

Die Thalbildung in den Alpen

von

S. Clessin.

(Fortsetzung und Schluss.)

Das Bett der Alpengewässer ist ein sehr unbeständiges, oft wechselndes, woran namentlich die häufig sich verändernde Wassermenge die Schuld trägt. Alle aus den Alpen kommenden Flüsse haben ein sehr breites und seichtes Bett, wenn die Wassermenge eine geringe ist, und in diesem Falle hat dieselbe Mühe, sich in Schlangenlinien und oft noch in zahlreiche Arme getheilt durch die vom Hochwasser zurückgelassenen Geröllmassen durchzuwinden. Diese letzteren ebnen und erfüllen das Bett in mehr oder minder hohem Grade, und erst die geringe Wassermenge des Herbstes, Winters und Frühlings, die wenig oder kein Geröll mit sich führt, gräbt sich in die Schuttmassen der Sommerhochfluthen ein. Das Wasser der Alpenflüsse verhält sich daher gerade in entgegengesetzter Weise, je nachdem es mit Geröll beladen ist, oder nicht. Die Flussbette der Iller, des Lechs, der Isar und selbst der oberen Donau illustriren das Verhalten der Alpenflüsse in höchst charakteristischer Weise, und geben damit am besten den Beweis, dass die mit Geröll beladenen Alpengewässer weit mehr ihre Betten erhöhen und ausfüllen, als eingraben. Fast alle Alpenflüsse haben die innerhalb der Alpen gelegenen Spalthäler auf ähnliche Weise ausgefüllt und erhöht und wenn wir jetzt diese Flüsse wieder auf einen kleinen Raum der ziemlich breiten Thalsole beschränkt sehen, und sie mehr oder weniger tief in selbe d. h. in die Geröllmassen, welche ihren Grund bilden, eingerissen finden, so dürfen wir mit Sicherheit darauf schliessen, dass in früheren Zeiten entweder die das Thal durchströmende Wassermasse eine beträchtlichere war, als sie es jetzt ist, oder dass seinerzeit die Thäler als Seebecken gestant waren, bis sich das Wasser Durchbrüche erzwungen hat. Wir werden den letzteren Fall als das wahrscheinlichere Verhältniss finden. —

Infolge der sehr beträchtlichen Differenz der Wassermengen der Alpengewässer müssen zweierlei Bette derselben unterschieden werden. Das Bett für die grosse Wassermenge, welche das

Schmelzen des Schnees in den Frühlings- und den ersten Sommermonaten liefert, möchte ich als Fluthbett bezeichnen, und dieses muss als das Normale betrachtet werden, wenn es auch nur während eines verhältnissmässig kleinen Theiles des Jahres benützt wird. Die Fluthbetten sind gleichfalls nur wenig in die sie umgebende Fläche eingesenkt und haben sich so sehr ins richtige Verhältniss zu ihrer Wassermenge gesetzt, dass sie nur selten bei langandauernden, heftigen Regengüssen, bei engbegrenzten Wolkenbrüchen etc. überschritten werden. Auch durch dieses Verhältniss beweisen sie uns aufs Sicherste, dass die Thätigkeit der mit Geröll beladenen Alpengewässer im Ganzen keine eingrabende, ihren Boden aufwühlende, sondern eine das mitgeschleppte Geröll ablagernde, also eine aufschüttende ist. Dasselbe Zeugniß erhalten wir, wenn sich der Fall ereignet, dass eine Hochfluth dennoch das Fluthbett überschreitet. Auch hier werden die durch das Austreten des Wassers angerichteten Verwüstungen weit mehr in Verschüttung fruchtbarren Landes, als in Ausschwemmung tiefer Rinnsale bestehen, und wenn letzteres der Fall ist, so trägt sicher die solche Thätigkeit besonders begünstigende Bodengestaltung ganz allein die Schuld daran. Das Verhalten der Alpenflüsse bei Regelung ihrer Bette ist daher im Grunde dieselbe wie wir sie bei Ausfüllung der Seen gefunden haben, und wir begegnen bei den Betten nur in soferne einer Modification, als sich der Fall des Wassers allmählig vermindert, während derselbe in den Seen völlig aufgehoben wird. —

Das Winterbett der Alpenflüsse zeichnet sich durch seine geringe Breite aus und ausserdem hat sich dasselbe noch mehr oder weniger tief in das Fluthbett eingesenkt. Der kaum den 10—20. Theil der Fluth-Wassermasse führende Winterfluss verändert sein Bett in der Art beständig, dass er nach jeder Fluthperiode sich eine kleinere Rinne ausschwemmt, deren Richtung sich bald mehr dem einen, bald mehr dem andern Ufer nähert. Die geringe Wassermenge des Herbstes und Winters ist wenig oder gar nicht mit Geröll beladen und desshalb äussert sich auch die Thätigkeit desselben in wesentlich verschiedener Weise als es für die Wassermasse des Fluthbettes der Fall ist. Das gerölllose Wasser nimmt die lose aufgeschütteten Kiesel mit sich und senkt sich deshalb eine seichte, der geringen Wassermenge entsprechende Rinne ein. Da kein oder nur sehr geringer Ersatz an Geröll um diese Zeit aus dem Gebirge kömmt, ist das Ausschwemmen

seichter Rinnen die natürliche Folge und das Wasser fließt solange in diesen Rinnsalen weiter, bis durch Hochfluthen die Einebnung, bez. Ausfüllung derselben erfolgt. —

Was die Richtung der Thäler in den Alpen betrifft, so ist sie im Wesentlichsten durch jene Spalten bedingt, welche bei Erhebung der Alpen eingebrochen sind. Jede Erhebung der festen Erdkruste muss eine Zerreißung derselben zur Folge haben, und es werden sich in dem Maasse, als die Bergketten in die Höhe gehoben wurden, Einbrüche bilden, welche im Allgemeinen mit den Erhebungslinien die gleiche Richtung haben müssen. Da diese nun fast genau von West nach Ost ziehen, so haben sich auch in derselben Richtung tiefe Spalteneinbrüche gebildet, welche als Längenthäler bezeichnet werden. (Rütimeyer, Thal und Seebildung und Desor, Gebirgsbau der Alpen, [Comben]). Wenn wir die Karte der Alpen betrachten, treffen wir viele, auf lange Strecken in fast gerader Richtung sich hinziehende solche Thalspalten. Ich nenne beispielweise das obere Rhonethal bis Martigny, das obere Rheinthal bis Chur, das mittlere Innthal, das obere Salzachthal, das Drauthal, das obere Etsch- und das Addathal. Im innern Theile der Schweiz liegen diese Thalspalten oft gerade entlang jener Linien, an welchen Kalk und Urgebirgsformation zusammenstossen, und zwar halten sie diese Richtung derart genau fest, dass die eine Thalseite aus Kalk, die andere aus Urgebirgs-Gestein besteht, in welchem Falle sich die Thalseite des Kalksteines durch senkrechte und sehr steile Wände, die gegenüber stehende durch sanftere Neigung auszeichnet. Diese Längspalten mögen ursprünglich die tiefsten Stellen des Gebirgszuges gebildet haben, worauf die grosse Tiefe noch vorhandener Seebecken zu schliessen berechtigt, und es müsste sich daher in ihnen das von Erhebungslinien herabfließende Wasser sammeln. Aber die Längspalten hatten keinen Ausgang aus dem Gebirgssysteme, weil sie meistens durch eine 2te parallele Bergkette gesperrt waren. Sie bildeten daher lange schmale Wasserbecken, in denen das Wasser ein sehr hohes Niveau erreichte, weil ein Abfluss desselben nur über die Joche stattfinden konnte. Die ursprüngliche Anlage des Gebirges nahm nämlich auf den Wasserabfluss nicht die mindeste Rücksicht. So natürlich übrigens dies Verhältniss ist, so scheint es doch nöthig, es noch besonders hervorzuheben, weil zur Erklärung der jetzigen Richtung der Alpengewässer stets vor Augen behalten werden muss

1880. 1880. 1880.

dass der gegenwärtige Bestand das Resultat ihrer eigenen Thätigkeit ist und dass dieses Resultat nur aus denselben Faktoren entstanden sein kann, die wir jetzt noch thätig finden. — Die Anlage der Alpen überliess es dem Wasser, sich selbst einen Ausweg aus dem Gebirge zu suchen und lieferte ihm nur eine ungeheure Menge abgebrückelter Felstrümmer, um mit diesen aufs wirksamste seine Unterlage, oder die stauenden, den Abfluss hemmenden Barrieren zu bearbeiten. — Die gesperrten Längsthäler der Alpen waren daher anfangs Spaltenseen (Combenseen nach Desor) welche durch das in ihnen sich sammelnde Wasser eine grosse Menge Schutt und Geröll zugeführt erhielten, das in demselben liegen blieb und sie ausfüllte. Erst nachdem dies geschehen war und erst als das über die Joche abfließende Wasser Geröll verwenden konnte, um das Gestein wirksam bearbeiten zu können, wurde der Durchbruch der stauenden Querwände eingeleitet und begann die Bildung jener grossen Thalschluchten, die wir jetzt wegen ihrer schauerlich wilden Grossartigkeit bewundern. Alle oben aufgezählten Längsthäler wurden auf diese Weise geöffnet und lassen jetzt ihre Gewässer durch tief eingerissene Durchbruchsthäler (Clusen wie sie Desor nennt) aus dem Gebirge austreten. Ich habe in meinem „Ampergletscher“ den Beweis geliefert, wie wesentlich verschieden die Flussgebiete der Alpenflüsse noch während der Eiszeit von ihrem jetzigen Zustande waren, und dass der Durchbruch der Isar bei Riss erst nach der Eiszeit erfolgt sein konnte. Das mag nun wohl nicht bei allen Flüssen zu so später Zeit erfolgt sein, aber doch fällt die Bildung aller dieser Durchbrüche in eine von der Erhebung der Alpen weit entfernte Zeit. —

Solche Durchbruchsthäler beschränken sich auf kurze Strecken, weil nur schmale, stauende Wände zu durchbrechen waren. Entlang der Nordseite der Alpen besitzt jeder grössere aus den Alpen austretende Fluss seine Durchbruchstrecke; so z. B. der Lech bei Füssen; die Isar bei Riss; der Inn bei Kufstein, die Salzach bei St. Johann u. s. w.; ja wir haben am Kesselberg, zwischen Kochel und Walchensee noch unverkennbare Spuren aufzuweisen, dass hier die Wasser der Isar seinerzeit über dieses Joch strömten. Ein Durchbruch an dieser Stelle erfolgte nur deshalb nicht, weil das grosse Becken des Walchensees nicht mit Geröll ausgefüllt werden konnte, und weil sich die Isar bei Riss rascher durchgefressen hat. —

Mit der Bildung der Durchbrüche stehen jene Terrassen aufs Innigste im Zusammenhange, welche sich als Geröllablagerungen an den Thalwänden vorfinden, ja manchmal sogar noch auf niedrigen Jochen zu bemerken sind. Diese Geröllbänke sind die Reste der früheren Ausfüllung der Längsthäler. Mit dem Durchsägen der Barrieren sank der Wasserspiegel der hinter ihnen liegenden Seen, das Wasser erhielt einen gegen den Durchbruch gerichteten und mit dem Fortschreiten desselben sich steigernden Fall, der ihm gestattete, nun sein Bett oberhalb der Barriere in den Geröllmassen einzugraben, und das lose, im früheren Seebecken abgelagerte Geröll wieder mit sich fortzuschleppen und weiter zu transportiren. Jede Hochfluth muss aber das Wasser hinter, resp. ober der Barriere, solange der Durchbruch noch in der Bildung begriffen war, wieder, wenn auch nur auf kurze Zeit stauen, während die wilden auf den Ausfluss zustürzenden Wogen den grössten Theil der ehemaligen Ausfüllung mitnahmen. Mit dem tiefer Einsägen in die Barrieren und mit dem tiefer Einsenken der Flussbette oberhalb derselben, wurden die Thäler wieder immer mehr von dem sie erfüllt habenden Gerölle befreit, und nur an wenigen, vor dem Hauptwasserzuge geschützten Stellen, sind solche Geröllterrassen zurückgeblieben, die uns jetzt Zeugniss geben, wie hoch der Wasserspiegel einstmals gestanden hat. Diese Terrassen verdienen daher die sorgfältigste Untersuchung und namentlich die genaue Feststellung ihrer Höhenlage. — Solche Terrassen finden sich auch in den meisten Flussthälern die ausserhalb der Alpen liegen. Ich möchte die Benennung „Geröllterrassen“ besonders betonen, weil sie sehr wesentlich von jener Gattung von Terrassen verschieden sind, mit denen wir bei Erklärung der Klambildung zu thun hatten. Diese Letzteren, aus anstehendem Gestein gebildet, wären als Felsterrassen zu bezeichnen. —

Sowohl die riesige Ausdehnung der Gletscher während der Eiszeit, als auch die Grossartigkeit der Durchbruchthäler bezeugen uns, dass kurz nach der letzten Erhebungsperiode der Alpen die auf dieselben fallenden Niederschläge weit beträchtlicher waren, als es jetzt der Fall ist. Die Erfolge grösserer Wassermassen mussten daher auch viel beträchtlicher werden, als wir sie jetzt von den weit geringeren beobachten können. —

Die Wirkung des Gletschereises auf die Thalwände habe ich

in meinem vorjährigen Vortrage*) ausführlich besprochen. Sie kann keine den Boden aufwühlende, die Thäler vertiefende sein, weil die Zerstörung der Thalwände vorzugsweise an ihre Zusammenstossungslinien mit dem Gletschereis gebunden ist. Die Gletscher werden daher die Thalwände schroffer und steiler machen, und die Thalsole verbreitern. Ebenso wenig wird der Gletscher eine Barriere durchsägen oder zerstören können, wenn er sich auch über selbe hinabstürzt. Eine Correctur oder Regelung der Flussläufe ist deshalb durch Gletscher nicht möglich, weil sie sich gegen ihre Unterlage vielmehr conservirend, als zerstörend verhalten.

Ausser den Durchbruchthälern haben wir noch eine dritte Reihe aufzuzählen, welche zwar gleichfalls Einbruchspalten gleich den Längsthälern sind, aber mehr oder weniger senkrecht auf den Haupterhebungslinien stehen. Auch diese Spaltenthäler sind mitunter von ungeheurer Tiefe, aber sie erreichen nie die grosse Länge der Längsspalten. In ihrer Lage haben wir den Grund zu suchen, warum uns die meisten derselben noch als Seebecken erhalten wurden. Fast alle innerhalb des Gebirges gelegenen grösseren Seen, die durch riesige Felswände eingeschlossen sind, als Königs-, Achensee, ja selbst Comer-, Garda-, Zürcher-See sind solche Querspalten. Diese sind nämlich gegen die Erhebungslinien derart situirt, dass sich nur wenig Wasser in die Tiefspalte ergiessen konnte. Die Zerstörung stauender Barrieren der ziemlich hoch gelegenen Seen konnte daher auch nicht erfolgen, wie es bei den vom Geröll ausgefüllten Längsspalten geschah, weil einestheils die durch die Querspalten abfliessenden Wasser sehr unbedeutend waren und weil diesem Wasser andernteils das zum Durchsägen des Gesteins wichtigste Hilfsmittel, das Geröll völlig fehlte. Der Wasserspiegel aller an der Nordseite der Alpen noch vorhandenen Seen liegt deshalb auch jetzt noch weit höher als jener der die Längsthäler durchfliessenden Gewässer.

Neben diesen 3 Gruppen von Thalspalten haben wir noch eine 4. aufzuführen, die in der Hauptsache bezüglich ihrer Bildung mit den Durchbruchthälern übereinstimmen. Es sind dies die zahlreichen kleinen Seitenthälchen, die meistens senkrecht, oder wenig von senkrechter Richtung abweichend, in die Hauptlängenthäler sich winden. Sie steigen oft rasch steil an, und verzwei-

*) Zeitschrift des deutsch-österr. Alpenvereins 1876. 1.

gen sich häufig gabelförmig, wenn sie in einem von Höhen umschlossenen Raum endigen. Sie verdanken wohl grösstentheils ihre Bildung der erodirenden Thätigkeit des Wassers, wenn auch manchmal ihre Anlage durch Erhebungsrisse bedingt gewesen sein mag. In diesen Thälchen liegen oft die grössten Reize der Landschaft verborgen. Die kurzen steil abfallenden Wasserläufe, die sich durch sie in die Hauptthäler ergiessen, haben jene wild romantischen Schluchten erzeugt, welche als Klammen schon oben beschrieben wurden. Das Einsenken derselben hängt auf's Innigste mit der Vertiefung der Hauptthäler zusammen. Wir treffen die Klammen aber vorzugsweise, ja fast ausschliesslich nur im Gebiete der Kalkformationen und auch hier fast nur da, wo sich an den Thalwänden terrassenförmige Felsabsätze finden, über welche das mit Geröll beladene Wasser sich hinabstürzen muss.

Diese kleinen Seitenthälchen liefern den Alpenflüssen den weitaus grössten Theil ihres Geröllschuttes. Die Gletscher, die sich häufig in ihren obersten Enden finden, und die jetzt wenigstens nirgends mehr in die Hauptthäler eintreten, zerstören an ihren Grenzen mit erhöhter Kraft das Gestein, und auch wo sich keine Gletscher vorfinden, sammeln sich die von den schroffen Hängen der Berge herabrollenden Steine im Rinnal der Nebenthälchen, um durch deren geschwellten Wasserlauf weiter thalabwärts transportirt zu werden.

Im Laufe der vielen Jahre seit der letzten Erhebung der Alpen hat sich auf diese Weise jenes Flusssystem gebildet, wie es sich uns jetzt bei Betrachtung der Karte darstellt. Die Erhebung der Alpen hat Tiefspalten erzeugt, die, wenn sie auch chematisch im Verhältnisse zu den Erhöhungen standen, dennoch nichts weniger als zur Ableitung des Wassers angelegt waren. Es war diesem so sehr beweglichen Elemente selbst überlassen, sich seine Wege zu bahnen und das hat es auch richtig, wenn auch nach langer, langer Arbeit zuwege gebracht. Die grössten und wichtigsten Wasserläufe haben die grössten Durchbrüche erzeugt, weil sie das meiste Wasser und das meiste Geröll hatten. Es ist ja eine überall wiederkehrende Erscheinung, dass der Grösste und Reichste auch der Mächtigste ist. Sie haben die grössten Veränderungen an ihren Ufern erzeugt, und nur das, was nicht an ihrem Wege liegt, und was uns desshalb noch unberührter geblieben ist, gibt uns Anhaltspunkte dafür, wie es früher auch in den von ihnen durchströmten Thälern ausgesehen

haben mag. Auch hier müssen wir von der Heerstrasse der grösseren Ströme abseits gehen, wenn wir möglichst genau die Ueberreste aus alter Zeit kennen lernen wollen, denn jeder Verkehr nivellirt und verwischt das Alte und Ursprüngliche. Wir begegnen derselben Thatsache sowohl bei Betrachtung der Sitten, wie des Menschen überhaupt, und wie wir eben gesehen haben sogar bei der anscheinend leblosen Natur.

Nur einer noch immer vielfach verbreiteten Annahme möchte ich zum Schlusse entgentreten. Mehrere Autoren nehmen noch immer die Möglichkeit durch Wasser ausgeschwemmter Seen an, so dass also das Wasser sich selbst Seebecken herstellen könnte. Es möchte wohl überflüssig erscheinen, nach der oben gegebenen Beschreibung, wie sich mit Geröll beladenes Wasser gegenüber Seebecken verhält, die Unmöglichkeit der Bildung von Seen durch Ausschwemmung besonders hervorzuheben. Demnach könnte vielleicht aus der erodirenden Thätigkeit nicht mit Geröll beladenen Wassers in Bezug auf ihre Flussbetten doch auf eine Wirkung geschlossen werden, die bei entsprechender Steigerung auch Seebecken ausschwemmen könnte. Gestatten Sie mir auf diesen Punkt näher einzugehen.

Gerölloses Wasser kann nur dann sich tiefer einwühlen, wenn es das die Vertiefung erzeugende Material fortzuführen im Stande ist. Das Fortführen kann aber nur da geschehen, wo das Wasser Fall besitzt, denn nur dadurch erhält es die Kraft das Aufgewühlte mitzuschleppen. Das Tiefereinwühlen der Bette kann daher nur von unten nach oben fortschreiten, nie umgekehrt. Es ist wohl der Fall denkbar, dass mit starkem Falle daherbrausendes Wasser sich eine kleine Mulde in den Boden wühlt, wenn es plötzlich in eine weniger geneigte oder horizontale Fläche übergeht. Diese Mulde wird aber immer nur eine sehr unbedeutende sein, auch wenn das aufzuwühlende Material ein noch so leicht abzuschwemmendes und die Wassermassen noch so bedeutende waren, als dass diese Erscheinung zur Erklärung für die Bildung grösserer Becken je ausreichen könnte. Stürzt eine Wassermasse über eine Wand und trifft am Fusse derselben eine horizontale Fläche, so wird sich die aufwühlende Kraft des Wassers auf einen kleinen Raum am Fusse der Wand beschränken, da das Wasser sich hier ins Gleichgewicht setzt, und dann nicht mehr im Stande ist, das beim Auffallen Aufgewühlte auch fortzuführen. In diesem Falle ist also die Bildung eines Ausschwemm-

ungsbeckens nicht möglich. Trifft dagegen das Wasser am Fusse der Wand angekommen geneigten Boden, so wird es sich eine Rinne zu rascherem Abfluss einwühlen, aber ein Becken wird es sich hier noch weniger bilden können, weil hier die einzige Bedingung zur Beckenbildung, das Stauen des Wassers vollständig fehlt. Jedes Wasserbecken setzt als Bedingung seiner Existenz das Vorhandensein eines das Wasser stauenden Riegels voraus. Nur wo und solange ein solcher vorhanden, ist eine Wasseranstauung, d. h. ein See möglich. Alle Seen der Alpen und alle Wasserbecken überhaupt können daher nur vom Wasser erfüllte Mulden oder Spalten des Bodens sein, die durch eine natürliche oder künstliche Barriere geschlossen sind, die aber das Wasser nie sich selbst schaffen, sondern wie wir gesehen haben, nur zerstören kann.

Systematische Uebersicht der Käfer, welche in Baiern und der nächsten Umgebung vorkommen. (Fortsetzung.)

- 6) *atricapillus* Fabr. 948.
innulatus Fabr. — nobilis Dej. — Zusmarshausen; Augsburg g., Spickel, in Schwämmen, überwintert in Moos; Oettingen. September; München; Freising g., auch in *Amanita muscaria*, Wald bei Wippenhausen im Herbste; Moosburg, Notar v. Sonn.; Nürnberg g., Erlangen; Steigerwald h.; Würzburg; Aschaffenburg n. s. s.
- 7) *lunulatus* Linné. 949.
atricapillus Zetterst. — München, zwischen Hartmanshofen und Nymphenburg im Walde an einem Pilze, Juli, bei Grünwald, August am Weg zum Pfliegelek in Schwämmen, August, Dr. Kr.; Passau; Eichstädt; Ortenberg, Dr. Bose.
- 8) *striatus* Oliv. 950.
angularis Payk. — analis var γ Payk. — Augsburg; München zwischen Argetsried und Gauting in Schwämmen. Juli, Dr. Kr.; Soden, v. Heyden; Ober-Lais an ausfliessendem Eichensaft, De-can Scr.
- 9) *trimaculatus* Payk. 951.
littorens Payk. — Im Fürstenwald an einem Baumschwamm, Oktober, Dr. Kr.
- 10) *trinotatus* Erichs. 952.
trimaculatus var. Heer. — Aschaffenburg s., an Pilzen.