

Ueber Thalwege.

Eine geologische Skizze

von

Prof. J. Rumpf.

Wohl selten anders als durch immer enger und flacher gestaltete Schluchten dringen wir am kürzesten aufwärts zu den Kuppen, Gipfeln, Zinnen der Hochgebirge. Und wer spart dabei seine Kräfte, wer sehnt sich nicht zu schauen in sonniger Aetherluft nach der Berge Zahl und ihren Formentypen, nach den Schlünden, Buchten, Auen und Thälern, die gleich Netzwerken sterile Felsenstätten sowie grünende Landschaften durchfurchend gliedern! Unsere Blicke schweifen über die mächtig und doch so harmonisch wirkenden Contraste von Licht und Schatten, ein Bild fiesst aus dem anderen im wohlgestalteten Wechsel oft bis zu Fernen, so weit des Auges Sehkraft reicht.

Es soll aber nicht unsere Aufgabe sein, dem freundlichen Leser Gesamtbilder in Erinnerung zu bringen, welche des Erklimmens freier Alpenkronen rascher Lohn, — sondern wir wollen uns diesmal mit der Verfolgung eines Fadens aus dem vielgestaltigen Maschengewebe in Wort und Bild*) begnügen. Dieser Faden leitet seine Härchen zu den Firsten der Gebirgswälle empor und saugt dort das erste Nass im Contacte des Gewölkes mit der Lithosphäre. Tröpfchen auf Tröpfchen folgen einander in gleicher Weise, aus den Härchen sammeln sich glitzernde Wasseradern, durch deren Vereinigung an günstigen Stellen der Felsengebäude die Quelle und aus solchen das Bächlein sich ergibt.

*) Siehe Beilage: Idealer Thalweg, entworfen von J. Rumpf, gezeichnet und lithografirt von A. Presuhn.

In der Ausnützung seiner mechanischen Kraft überwindet das Bächlein allmählig die stauenden Widerstände jedes Bodens, es gräbt sich die Furche und jagt durch dieselbe in hastiger Eile, oder stürzt über Stufen der Tiefe zu. Auch auf diesem stürmischen Wanderpfade finden sich in der Regel schon nach kurzen Distanzen neue, analog entstandene Gefährten; hier träufelt wieder ein Quell', dort zwängt sich durch chaotisch situirte Gesteinsblöcke abermals ein Wasserstrang herein zur grösseren Sammelrinne.

Bei Verfolgung des sich nothwendig immer mehr senkenden Laufes führt uns der Hauptwasserstrang weiter zu den Denkmalen seiner früheren Thätigkeit. Statt der engen, von jäh ansteigenden Wänden gebildeten Schlucht säumen die folgende Strecke immer ferner stehende und zumeist auch sanfter geböschte Gehänge ein. Die Wässer gehen aus dem Berggebiete in das Thalgebiet über. An die Stelle ihrer vorhergegangenen fast zügellosen Thätigkeit, der tosend entfalteten Jugendkraft tritt Mässigung. Es paart sich die überkommene lebendige Kraft des Baches schon nachhaltiger mit den zugeführten Lasten, die Thalrinne wird übersät mit Gesteinsgeröllen und durch fortgesetzte Deponirung wird ein Thalboden geschaffen, in dessen Schotter- und Sandlagen sich der Wasserlauf bei zunehmender Ebnung endlich ganz einbetten muss. Mit diesem Stadium ist der Thalweg soweit fertig gebracht, als wir seinen Bildungsgang in den Alpen verfolgen wollen.

Sonach war es uns im Vorstehenden daran gelegen, das Terrain im Allgemeinen zu sondiren und den Rahmen zu ziehen, innerhalb welchem sich die weitere Discussion bewegen soll.

Nun drängt sich vor Allem die Frage heran: Ist es aber wohl möglich, sämmtliche Thalbildungsvorgänge unter ein und denselben Gesichtspunkte zusammen zu fassen, beziehungsweise für alle Thalwege die absolut gleichen Entstehungsursachen anzunehmen? Hierauf muss zwar mit Nein geantwortet werden, zumal fast jedes Thal seine eigene, oft sehr eigenthümliche Bildungsgeschichte hat, obgleich vorwiegend nur zweien Kräftewirkungen, den mechanischen und den chemischen, die Haupt-

rollen zufallen. Doch ist es aus der Mannigfaltigkeit ihrer Aeusserungen auch erklärlich, dass den Resultaten merklich abweichende Charaktere aufgedrückt werden können, welche in der speciellen Thalbeschreibung ihre Würdigung finden müssen.

Soweit nun aber die Resultate aus obigen Hauptkräftewirkungen dennoch eine Verallgemeinerung zulassen, wollen wir dem Gange der Ereignisse in diesem Sinne folgen.

Nach dem heutigen Stande der Forschungen auf dem weit verzweigten Gebiete der dynamischen Geologie unterliegt es kaum mehr einem Zweifel, dass fortwirkende Schübe und Stauungen gegen krystallinische Massive es sind, welche Aufrichtungen und Faltungen ganzer Schichtgebäude zu linearen Wällen oder Kettengebirgen veranlassen.

Erhebungen einerseits bedingen Vertiefungen, Senkungen anderseits.

Dadurch erscheinen aber bereits Bahnen für eine weitere Kraft eingeleitet, deren Träger, zwar selbst dem Gravitationsgesetze unterworfen, in seinem Einflusse auf die Umstaltungsvorgänge der starren Rinde des Planeten von keiner geringeren Bedeutung ist, als es jene Wirkungen sind, welche sich durch die kosmischen Bewegungserscheinungen ganzer Schichtgebäude documentiren. Diese hauptsächlich ausgleichende Kraft liegt in dem Elemente Wasser.

Fragt man endlich noch um die Zeit, innerhalb welcher sich geologische Kraftwirkungen vollziehen, so haben wir für das Grössenmass des Begriffes „Zeit als geologischer Factor“ bisher erst wenige absolute Werte erfahren, hingegen verweisen zahlreiche Thatsachen oftmals auf so enorme Zeiträume, dass uns die Leistungen im Umstaltungsprocesse der Erde eher ein Staunen über die noch erhalten gebliebene Ordnung, als über die Grösse und Mannigfaltigkeit der Zerstörungen abringen müssen.

Unter diesen generellen Eindrücken wollen wir nun das allmälige Werden der Thalwege in jenen Gebieten verfolgen, wo durch Erhebungs-, Spaltungs- und Senkungsvorgänge schon

beträchtliche Niveauunterschiede zu Stande gebracht und sonach den Wasserwirkungen zahlreiche Angriffspunkte erschlossen wurden.

Die Alpen bieten hierfür zu Tausenden von Beispielen, die mehr oder weniger vollständig sind, was selbstverständlich im Bildungsvorgange begründet ist. Deshalb sei auch für unseren Zweck kein specieller Fall gewählt, sondern beiliegende ideale Skizze eines werdenden Thalweges möge zur sichtlichen Markierung der Hauptentwicklungsstadien genügen.

Richten wir zuerst die Blicke auf den Thalhintergrund. Er präsentirt sich in den Zeiten energisch wirkender Thätigkeit bald als ein schroff gezacktes, keilartig ausgerissenes und gestuftes Felsengemäuer, bald als ein einförmiger Wall oder Klumpen, an dessen Seiten Furchensysteme ähnlich einer Blattnervatur eingerissen sind. Dem forschenden Auge kann es dabei nicht entgehen, dass von solchen, grösstentheils vegetationsleeren Thalhintergründen oftmals fächerartig nach unten ausgebreitete Schotterdecken sich niederziehen. Diese Haufwerke aus grossen und kleinen eckigen Gesteinstrümmern stammen nothwendig vom daraus emporragenden Felsenbau, — und fragen wir nach den Ursachen dieser Demolirungserscheinungen, so verweist uns die Natur auf einen fortdauernden Process zwischen dem Starren und seinen gasförmigen und flüssigen Hüllen.

Langsam aber stetig wirkt schon die Atmosphäre, zumal deren Sauerstoff, auf die nackten Felswände ein, er raubt ihnen den Glanz, bleicht ihre Farben und macht sie rauh. Fast niemals ist die Luft aber auch frei von den accessorischen Begleitern Kohlensäure und Wasserdampf; sie helfen, unterstützt vom Wechsel der Temperatur, das ist den klimatischen Verhältnissen überhaupt, noch rüstiger mit, den Stein zu ätzen, sein Gefüge zu lockern.

Diese Wirksamkeit der Atmosphäriken, gewöhnlich schon als Verwitterungserscheinung zusammengefasst, wird im Thalbildungsprocesse jedoch in der Regel überholt von der bei weitem rascher und intensiver sich manifestirenden Thätigkeit des Wassers.

Schon mit dem Spruche: „Der fallende Tropfen durchhöhlt den härtesten Stein“, ist das Walten der Gewässer charakterisirt;

denn in allen Zonen der Erde, wo bewegtes, fließendes Wasser durch anhaltende Zeiträume war, oder sich noch einstellt, hat es auf solche Weise die Macht seiner Actionen durch Zertrümmerung und Abtragung einerseits, durch Fortschaffung und Deposition andererseits — als endlicher Sieger über jedwedes Hinderniss — zum Ausdrucke gebracht.

Betrachten wir demnach seine Leistungsfähigkeit im Zerstören, beziehungsweise im Zustandebringen der Reliefverhältnisse der Gebirge etwas näher, so wird es sich zeigen, dass hierbei sowohl mechanische als auch chemische Kräfte der Wässer Antheil haben.

Die Verwitterung hat an so vielen Fels-Kolossen bereits hinreichend vorgearbeitet, dass der sich niederschlagende Thau und Regen keineswegs einen undurchdringlichen Boden trifft, sondern in Poren, feinen Spalten oder selbst in Klüften des Gesteins zum Theile angehalten, ja nicht selten auch durch solche Kanäle weit in's Gebirge eingesogen wird. Das bis auf circa einen Meter Tiefe angehaltene Wasser unterliegt noch allen Schwankungen der Ortstemperatur und deshalb ist ein vorübergehendes Gefrieren, selbst zu Sommerszeiten, schon auf mittleren Alpenhöhen keine Seltenheit mehr. Wird endlich der hierbei eintretenden Erscheinung gedacht, dass sich nämlich das Wasser beim Eiswerden um $\frac{1}{11}$ oder 9% über sein Volumen ausdehnen muss, dann ist es begreiflich, weshalb uns, zumal so oft in den spröden Kalkgebirgen, wüste Trümmerhalden gleich angelehnten Wegweisern zu ihren Ursprungsstätten, das ist nach den ruinenartig verbrochenen Höhen zeigen, deren Configuration im Allgemeinen jedoch weit mehr abhängig ist von der Qualität und Neigung der Gesteinsschichtung überhaupt, als von der Gesteinsart selbst.

Würden die Schutthalden und Mäntel keine weitere Dislocirung erfahren, was in manchen Gebirgstheilen zutrifft, dann verliert sich endlich auch die letzte Felszacke unter ihren Zertrümmerungsproducten und sonach ist diese Art der Demolirung als eine unterbrochene anzusehen; auf dem Zersetzungsmateriale des ruhenden Schuttes nistet sich Vegetation ein, die Thalbildung hat hier zeitweilig aufgehört.

Fallen die Niederschläge hingegen reichlich, so ist selbst der poröseste Fels nicht im Stande, alles Wasser aufzusaugen, ja auch er bringt die in seinem dunklen Schosse aufgenommenen Quantitäten allmählig wieder als Quellen an's Tageslicht.

Zu diesen Wasserrepositorien der Bergesinneren gesellen sich auf den 2500 Meter Meereshöhe erreichenden Gebirgen der Alpen noch anhaltende Schnee- und Eisgürtel: die Gletscher.

Der nicht aufgesogene und auch nicht verdunstete Thau und Regentheil, gleichwie die aus dem Berge tretende Quelle oder das zur Zeit der grössten Hitze aus dem Schnee und vom Gletscherrande abschmelzende Wasser trachtet nach dem Gesetze der Schwere auch über der Erde zur Tiefe, das ist in's Meer zu gelangen.

Auf geneigtem Boden reihen sich Tropfen an Tropfen und bilden die rieselnden Wasseräderchen, welche die stauenden Hemmnisse noch in förmlichen Wurmängen zu umgehen trachten. Es knüpft sich, genährt von ausgiebigen Nachschüben, ein Silberfaden an den anderen und mit der Zunahme der Wasserstränge an Volumen wächst auch deren Kraft, die auf schiefer Ebene entgegenstehenden Hindernisse beseitigen zu können. Bald sind mehr weniger serpentinartig sich schlängelnde Furchen eingerissen und die dabei gehobenen und fortkollernden Gesteinsbröckchen helfen mit, diese Rinnen zu vertiefen. Dort und da speisten die Furche wieder frische Quellen oder neue Schmelzwässer aus den Schnee- und Eisfeldern.

Eine dieser Furchen verfolgt die relativ tiefsten Stellen des Gehänges, sie wird zur Sammelrinne — und damit beginnt das Werden des Thalweges.

Der von den Höhen niederstürzende Detritus trifft keinen ruhigen Boden mehr. Milliarden von Tropfen, welche durch Zeiten vereinzelt an die Felsenstirne schlagen mussten, um sie zu bleichen, zu körnen und endlich selbst zum Falle zu bringen, haben jetzt auf enger, abschüssiger Bahn vereint die mechanische Kraft erlangt, auch mit dem Schutte aufzuräumen. Je stärker die Neigung der Sohle für die Sammelrinne, mit desto grösserer

Geschwindigkeit bewegt sich der rollende Wasserstrang hierin weiter und desto mehr erhöht sich seine lebendige Kraft zur Bewältigung der entgegenstehenden Hindernisse.

Sausend und schäumend jagt der so entstehende Giessbach zwischen und über Felstrümmer, ein Cyclophenwerk vollbringend, dahin. Mit der sägenden Kraft des Baches combinirt sich die Arbeit der durch den Wasserstoss in's Rollen gebrachten Gesteinstücke. Diese hämmern und feilen an den Wandungen des Bettes und an den darin liegenden Klötzen emsig weiter, bis auch letztere hinreichend verkleinert in den Wirbel fortgerissen werden können. Dass dabei das Bachbett von den unterwühlenden, mit Sägezügen vergleichbaren Sturzwogen allmählig in eine Felsschlucht gelegt wird, ist nach dem citirten Arbeitsvorgange wohl begreiflich. Diese erste Phase der Thalbildung zeichnet sich in der Regel durch das stärkste Gefälle des Bachbettes aus, ja nicht selten schalten sich darin Stellen mit völlig lothrechten Abstürzen ein und deshalb pflegt man diese höchstgelegene Stufe des Thalweges die Region der Wasserfälle zu nennen.

Nach den hohen, weitausschauenden Gipfeln und den scheinbar ewigen Schnee- und Eisfeldern bieten die Alpen gerade mit den ersten Stadien der Thalbildungen die grössten Reize. Hier vereint sich eine Fülle grotesker Abwechslungen mit derber Urwüchsigkeit, es werden Zeugen geschaffen, welche die Macht des Kampfes zwischen dem Starren und Flüssigen in ebenso lehrreichen wie unvergesslichen Bildern zur Geltung bringen.

Durch die Ausnützung seiner mechanischen, das ist der unterwühlenden, zerstörenden und transportirenden Kraft, welche mit der Flussgeschwindigkeit in einem potenzierten Verhältnisse wächst, schneidet sich der Bach immer mehr nach rückwärts und gegen oben ein, was nothwendig die Aufnahme neuer Wasserläufe, sowie die allmähliche Herausbildung eines sanfteren Gefälles vor der höchsten Thalregion zur Folge hat.

Das sich hieraus ergebende Gebiet besitzt aber häufig noch sehr ungleichmässige Profile. Besonders der entlang des Bachlaufes geführte Schnitt zeigt eine oftmale Wiederholung von

Stufen, die vom rückwärts schreitenden Falle hinterlassen wurden, weshalb man diese zweite Strecke ganz charakteristisch die Region der Stromschnellen nennt.

Bei manchen Thalwegen liegt auch das Stromschnellengebiet noch in einer engen, von steilen Wänden begrenzten Schlucht, die dann nicht selten den Namen Klamm führt.

Anderwärts, wo das Felsengemäuer nicht mehr den hinreichend geschlossenen, widerstandsfähigen Bau besitzt, hat auch der erodirende Zahn der Zeit schon die Böschung der Wände eingeleitet. Das Querprofil geht hiebei aus einem halb O-förmigen in ein V-förmiges über.

Dem Gebiete der Stromschnellen mit seiner treppenartigen Sohle und der dadurch bedingten kreisenden Bewegung des Wassers fällt bei einer bereits verminderten Sägearbeit ganz besonders die weitere Zertrümmerung und endlich auch schon die Zurundung der Transportmassen anheim. Zeitweilig eintretende Hochwässer befördern diesen Process sehr beträchtlich. Die in den Stufenflächen der Sohle eingescheuerten Becken verdünnen ihre Wandungen gegen den Abfluss zu immer mehr, bis endlich ein Riss auch diese localen Tummelplätze und wahren Mühlen für Geröllbereitung öffnet und der Demolirung preisgibt.

So arbeitet das Wasser dahin, ein breiteres, von jähen Absätzen freies Bett zu schaffen, dessen Sohle sich gegen die Mündung hin in eine immer flachere Curve legt.

Dieser Tendenz entsprechend treffen wir im fortschreitenden Entwicklungsgange des Thalweges die Momente herantreten, dass die Transportationsfähigkeit des Wasserlaufes zufolge der Geschwindigkeitsabnahme immer mehr erlahmt. Die Bachsohle beginnt sich locker mit Geröllen zu pflastern. Nachkommende Hochwässer mit gesteigerter lebendiger Kraft sind aber noch im Stande, solche Einnistungen soweit zu delogiren, als es die Gefällsverhältnisse gestatten.

Damit verlässt der Wasserlauf die eigentlichen Heimstätten seines wüsten Treibens: die Berge; er findet Platz, sich in der durch zwei Perioden vorgearbeiteten, flach rinnenartigen Mulde

auszubreiten und daselbst die herbeigeschafften Lasten abzulagern. Dieses letzte, in seinen Phasen bei weitem einförmigere Gebiet des ruhigen Wasserlaufes, das Thalgebiet genannt, lässt in der Art der Deponirung der Rollsteine deutlich erkennen, welcher bedeutenden Einfluss die Neigung des Bodens auf die Transportationsfähigkeit der Gewässer nimmt. Nahe dem Berggebiete liegen noch zugerollte Felsblöcke vereinzelt umher. Daran schliessen sich Gerölle oder Geschiebe von Kopfgrösse, welche oftmals schon ausgedehnte Flächen des oberen Thalgebietes überdecken. Inzwischen beginnt das eigentliche Flussgeschiebe von circa Faust- bis Nussgrösse sich reichlich einzustellen. Dieses, auch Kies oder Schotter genannt, ist der charakteristische Begleiter der mittleren Flussläufe. Bei ihrer enormen Häufigkeit sind solche Geschiebe als die eigentlichen Begründer der Thalböden innerhalb der Alpen zu betrachten. Bald sind durch Hochwässer solche Quantitäten herbeigeschafft, dass die gesammte Thalmulde einem Schotterfelde gleicht und durch Wiederholung dieser Kiesergüsse bauen sich conform des Flussgefälles Rollsteinschichten übereinander, die man Schotterbänke zu nennen pflegt.

Im innigsten Zusammenhange mit dieser Wiederablagerung von Gebirgsdetritus steht die Bildung des geschützten trockenen Thalbodens.

Der Fluss hat je nach seiner Grösse endlich jene Mengen von Geschieben und Sanden aufgetragen, dass er sich förmlich zwischen denselben eine Rinne offen halten muss, und dann sogar bei Hochwässern nicht mehr im Stande ist, das ganze Thalgebiet zu überfluthen. Von den Thäländern gegen den Wasserlauf und vom Anfange des Thalgebietes nach abwärts entstehen immer weitere Areale, die sodann vor Ueberschwemmungen um so besser geschützt sind, je tiefer der Fluss überhaupt sein Bett versenkt und eine je continuirlichere Gefällcurve er dabei erlangt hat. Unter diesen Umständen konnte der Wasserlauf selbst wirksam darauf hinarbeiten, seine Hochfluthen im Thale einzuengen, indem er sich über das Normalbett noch ein breiteres Gerinne, gleichsam zur Reserve anlegt. Den Beginn

der Schaffung eines solchen Fluthettes, genannt Inundationsfläche sehen wir oftmals schon nahe der oberen Grenze des Thalgebietes, und mit der Länge des Letzteren schreitet in den Alpen auch die immer markirtere Herausbildung derartiger Hochufer oder Terrassen fort.

In verschiedenen Etagen des gesammten Thalweges können wir ferner auch grössere und kleinere muldenförmige Vertiefungen treffen, die durch den Hebungsact der Gebirge oder durch Felspartien, welche der Erosion besser widerstehen, sowie endlich durch zufällige Anhäufung dislocirter Gebirgstheile und Schuttmassen hervorgerufen worden sind. So kommen förmliche Thalsperren zu Stande, hinter welchen das fliessende Wasser eine Stauung erleidet: es wird ein See gebildet.

Solche in den Thalweg eingeschaltete Seebecken sind angesichts der besprochenen Wirkungen des auch im See zu- und abfliessenden Wassers nur als vorübergehende Hemmnisse in der Thalbildung zu betrachten. Einerseits wird der Seeboden in Folge des eingeführten Gebirgsschuttes immer mehr erhöht, anderseits sät sich der Wasserausfluss immer tiefer in den Damm, bis endlich der Niveauunterschied zwischen Seeboden und Ausflussole verschwindet und damit auch das Bestehen des See's aufgehört hat.

Die Seen der Thalwege sind wirksame Klärbassins für die schotterführenden Wildbäche, und wo solche Sammelbecken nicht bestehen, gelangen die Geschiebe früher als sonst, auch ausserhalb des Bereiches der Gebirge, in die Ebene. Hier wird die Deponirung gleichfalls nach Grösse fortgesetzt, bis schliesslich der nicht zu kurze und daher keinesfalls mehr rasch bewegte Strom bloss feinst zerriebenes Gestein als Schlamm oder Flusstrübe an die Mündung, das ist in's Meer bringt.

In dieser Art werden die nivellirenden Gewalten des bewegten Wassers für die Abgründe der Oceane so lange Zufuhr leisten, als es noch Berge, sowie einen Kreislauf der Atmosphäre und des Wassers gibt.