstständige Pyramiden, während wir in höheren Theilen ihnen gegenüberstehend uns leicht überzeugen, dass sie nur die Theile eines längeren Kammes sind. Die Berge treten nur dann selbstständiger auf, wenn sie am Ausgange eines Kammes sich befinden <sup>3)</sup>.

Wie in den Thälern, so ist an den Abhängen der Berge die Neigung durchaus nicht gleichmässig. Steile, fast senkrechte Wände können natürlich an jedem Theile eines Berges vorkommen; im Mittel jedoch ist die Neigung am bedeutendsten in der Nähe des Gipfels. Später folgen oft kleinere flachere Absätze und Terrassen, welche die Bewohner der Alpen sehr richtig mit eigenen Bezeichnungen unterscheiden <sup>4)</sup>. Dadurch nehmen die Berge ungemein an Breite zu; die darauf folgenden Abhänge sind bald mehr bald weniger geneigt. Diese Unterbrechungen der Neigung durch Absätze, Sättel u. s. w. machen, dass die Berge von einem tiefen Thale aus gesehen sich sehr verkürzen und ihre Contouren wesentlich verändern; es ist gerade in dieser Beziehung ein hoher Standpunct für die richtige Beurtheilung von Gebirgsformen von grosser Wichtigkeit.

In den Kalkzügen sind die Formen der Berge etwas verschieden, indem hier sehr oft die unteren Theile durch jähe Wände gebildet werden von einer Ausdehnung, die in krystallinischen Schiefen selten vorkommt. Auf dem

<sup>1)</sup> Central-Asien. Untersuchungen über die Gebirgsketten und die vergleichende Climatologie von Alex. v. Humboldt, deutsche Bearbeitung von W. Mahlmann, Berlin 1844, Bd. I, S. 80, und 120—133. Als Endresultat dieser ausgedehnten Untersuchungen ergab sich, dass „die mittlere Höhe aller continentalen Länder über dem Spiegel des Oceans 157·8' oder 307 Meter“ beträgt (Seite 129).

<sup>2)</sup> Seite 123.

<sup>3)</sup> Dieses ist z. B. bei Thalleit der Fall; er befindet sich in der Gabelung des Oetzthales und bildet dort das Ende eines breiten Kammes, welcher fortan die beiden Thäler trennt.

<sup>4)</sup> Sattel, Sass, Fluc, Scite u. s. w.

Rücken dieser Wände sind dann flachere Stellen, über denen sich die Gipfel nur allmählig erheben.

Auf die Contouren der obersten Spitzen üben die Verwitterung und besonders die Erosion durch Hydrometeore sicher einen grossen Einfluss aus. Auf den schmalen Kämmen der Schiefer entstehen dadurch jene Hörner und Pic's, welche die Centralalpen auszeichnen. Wir müssen jedoch Einzahnungen, welche an den Kämmen auf diese Weise bewirkt werden, von den grossen selbstständigen Spitzen unterscheiden, die oft mehrere 1000 Fuss über die Umgebung sich erheben. Die letzteren hängen wahrscheinlich mit der ursprünglichen Gebirgsbildung zusammen. Wenn die Verwitterung und der Regen, denn von grösseren Wassermassen können wir in solchen Höhen ohnehin nicht mehr sprechen, die Macht gehabt hätten, eine ausgedehnte Schicht festen Gesteines rings um einen jetzt isolirten Gipfel zu entfernen, so müsste doch dieser letztere selbst schon längst gänzlich zerstört sein, da er diesen Einwirkungen eine verhältnissmässig weit grössere Oberfläche darbietet, als ein massenhafter Rücken. Obgleich die Berge des Kalkes im Allgemeinen weniger gleichmässig zugespitzt sind, so entstehen doch bei der grösseren Zersetzbarkeit desselben und durch die Hinwegnahme leichter zerstörbarer Körper, wie Thon und Gyps, zuweilen ungemein bizarre Formen. Diese Nadeln <sup>1)</sup> stürzen bei fortgesetzter Zerstörung in grösseren Massen herab und bewirken dann jene Verheerungen, die in ihrer Nähe so gefürchtet sind <sup>2)</sup>.

#### Ursachen der gegenwärtigen Formen der Thäler und Gebirgszüge.

Es war in dieser Abhandlung hauptsächlich unser Bestreben, die wichtigsten Formen hervorzuheben, welche in der Gebirgsbildung der Alpen so allgemein verbreitet sind. Wir mussten zugleich öfter darauf hinweisen, dass sowohl die Erosion durch Flüsse als auch die Verwitterung nur von untergeordnetem Einflusse auf das Relief der Alpen sein konnten.

Wie vermöchte die Erosion ein so gleichmässiges Ansteigen nicht nur der Thäler, sondern auch der Gebirgszüge und eine oft so regelmässige Vertheilung der Erhebungen zu bewirken? Wie wäre es möglich, dass ein Alpenthal von dem Gipfel des Montblanc bis zu einer Tiefe von 3000 Fuss herab durch die Kraft des Wassers eingeschnitten würde?

Ausgezeichnete Beobachter wie Leop. v. Buch <sup>3)</sup>, Friedr. Hoffmann <sup>4)</sup>,

<sup>1)</sup> Zähne *dents*, Nadeln *aiguilles*.

<sup>2)</sup> Sehr merkwürdig sind in dieser Beziehung die Diablerets bei Bex.

<sup>3)</sup> *Description physique des îles Canariques*. Geognostische Beobachtungen über das südliche Tyrol 1824 u. s. w.

<sup>4)</sup> Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland 1830, Seite 342 u. s. w.

Omalius d'Halloy<sup>1)</sup>, Elie de Beaumont<sup>2)</sup>, Thurmann<sup>3)</sup>, B. Studer<sup>4)</sup> und Andere wiesen schon in verschiedenen Theilen der Erde nach, dass die Thalbildung nicht durch zufällige Erosionen bewirkt sei, sondern auf das innigste mit den Ursachen zusammenhänge, welche die ganze Form der Gebirge bedingten. Besonders sind in dieser Beziehung die vielfachen Windungen der Thäler, der grosse Wechsel in ihrer Richtung und Ausdehnung zu berücksichtigen, während bei einer Bildung durch blosse Erosion das Wasser sicher den geradesten und kürzesten Weg eingeschlagen hätte. Auch kömmt es häufig vor, dass ein Thal hohe Gebirgsketten durchsetzt, während das Wasser, wenn dieses seine Entstehung bewirkt hätte, einen leichten, ja oft ganz offenen Abfluss nach einer anderen Stelle gehabt hätte. Hoffmann<sup>5)</sup> hat dieses besonders bei der bekannten Porta Westphalica in dem Weserthale nachgewiesen; Omalius d'Halloy<sup>6)</sup> führt ganz ähnliche Erscheinungen in dem Laufe des Rhone an. Wir werden also hier stets darauf hingeleitet, ursprüngliche Thalbildungen anzunehmen, die erst später durch die Wirkung der Flüsse und der atmosphärischen Niederschläge theilweise modificirt wurden.

Es wäre gewiss irrig, den grossen Einfluss zu verkennen, welchen noch fortwährend das Wasser verbunden mit der Verwitterung auf die Veränderung der Erdoberfläche ausübt; allein diese Einwirkungen reichen gewiss nicht hin, um die Entstehung so ausgedehnter Thäler, wie sie in den Alpen sich finden, zu erklären. Wir werden später mehrere Beobachtungen über Erosion und Verwitterung zusammenstellen, welche theilweise als Maassstab für die Bedeutung derselben bei der Thalbildung dienen können.

Wenn wir auf die Ursachen der Entstehung der Thäler hier noch näher eingehen dürfen, so scheinen sie in einer Reihe von successiven Hebungen, verbunden mit einigen Senkungen zu liegen. Die grossen Mulden, welche sich am Ende der Thäler und in ihrer weiteren Entwicklung befinden und im kleineren Maassstabe an den Abhängen der Berge wiederholt sind, scheinen besonders auf ein Zurückweichen der Massen hinzuweisen. Wir dürfen dabei erinnern, dass die Thalbildung in den Alpen wohl erst dann erfolgt sein kann, als die allgemeine Aufrichtung der Schichten vollendet war. Denn diese letztern behalten oft auf grosse Strecken gleiches Streichen und Fallen, und werden häufig von einer Reihe von Thälern durchsetzt, ohne die geringste Veränderung zu erleiden. Man dürfte wohl erwarten, dass bei den grossen Senkungen

<sup>1)</sup> *Éléments de Géologie*. Paris 1831, Seite 442 u. s. w.

<sup>2)</sup> *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, par Dufrenoy et Elie de Beaumont an mehreren Stellen; so: *T. II. Faits pour servir à l'histoire des Montagnes de l'Oisans*, Seite 339 u. s. w.; *T. IV. Recherches sur les terrains volcaniques des deux Siciles* u. s. w.

<sup>3)</sup> *Essai sur les soulèvements jurassiques*. Cah. I. 1832. Cah. II. 1836.

<sup>4)</sup> Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie. 1 und 2, 1844, 1847

<sup>5)</sup> Nordwestliches Deutschland Seite 365.

<sup>6)</sup> Geologie Seite 444.

der Mulden die Neigung der Schichten um einige Grade verändert wurde. Jedoch müssen wir berücksichtigen, dass die Aufrichtung der Schichten in den ganzen Alpen ungemein steil ist; es wird daher ein theilweises Zurückweichen auch ohne sehr auffallende Störungen der Neigung und der Gesteinsfolge weit leichter möglich als bei sehr flachen Lagerungsverhältnissen. Nur zuweilen bemerkt man sehr bedeutende Störungen der Schichtenstellung, besonders in den Kalkalpen, und zwar gerade da, wo die grössten Unregelmässigkeiten der Thalsohlen durch jene tiefen Senkungen bewirkt wurden, welche jetzt die Alpenseen einnehmen.<sup>1)</sup> Es sind dieselben hauptsächlich auf den Nord- und Südrand beschränkt und fehlen in den centralen Theilen der krystallinischen Schiefer, wo die Erhebung am regelmässigen ist.

### Resultate.

1) Sowohl die Quer- als Längenthäler der Alpen bestehen aus einer Reihe von Becken, welche durch längere Thalengen oder durch steilere Senkungen verbunden sind.

2) Diese Becken bilden an den oberen Enden der Thäler weite Mulden, welche in den Hochalpen den Firnmeeren zur Lagerstätte dienen.

3) Bei dem Zusammenstosse zweier Thäler liegt sehr oft die Sohle des kleineren höher als jene des relativen Hauptthales; dieses tritt besonders sehr schön bei den secundären Querthälern ein.

4) Bei allen Thälern wird die mittlere Neigung um so grösser, je mehr man sich dem oberen Ende derselben nähert; jedoch ist die Neigung im Einzelnen in den Becken stets weit geringer als in den sie verbindenden Thalengen.

5) In den Längenthälern ist sowohl die Neigung im Allgemeinen als in einzelnen Becken und Thalengen weit kleiner als in den Querthälern.

6) Die Längenthäler umschliessen die einzelnen Gruppen der Alpen; sie können die verschiedensten Richtungen annehmen; sie liegen tiefer als die Querthäler, ihre Thalsohlen sind breiter und die Becken weit umfangreicher.

7) Nicht nur die Sohlen der Querthäler, sondern auch die Kämme der sie trennenden Gebirgszüge werden höher, je mehr sie sich dem Innern einer grösseren Gruppe (*massif*) nähern; jedoch geschieht dieses bei den ersteren rascher als bei den letzteren, so dass der Abstand der Thalsohlen von den mittleren Kammhöhen nach oben stets geringer wird.

8) Die Höhe der Thalsohlen steht im Allgemeinen im Verhältnisse zur mittleren Erhebung des Gebirges; besonders die Querthäler erreichen daher die grösste Höhe da, wo die bedeutendsten und höchsten Gebirgsmassen sind.

<sup>1)</sup> Ein schönes Beispiel sind die grossen Unregelmässigkeiten in der Nähe des Hallstättersees, welche L. v. Buch beschrieben hat in Geognost. Beobachtungen auf Reisen. I. Seite 145.



9) Die Gebirgsketten, welche sich zwischen einzelnen Querthälern befinden, sind am Anfange sehr breit und tragen an ihren Seiten zahlreiche secundäre Querthäler und kleinere Mulden. Je mehr sich die Ketten den oberen Enden der Thäler nähern, desto schmaler werden sie; sie bilden dort einfache Kämme, in denen gewöhnlich auch die hervorragenden Bergspitzen liegen.

10) Bei den einzelnen Bergen der Schieferzüge ist die Neigung in den oberen Theilen in der Nähe der Gipfel am grössten; doch wird sie von hier nach unten nicht gleichmässig geringer, sondern ist von flacheren Stellen, „Sätteln,“ unterbrochen, mit welchen jähere Abdachungen wechseln. Die obersten Enden der Kalkberge hingegen sind oft plateauartig verflacht und unmittelbar von jähren Wänden umgeben.

11) Auf die Form der Thäler und das Relief der Alpen hatten die Wirkungen des Wassers nur einen geringen, untergeordneten Einfluss. Die einzelnen Becken waren allerdings zuweilen von kleinen Seen erfüllt, allein diesen können sie unmöglich ihre Erweiterung verdanken. Die Erosionen in den Flussbetten der Thalengen sind im Verhältniss zur Masse des Gebirges ebenfalls nicht sehr bedeutend.

12) Eine Reihe von successiven Hebungen, verbunden mit einem theilweisen Zurücksinken der Masse in jenen Theilen, die wir jetzt als Mulden und Thäler finden, scheint die Formen der Alpen vor allem bedingt zu haben.

### III.

## Ueber den Bergbaubetrieb in Serbien.

Von Joseph A b e l.

Mitgetheilt in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 6. Mai 1851.

Der Bergbaubetrieb hat in dem jetzigen Serbien schon unter Römerherrschaft statt gefunden. Die noch bedeutende wallachische Bevölkerung in Serbien besteht unstreitig aus Abkömmlingen römischer Colonisten. Vom 11. bis 15. Jahrhundert soll der Bergbau im regen Betriebe gestanden haben — und insbesondere sollen es die Venetianer gewesen sein, die gute Ausbeute machten und aus dem Lande führten. — Die Ursache der Abnahme des Bergbaues liegt aber in der Unterjochung durch die Osmanen, und während der türkischen Regierung war an ein Wiederaufkommen des Bergbaues nicht zu denken.

Als Serbien später wieder an Oesterreich fiel, erwog die Regierung gleich die Wichtigkeit des Bergbaues; allein der abermalige Rückfall dieses Landes an die Türkei führte wieder den Ruin der Bergwesens-Industrie herbei, so dass der in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts noch sehr blühende Bergbau in Serbien gänzlich in Verfall kam.

Der aus der serbischen Geschichte bekannte Kara Georg war bemüht, den Bergbau zu beginnen — der Mangel an Sachverständigen bemüßigte ihn jedoch von seinem Vorhaben wieder abzustehen.