

V.

Ueber Thal- und Seebildung in der Hohen Tátra.

(Von Dr. Samuel Roth).

Wer gewohnt ist, mit geologischen Zeiträumen zu rechnen, und wer ausserdem die Wirkungen der Atmosphärien hinreichend zu würdigen versteht, dem werden die Erhebungen und Vertiefungen, die Berge und Thäler, die Sättel und Becken der Hohen Tátra nicht als Prototype der Unveränderlichkeit und Ewigkeit, sondern als veränderliche Ruinen eines riesigen, von der Natur errichteten Baues erscheinen. Die Umgestaltungen jedoch, die dieser Riesenbau tagtäglich erfährt, sind im Vergleich zur Grösse der Massen so unbedeutend, dass sie kaum bemerkbar sind. Und deshalb dürfen wir uns auch nicht wundern, wenn vordem selbst tüchtige Forscher, die gegenwärtig thätigen Faktoren unterschätzend, aussergewöhnliche Kräfte für nöthig hielten, um die Entstehung der gegenwärtigen Verhältnisse zu erklären; doch als man immer mehr bemerkte, dass auch die gegenwärtig thätigen Kräfte im Verlaufe längerer Zeit Erstaunen erregende Veränderungen zu Stande bringen, und dass jedes Lüftchen, jeder Regentropfen, jede Schneeflocke je ein Arbeiter sei, an und für sich zwar unbedeutend, im Verbande mit vielen seiner Genossen aber mächtig genug, um in einer unsere Vorstellungen beinahe übersteigenden Zeit thatsächlich bewerkstelligt zu haben, was man beim ersten Anblick als das Resultat ungeheurer Kräfte anzusehen geneigt wäre: — wurden auch sie anderer Meinung.

In Wirklichkeit ist jedes Thal eine Ruine, die sich das herabströmende Wasser in den Massen des Berges aushöhlte, — und jede Spitze ein Denkstein, der aus Ueberbleibseln des einstigen Gebirges aufgebaut, die wichtigsten Daten seiner Vergangenheit an der Oberfläche eingravirt trägt; das Gerölle, welches die Abhänge der Berge bedeckt, sind Bausteine, die einst in schwindelnder Höhe dem Zahne der Zeit trotzten, doch im unendlichen Kampfe besiegt und der Bindemittel beraubt, heruntergerissen und infolge Anschlagens an anstehende Felsmassen zertrümmert wurden.

Doch diese abgelösten Bruchstücke haben ihre Laufbahn noch nicht beendet, der Zahn der Zeit macht sich auch jetzt noch an ihnen geltend, und sie werden auch

nicht früher Ruhe haben, bis sie nicht zu Staub zerfallen und durch den Wind oder das Wasser auf einen solchen Ort transportirt sein werden, wo sie den äussern Einflüssen weniger ausgesetzt sind. Infolge dessen können wir mit Recht darauf schliessen, dass das an den Abhängen der Spitzen befindliche Gerölle nicht das sämmtliche Material der gewesenen Bergmasse umfasst, und dass ein grösserer Theil in Form von Sand und Staub am Fusse des Berges liegt, während der grösste Theil durch die fliessenden Gewässer in ferne Gegenden transportirt wurde und dort Material zu neuen Gesteinen liefert.

Wie man aus den Dimensionen einer Burg-Ruine auf die Dimensionen der einstigen Burg und aus der Lagerung der Schuttmassen wenigstens einigermaassen auf die Form der Burg folgern kann, ebenso kann man auch in der Hohen Tára auf Grund dieses Gerüstes, das die gegenwärtigen Kämme und Spitzen liefern, — die riesigen, von ihrem ursprünglichen Orte entfernten Gesteinmassen in Betracht ziehend, — ein zusammenhängendes Ganzes rekonstruiren, das wenigstens einigermaassen jene Verhältnisse zeigen dürfte, die bei dem Entstehen der Hohen Tára obwalteten.

Die Durchführung dieses Vorhabens kann beim ersten Anblick als ein kühnes Unternehmen bezeichnet werden, doch rechnend mit den Thatsachen, rechnend mit dem Eindrucke, den wir z. B. auf der Tour Poprád-Schmecks erhalten, wo wir beide Flanken der Hohen Tára übersehen und uns überzeugen können, dass die südliche oder südöstliche Seite der einen Spitze eine Fortsetzung von der gleichgelegenen Seite der Nachbar-Spitze sei, werden wir das oben bezeichnete Bestreben als ganz natürlich finden. Doch nicht nur auf der erwähnten Strasse, sondern überall, wo wir einen grössern Theil der Hohen Tára überblicken können, entsteht in uns ganz unwillkürlich dieser Gedanke; und von je grösserer Entfernung wir diesen Bergriesen ansehen, umsomehr schwinden die Thäler und umsomehr zeigt sich derselbe als ein zusammenhängendes, grosses Ganzes.

Bei der Rekonstruktion ist es vor Allem nothwendig, dass wir uns die gegenwärtigen Thäler und Vertiefungen ausgefüllt denken. Dadurch würde der südliche Abhang der Hohen Tára, welcher heute durch eine Reihe mehrweniger entwickelter Thäler unterbrochen ist — das Csorbauer, Mengsdorfer, Botzdorfer, Felkaer, Kohlbacher, Weisswasserthal — eine zusammenhängende Lehne bilden, welche

vom Kriván bis zur Schlagendorfer Spitze nach Osten, von hier bis zum Stirnberg nach N.-N.-O., vom Stirnberg bis zum Ždžarer Sattel nach N.-W. streichen und im Hauptkamme der Hohen Tatra seine grösste Höhe erreichen würde. Natürlich müssen wir uns bei der Ausfüllung der Thäler auch die Sättel so weit ausgefüllt denken, wie es das Niveau der umgebenden Berge verlangt. Wenn wir dasselbe in dem nach Westen gerichteten Koprova-Thale, als auch in den Thälern der Nordseite, besonders in dem grossen Becken der Bialka und seiner Nebenflüsse, durchgeführt denken, erhalten wir eine grosse, beinahe kreisrunde Hochebene, welche nach Norden sanft, nach Süden steil geböschet ist, nach Osten und Westen aber sich als Hochland fortsetzt.

Die Höhenverhältnisse dieser Hochebene entsprechen jedoch nicht vollständig den ursprünglichen Zuständen, da die höchsten Punkte der Hochebene nicht im gegenwärtigen Hauptkamme, sondern von ihm etwas nördlich lagen, wahrscheinlich im Becken des Podeplaski-Thales. Die Wahrscheinlichkeit dieser Behauptung werden wir später weitläufiger behandeln, woselbst wir auf die Richtung der Thäler und auf ihre Wassermenge Rücksicht nehmen werden.

Da die gegenwärtigen Thäler nach unserer Voraussetzung ausschliesslich Resultate der atmosphärischen Niederschläge sind, deshalb können wir bei der Erklärung ihrer Entstehung nur diesen Faktor in Rechnung ziehen. Die atmosphärischen Niederschläge fielen in Form von Schnee oder Regen auf das Hochland; ein Theil des Regens sickerte in die Gesteine und verursachte die Verwitterung derselben, ein anderer Theil eilte dem Gesetze der Gravitation zufolge auf tiefer liegende Punkte und machte seine Erosionsthätigkeit in dem harten Gesteine geltend; der Erfolg seiner Thätigkeit war Anfangs ganz unbedeutend, da das Gestein, noch gut erhalten, grossen Widerstand leistete und die Kraft des Wassers infolge der geringen Menge und des unbedeutenden Gefälles verschwindend klein war; doch als die Gesteine immer mehr verwitterten, wurde auch die mechanische Thätigkeit des Wassers erfolgreicher, und das Bett, in dem das Wasser floss, wurde immer tiefer.

Der Schnee, nachdem er in den wärmeren Jahreszeiten geschmolzen, hatte ein ähnliches Schicksal, wie das Regen-Wasser. Das zwischen die Felsenmassen sickernde Wasser war jedoch nicht ausschliesslich nur in chemischer

Hinsicht thätig, sondern trat, nachdem es sich in Spalten oder anderwärtigen Reservoirs angesammelt hatte, an manchen Orten als Quelle auf, welche die Adern und Bäche das ganze Jahr hindurch speiste und dadurch die Thätigkeit derselben, die sonst nur zur Zeit des Regens und der Schneeschmelze zur Geltung gelangt wäre, konstant machte. Das einsickernde Wasser äusserte jedoch auch schon in den Spalten der Felsen eine mechanische Thätigkeit, indem es bei milderer Temperatur gefror und die Felsen zersprengte.

Die Thätigkeit des fliessenden Wassers war in erster Reihe gegen die Wände des Bettes gerichtet, welche es, unterstützt von mitgeführten Sandkörnern und Gerölle, fortwährend abnützte.

Mit dem Erweitern des Bettes gelangten immer neue Theile in den Wirkungskreis des Wassers, welche ebenfalls abgebröckelt und fortgerissen wurden. Diejenige Ader, welche die günstigste Lage hatte, und deren Thätigkeit mit dem grössten Erfolg gekrönt war — sei es nun infolge ihres grösseren Wasserreichthums oder ihres grösseren Gefälles oder infolge des geringeren Widerstandes der Gesteine — höhle ihr Bett am tiefsten aus.

Obwohl die Thätigkeit des Baches unmittelbar sich nur auf die Wände des Bettes erstreckte, so dehnte sie sich mittelbar dennoch auf grössere Gebiete aus. Die Anfangs beinahe senkrechten Wände stürzten entweder infolge ihres eigenen Gewichtes oder infolge äusserer Einwirkungen ein; und das Material, aus denen sie bestanden, wurde weiter geführt, nachdem es mit dem Wasser in Berührung kam. Diese mittelbare Wirksamkeit des Wassers wurde noch durch den Regen und Schnee gesteigert, welche ausserhalb des Bettes ihren Einfluss geltend machten; die Thätigkeit derselben war zwar nur periodisch, doch die Resultate, die sie erzielten, waren auffallender. Von der Richtigkeit dieser Behauptung können wir uns bei jedem Regenguss und bei jeder Schneeschmelze überzeugen. Je grösser daher das Stromgebiet eines fliessenden Wassers war, um desto mehr Angriffspunkte hatten die Niederschläge und um desto grössere Wassermassen sammelten sich in den untern Theilen des Bettes; und da grössere Wassermassen auch grössere Arbeit verrichten können, so höhle sich auch diejenige Ader ihr Bett am tiefsten, die das grösste Stromgebiet besass. Diese wichtige Thatsache hatte jedoch noch andere Folgen: die Adern der Umgebung, die ein kleines Stromgebiet besaßen und

infolge dessen ihr Bett nicht so tief einschneiden konnten, blieben in einem höhern Niveau liegen, weshalb sie bald genöthigt waren ihr Wasser der tiefern Ader zuzuleiten, wodurch sie zur Neben-Ader derselben wurden. Durch das Anwachsen der Wassermassen der Hauptader wuchs auch das Stromgebiet und vermehrte sich die Zahl der Angriffspunkte.

Die Wirksamkeit des fliessenden Wassers hängt jedoch nicht nur von dem Wasserreichthum ab, sondern auch von der Beschaffenheit der Gesteine, die das Bett bilden. Gut erhaltener Granit setzt einen grössern Widerstand entgegen, als zersetzter, oder als Kalk- oder Sandstein. Ausserdem besitzen noch die Böschungs-Verhältnisse einen grossen Einfluss; Wasser mit grösserem Gefälle verrichtet unter gleichen Verhältnissen eine grössere Arbeit, als solches mit kleinem Gefälle.

Wenn wir diese allgemeinen Grundsätze auf das rekonstruirte Hochland der Hohen Tára anwenden, und wenn wir ausserdem die Richtung und den Wasserreichthum der heutigen Thäler, sowie die Beschaffenheit der Gesteine in Betracht ziehen, so können wir die Entstehung der Thäler uns folgendermaassen vorstellen: auf den fanfter geböschten Nordabhang der Hochebene fiel überhaupt mehr Niederschlag, als auf dem steileren Südabhang; auf dem ersten besass die Hauptader ohngefähr die Richtung des heutigen Bialka-Flusses, diese nahm die mehr oder weniger in gleicher Richtung fliessenden Nebenadern auf, von denen der gegenwärtige Javorinabach am längsten seine Selbstständigkeit bewahrte, doch zuletzt war auch dieser genöthigt, das tiefere Bett der Bialka aufzusuchen und die Arbeitskräftigkeit derselben zu steigern.

Obwohl das Gefälle der Haupt-Ader geringer war, als das derjenigen Adern, die am Süd- oder Ost-Abhange der Hochebene entstanden, so schritt doch ihre Arbeit sehr schnell vorwärts, da ihr Bett besonders im untern Laufe zum grössten Theil aus sedimentären Gesteinen bestand, die der Erosionsthätigkeit des Wassers einen geringeren Widerstand leisteten, als die harten Granite des Süd-Abhanges den dort verlaufenden Adern gegenüber; und das Bialka-Thal kann es vielleicht diesem Umstande allein verdanken, dass es unter sämmtlichen Thälern der Hohen Tára sein Bett am meisten vertiefte, und das grösste Stromgebiet erreichte, indem es beinahe sämmtliche Gewässer der nördlichen Seite aufnimmt. Aus diesem Grunde konvergiren dort die Thäler, und indem sie sich

gegenseitig in ihrer Thätigkeit unterstützen, erzielen sie grössere Resultate, als die übrigen Thäler des Hochlandes, welche divergiren, und theils zum Stromgebiet der Popper, theils zu dem der Waag, theils zu dem des Dunajecz gehören.

Die Thalbildung ging jedoch nicht in gleichem Maasse auf dem ganzen Abhange vor sich; unten am Fusse des Berges, wo der Wasserreichthum des Baches durch die Aufnahme zahlreicher kleiner Adern am grössten war, und wo in den meisten Fällen zugleich ein bedeutenderes Gefälle sich befand, schritt die Erosion am schnellsten fort; weiter aufwärts jedoch, wo die Hauptader sich in mehrere Nebenadern auflöste, schwanden immer mehr die Spuren der Erosions-Thätigkeit des Wassers, und ganz oben, wo der sichtbare Anfang der Adern sich zeigt, waren die Dimensionen des Bettes am kleinsten. Dieser Zustand dauerte jedoch nicht lange; das Wasser, das bei einer späteren Gelegenheit herabfloss, benützte das vorhandene Bett und erweiterte dasselbe immer mehr; aus dem anfänglichen Riss wurde ein kleines Thälchen, doch dasselbe hatte seinen Anfang nicht mehr an der Stelle, wo der Riss begann, sondern schon bedeutend höher am Abhange, wo es sich in zahlreiche kleine Adern auflöste, von denen diejenige, die die günstigste Lage besass, zur Hauptader wurde und die Fortsetzung des Thales bildete. Die Thalbildung begann daher eigentlich am Fusse des Berges und schritt dann immer höher dem höchsten Punkte zu. Und da der Verlauf der Thäler meistens die Richtung der anfänglichen Wasser-Adern besitzt, denen nicht die Wände des Bettes, sondern beinahe ausschliesslich das Gesetz der Schwere den Weg vorschrieb, können wir behaupten, dass die Richtung der Thäler auf den höchsten Punkt hinweist.

Anfangs, als die Thalbildung begann, war die Oberfläche der zwischen zwei Adern gelegenen Gebiete eben und die Bette der Adern erschienen blos als kleine Risse; doch als die Bette immer tiefer und breiter wurden, entstanden dem Bette entlang kleine Böschungen, welche mit der Vertiefung desselben Schritt haltend, immer grösser wurden, bis sie mit der Böschung der daneben befindlichen Ader zusammenkamen und einen Kamm bilden. Die Kämme sind daher Ueberbleibsel von Hochebenen.

Solange die Böschungen dieser Thälchen noch sehr klein waren, flossen die darauf gefallenem Niederschläge gerade ab; doch als sie immer grösser wurden, begannen einige Adern das Uebergewicht zu erlangen, indem sie sich stärker in die Böschung vertieften und das Wasser der Umgebung aufnahmen. Auf diese Art entstand jene Gattung von Nebenthälern, welche einen Theil der Wassermassen von der Böschung aufnehmen und sie dem Hauptthale zuführen. Diese Thäler münden meistens unter einem rechten Winkel in das Hauptthal und können in der Hohen Tátra in der Wand eines jeden Hauptthales in sehr grosser Anzahl aufgefunden werden. Von diesen Thälern pflegt man jene zu unterscheiden, die auf eine Strecke mit dem Hauptthal beinahe parallel verlaufen und nur dann in dasselbe münden. Auch diese Gruppe hat zahlreiche Vertreter. Schon oben erwähnten wir das Javorina-Thal, doch sind auch noch folgende bemerkenswerth: ebenfalls an der Nordseite ist das Thal des Poronin-Baches, der sich in das Zakopane-Thal ergiesst, an der Südseite sind zu erwähnen das Koprova-Thal, welches in das Tycha-Thal mündet, das Mlinica-Thal, zwischen der Bástya und dem Szolyizskó, welches in das Popperthal führt, dann das Kleine Kohlbach-Thal, welches in das Grosse Kohlbach-Thal mündet u. s. w. Zwischen diesen zwei Gruppen von Thälern kann man jedoch keine genaue Scheidewand ziehen, und es ist wahrscheinlich, dass viele Thäler der zweiten Gruppe nur vollkommener entwickelte Vertreter der ersten Gruppe sind.

Mit dem Entstehen kleiner Thälchen in den grössern Thalwänden, begann die Auflösung der Kämme in Gipfel; denn als die Risse der Thalwände bis zum Kamm fortschritten, fingen sie sogleich an, denselben zu zerstören; jener Theil des Kammes, der zwischen zwei nebeneinander liegenden Thälchen stand, ragte bald als höherer Punkt hervor. Die Gipfelbildung ging jedoch noch schneller von Statten, wenn dem Thälchen der einen Böschung gegenüber auf der benachbarten Böschung ebenfalls Thälchen thätig waren. In diesem Falle unterstützten sich die Thälchen in ihrer Thätigkeit, obwohl sie in entgegengesetzter Richtung wirkten. Doch gleichviel, ob der Kamm blos von einer oder von beiden Seiten angegriffen wurde, immer war es sein Loos, dass er in Gipfel zerlegt wurde, welche meistens in einer schönen Reihe aufeinanderfolgten; und wir können deshalb mit vollem Rechte behaupten, dass die Gipfel Ueberbleib-

sel des Kammes sind. Auf die hier beschriebene Weise entsanden die meisten Spitzen der Hohen Tára. Als nämlich die grösseren Thäler in den Körper des Hochlandes sich einschneiden, entstand zwischen den mehr oder weniger parallel verlaufenden Thälern Kämme, welche sich im Laufe der Zeit in eine ganze Reihe von Gipfeln auflösten. Solche Kämme sind: Der Kamm der Kupferschächten und Leiten zwischen dem Hegwasser und Weissenwasser; dann die Gruppe um die Lomnitzer Spitze zwischen dem Weissenwasser und der Kleinen Kohlbach; die Eisthaler Spitze und der Mittelgrat, zwischen der Grossen und Kleinen Kohlbach; die Gruppe um die Schlagendorfer Spitze zwischen der Grossen Kohlbach und dem Felkaer Thal; die Gruppe um die Gerlsdorfer Spitze zwischen dem Felkaer und Botzdorfer Thal; die Gruppe um die Botzdorfer Spitze zwischen dem Botzdorfer und Mengsdorfer Trümmer-Thal; die Kopa-Gruppe zwischen diesem und dem eigentlichen Mengsdorfer Thal; die Bastei-Gruppe zwischen dem Mengsdorfer- und Mlinica-Thal; die Sedilko-Gruppe zwischen dem Mlinica- und Furkota-Thal; die Kriván-Gruppe zwischen dem Belanski- und Koprova-Thal u. s. w.

Noch schöner und grossartiger finden wir die Kämme auf der Nord-Seite des Hochlandes, wo besonders der Kamm zwischen der Bialka und Javorina zu erwähnen ist; noch wichtiger jedoch ist der, welcher sich zwischen dem Pođeplaski und Fischsee-Thal hinzieht; zu erwähnen sind noch der Kamm zwischen dem Fischsee und der Rosztoka, dann der zwischen dem Roztoka- und Waksmondská-Thal.

Da aber das Wasser, welches die Kämme zerstört, nicht nur auf die Wände seines Bettes erodirend wirkt, sondern mittelbar seine Thätigkeit auf den ganzen Kamm ausdehnt, — wie wir das bereits erwähnten — so müssen wir gestehen, dass die Gipfel als Reste der Kämme nicht mehr die ursprüngliche Höhe besitzen.

Wenn wir die erwähnten Kämme näher betrachten und ihre Dimensionen mit denen des sie formirenden Wassers vergleichen, sehen wir, dass je länger und entwickelter das Thal, um desto länger auch der Kamm oder Bergrücken. Dieses Verhältniss können wir, anknüpfend an das oben Erwähnte, nur ganz natürlich finden; je grösser die Wassermassen eines Thales sind, um desto weiter dringt dasselbe in den Körper des Hochlandes vor und um so länger sind daher seine Abhänge. Wenn Thäler

bei ihrem Vordringen in das Hochland auf andere in entgegengesetzter Richtung verlaufende Thäler stiessen, so griffen sie mit vereinter Kraft den als Wasserscheide dienenden Rest des Hochlandes an, und je grösser die Kraft war, mit der sie wirkten und je länger diese Thätigkeit dauerte, um desto niedriger steht heute der Kamm an diesem Orte.

Anders verhielt sich die Sache, wenn das Thal in seinem Fortschreiten den höchsten Punkt erreichte, ohne auf ein Gegenthal zu stossen, in diesem Falle besorgte es allein die Zerstörung des Kammes und setzte seinen Weg in dem nach der entgegengesetzten Richtung geneigten Theil des Hochlandes fort. Bei dieser Gelegenheit hielt jedoch das Vordringen Schritt mit der Vertiefung und geschah nicht mehr so schnell, wie zu jener Zeit, als der jüngste Theil des Thales noch immer stieg.

Wenn ein Thal mit einem Gegenthal zusammentrifft oder den höchsten Punkt seines Stromgebietes erreicht, können wir in seinem Laufe drei Hauptabschnitte unterscheiden. Der erste derselben ist in den steilen Abhang des Bergrücken eingeschnitten und besitzt meistens ein so grosses Gefälle, dass er aus einer Reihe von Wasserfällen zu bestehen scheint; das Wasser übt hier blos eine erodirende Thätigkeit und reisst die losgelösten Bruchstücke mit sich. Der zweite Thal-Abschnitt besitzt nicht mehr ein so grosses Gefälle, obwohl Stromschnellen und kleine Wasserfälle auch hier vorkommen; die Thätigkeit des Wassers ist verschieden, an manchen Orten erodirt es, an andern lagert es die fortgerissenen Bestandtheile wieder ab, es ist daher bemüht, das Bett zu ebnen und konstant zu machen. Im dritten Thalabschnitte ist das Gefälle noch geringer, infolge dessen die Erosions-Thätigkeit des Wassers immer mehr in den Hintergrund tritt; die fortgeführten Stoffe lagern sich immer mehr ab und erzeugen die oft sehr ausgedehnten Alluvionen, welche sich den fliessenden Gewässern entlang ablagern.

Diese Thäler jedoch, in welchen die erwähnten drei Abschnitte unterschieden werden können, sind noch nicht als fertig zu betrachten; sie haben ihre Aufgabe noch nicht erfüllt; in der Richtung des Kammes können sie zwar nicht mehr fortschreiten, aber die Unebenheit des Bettes auszugleichen, ist noch eine hinreichende Aufgabe; und nur wenn der Boden des Bettes eine konstante Kurve bildet, kann das Thal fertig genannt werden.

Wenn wir die Thäler der Hohen Tátra betrachten, so sehen wir, dass sämmtliche ihre Thätigkeit noch nicht vollendeten und bisher nur die Bialka ihr Bett so tief aushöhlte, dass der dritte oder unterste Theil ihres Laufes noch im Innern des Gebirges ist, während die übrigen Thäler erst, nachdem sie das Gebirge bereits verlassen haben, die Eigenschaften des untern Laufes besitzen. Doch auch die Bialka hat noch hinreichend zu thun; ihr Mittellauf, der beim Fischsee beginnt, ist noch reich an Stromschnellen und Wasserfällen, doch je weiter wir nach unten fortschreiten, um desto gleichförmiger wird das Bett, so dass der Mittellauf ganz unbemerkt in den Unterlauf übergeht.

Das Eindringen entgegengesetzter Thäler in die Massen des Hochlandes geschieht an verschiedenen Orten nicht in demselben Maasse; und dieser Unterschied verursacht es, dass der entstehende Kamm nicht in gerader Linie verläuft, sondern zahlreiche Krümmungen beschreibt. Wenn wir diesen launenhaft scheinenden, zickzackigen Verlauf des Hauptkammes der Hohen Tátra genauer betrachten, sehen wir, dass jedes grössere Thal den Kamm zurückdrängt und einen einspringenden Winkel erzeugt; je grösser das Thal, desto grösser ist auch die Krümmung. Wenn wir den gebrochenen Verlauf des Kammes der Wirkung der Thäler zuschreiben, müssen wir auch diese Schlussfolgerung ganz natürlich finden, dass die bogenförmige Krümmung des Hauptkammes ein Werk des Bialka-Flusses sei, der infolge seiner oben erwähnten, günstigen Lage und seines Wasserreichthums so weit in das Innere des Hochlandes eindrang, dass er nicht nur die höchsten Punkte zerstörte, sondern dass er beständig fortschreitend, alle jene Gebirgtheile in sein Stromgebiet riss, auf denen es den entgegengesetzt gerichteten Thälern noch nicht gelungen war, eine bedeutendere Tiefe zu erreichen. Diese Thatsache ist eine sehr wichtige Stütze zur Begründung unserer oben erwähnten Ansichten, der zufolge die höchsten Punkte nicht in dem heutigen Hauptkamm, sondern nördlich von demselben sich befanden. Diese Ansicht wird auch durch die Richtung der Thäler unterstützt und sämmtliche zeigen nach der erwähnten Gegend, wo die höchsten Punkte standen; doch auch die Gesteinbänke zeigen nach dieser Richtung, dieselben lassen, in einzelnen Felswänden betrachtet, kaum eine herrschende Spaltungsrichtung erkennen, doch wo sie Gipfel bilden, dort zeigt die Steigung der-

selben beinahe ausnahmslos nach dem oberen Ende des Thales. Wem wären nicht im Felkaer oder Kohlbach-Thal die im Grossen nach Nordwest geneigten und an die Zähne einer Riesensäge erinnernden Spitzenreihen aufgefallen? Dasselbe kann man auch in den übrigen Thälern bemerken. Selbst das ungeübte Auge nimmt es wahr, dass hier die natürliche Fortsetzung der Spitzen fehlt, und kann auch zugleich erkennen, an welcher Seite dieselbe ihren Platz hat.

Auf der Nordseite sind die Gipfel der Kämme schon meistens zerstört, die noch vorhandenen bestätigen jedoch unsere Meinung, indem sie meistens nach Süden, bezüglich nach Südwest gerichtet sind.

Auf Grund dessen können wir jene Ansicht als unrichtig bezeichnen, der zufolge die höchsten Punkte des gewesenen Hochlandes dort zu suchen wären, wo noch heute die grössten Massen und höchsten Spitzen zu finden sind. Diese Behauptung hätte nur dann einen Sinn, wenn die Zerstörung überall gleichmässig vor sich gehen würde; doch da wir diese Voraussetzung ausser Acht lassen müssen, bleibt uns nichts übrig, als die Lösung der Frage auf eine andere Art zu versuchen, und unserer bescheidenen Meinung nach ist das von uns befolgte Vorgehen das Richtigste. Das Stromgebiet und der Wasserreichthum eines fliessenden Wassers sind ziemlich sichere Grundlagen bei der Beurtheilung der Veränderung, welche dasselbe im Laufe der Zeit erzeugt hat. Und wenn wir einmal die Grösse der Veränderungen kennen, ist es nicht schwer, die ursprünglichen Zustände zu rekonstruiren.

Unsere Behauptung wird auch durch die Anordnung der Spitzen bekräftigt. Jedermann würde es nur ganz natürlich finden, wenn die höchsten Gipfel im Hauptkamme wären; jedoch wenn wir uns genauer umsehen, finden wir, dass dieselben auf Nebenkämmen stehen, meist in ziemlicher Entfernung vom Hauptkamme, und dass auf dem letzteren nur dort höhere Spitzen vorfindbar sind, wo die mechanische Thätigkeit des Wassers nicht zur Ausführung gelangen konnte. (Mengsdorfer-, Meeraug-, Tátra-, Eis-thaler-, Grünesee-, Rothesee- und Weissese-Spitze).

Als Ursache dieser sonderbaren Erscheinung müssen wir den Umstand erwähnen, dass der Hauptkamm den Einwirkungen der Gewässer in einem bedeutend höheren Grade ausgesetzt war, als die Nebenkämme; denn während diese nur durch Nebenthälchen angegriffen werden,

sind jene dem Angriff der Hauptthäler ausgesetzt; und an solchen Orten, wo zwei entgegengesetzte Thäler an einem Haupt-Kamm angriffen, dort sank derselbe meistens zu einem mehr weniger bequemen Sattel herab. (Polnischer Kamm, Gross-Kohlbacher Pass, der Sattel (Kopapass) u. s. w.) Wir können also mit Recht folgern, dass an den Orten, wo grosse Kräfte thätig sind, auch die Veränderungen bedeutender sein müssen, und dass es infolge dessen nicht unmöglich ist, dass dort, wo heute wasserreiche Thäler und Becken sind, einst die höchsten Punkte des Hochlandes standen.

Ich war im Vorstehenden bemüht, den Verlauf der Thalbildung in der Hohen Tátra, soweit es der gegenwärtige Stand der Wissenschaft und meine eigene an Ort und Stelle gesammelte Erfahrung möglich machten, zu schildern. Die Geologie und Geographie lehren uns heute, dass in Massengesteinen, wie es die Granite der Hohen Tátra sind, die Thäler ihren Ursprung den atmosphärischen Niederschlägen verdanken; in dieser Ansicht stimmen die meisten Forscher überein, jedoch besteht unter ihnen in soweit ein Meinungsunterschied, dass Einige annehmen, dass bei dem Entstehen des Hochlandes sich Spalten bilden, die dann das herabfliessende Wasser als Bett gebrauchte, während die Andern die Existenz praeexistirenden Spalten für ganz überflüssig halten; Unebenheiten jedoch, welche das Ansammeln von grösseren Wassermengen an manchen Orten möglich machten, — streiten sie auch nicht ab. Die letztere Ansicht, der gemäss auch wir unsere Abhandlung schreiben, findet von Tag zu Tag mehr Anhänger, besonders seit Dona die Thalbildung an jungen Vulkanen des Stillen Oceans studirte und nachwies, dass das Wasser auch ohne Spalten Thäler bildet.

Mit der Thalbildung steht in einem sehr engen Verband die Seebildung. Manche Seen liegen im Bette des fliessenden Wassers und unterscheiden sich von den Bächen und Flüssen nur durch ihr erweitertes Bett und durch den Mangel an strömendem Wasser. Solche Seen sind der Felkaer und Lange See im Felkaer Thale, der Löffelkraut-See im Gross-Kohlbachthale, dann der Popper-See und zum Theil auch der Fischsee. Andere Seen wieder erscheinen als Reservoirs, in welche das Wasser der Umgebung auf unterirdischen Wegen hinströmt. Diese liegen meistens in einer grösseren Höhe, besitzen eine geringere Flächenausdehnung, sind jedoch meist tiefer als die früher erwähnten und, da sie meistens keinen sicht-

baren Zufluss haben, glaubte das Volk, dass sie mit dem Meer in direkter Verbindung stehen, und nannte sie Meer-
augen. Aus dieser Reihe von Seen können erwähnt
werden, das Meerauge, der Csorbaer-, Frosch-, Drachen-,
Eis-, Botzdorfer-, Trichter-See, die Fünf-Seen u. m. a.

Diese zwei Gruppen von Seen können jedoch nicht
genau von einander unterschieden werden, sondern stehen
durch Uebergangsglieder mit einander in Verbindung;
auch in Bezug auf ihren Bau stimmen sie in vielfacher
Hinsicht überein, indem sie entweder von allen Seiten, oder
wenigstens am Ausfluss mit Gerölle umzingelt sind. Dieser
Bau der Seen ist ein sehr wichtiger Fingerzeig in Bezug
auf ihr Entstehen. Wenn wir nämlich diese Geröllmassen
genauer betrachten, können wir erfahren, dass viele Seen
zum grössten Theil, manche sogar ausschliesslich ihnen ihr
Dasein verdanken, da dieselben das Bett des fliessenden
Wassers absperrten und die anlangenden Wassermassen
solange zurückhielten, bis dieselben sich in solcher
Menge ansammelten, dass sie das Hinderniss überschritten;
die überschreitenden Wassermassen begannen jedoch zugleich
das Hinderniss zu zerstören. In ihrer Arbeit wurden sie,
wenn auch nicht unmittelbar, durch die vom Wasser mit-
geführten und im See abgelagerten Schuttmassen unter-
stützt, da durch die Ablagerung neuer Schichten der Boden
des Sees sich fortwährend hob. Infolge dessen sind diese
Seen nicht beständig, sondern meistens nur ephemere (in
geologischem Sinn). Wenn nämlich der den Abfluss ver-
hindernde Damm schon so weit ausgeleitet wurde, dass die
anlangenden Wassermassen ungestört weiter fließen können,
also der Boden des Sees mit dem Ausfluss in einem Ni-
veau liegen wird, verschwindet der See. Derart ausge-
trocknete Seen finden wir in jedem grösseren Thale, auch
können wir uns davon leicht überzeugen, dass die meisten
der gegenwärtigen Seen im Austrocknen begriffen sind.
Wenn wir z. B. das Felkaer Thal aufsuchen, finden wir
in demselben mehrere schon ausgetrocknete oder im Aus-
trocknen begriffene Seen. Betrachten wir zuerst den Fel-
kaer See selbst. Wenn wir auf seine Lage und sein Bett,
unser Augenmerk wenden, sehen wir, dass sein Abfluss
über einen Geröll-Damm führt, und dass er schon einen
grossen Theil des Hindernisses zerstört hat, weshalb
sein Spiegel bedeutend sank. Ursprünglich bildete nämlich
der Damm die Fortsetzung jenes Gürtels, der auch noch
heute das bereits wasserleere Becken des Felkaer Sees
von der Südseite umzingelt und der See selbst dehnt sich

dort aus, wo heute das von Gras und Krummholz bedeckte Becken sichtbar ist; und dass das einst Grund eines Sees war, das beweist die ziemlich dicke Humusschichte, welche sich nur im stehenden Gewässer abgelagert haben kann. Gegenwärtig befindet sich der grösste Theil des Sees in einem Bett, das im Damme selbst liegt, und da der Wasserspiegel des Sees bereits tief gesunken ist, können wir kühn behaupten, dass auch der Felkaer See im Austrocknen begriffen ist.

Wenn wir im Thale weiter aufwärts schreiten, gelangen wir in den *Blumengarten*. Auch hier treffen wir ein ziemlich geräumiges Becken, in dessen Mitte ein kleiner Tümpel sichtbar ist, sicher ein Ueberbleibsel jenes grossen Sees, der einst das ganze Becken ausfüllte, der aber mit der Zerstörung des Dammes Schritt haltend, einen immer kleinern Raum einnahm. Die vorhandene Humusschichte, noch mehr aber der kleine See sind glänzende Zeugnisse für die Richtigkeit unserer Behauptung. Noch weiter aufwärts treffen wir ein bereits ganz trockenes Becken, das sich vor dem Langen See, doch etwas links von demselben, ausdehnt und durch eine dicke Humusschichte, sowie durch Ueberbleibsel an der rechten Seite des Dammes sich zu erkennen gibt. Von diesem Becken gelangen wir zu den Langen See, der schon sein ursprüngliches Bett verlassen hat und auch bedeutend kleiner geworden ist. Sein ursprüngliches Bett war das grosse Becken, das am Fusse des Polnischen Kammes liegt; und da sein Ausfluss sich immer mehr vertiefte, zog er sich langsam in die selbst erzeugte Schlucht, welche sich zwischen der Gruppe um die Gerlsdorfer Spitze und einem Zweige der Warze erstreckt; doch auch hier sind seine Jahre gezählt, da die riesigen Schuttkegel, die besonders an seinem rechten Ufer anwachsen, bald das ganze Becken ausfüllen werden, so dass kaum eine Spur des Sees übrig bleiben wird, da die abgelagerte Humusschichte so wohl hier, als auch im früheren Becken durch Geröllmassen verdeckt ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel einer durch Gerölle bewirkten Abschliessung finden wir am Fischsee. Wenn wir nämlich den Damm betrachten, der ihn nach Norden, also an der Seite des Abflusses umgibt, sehen wir, dass derselbe aus Gerölle besteht, und dass sich das ausströmende Wasser ein ziemlich tiefes Bett in demselben gegraben hat. Dass mit der Zerstörung des Dammes auch ein Sinken des Wasserspiegels verbunden ist, das beweisen die Spuren,

welche zum Theil an den noch nicht zerstörten Dammresten, zum Theil aber an den übrigen Wänden des Bettes sichtbar sind. Das Meerauge ist ebenfalls nach Nordwesten von Gerölle umschlossen, von den andern drei Seiten umgeben es beinahe senkrechte Wände. Aehnliches finden wir auch bei mehreren andern Seen; doch ist es wahrscheinlich, dass nicht alle Seen am Abfluss von Geröllmassen umzingelt sind, manche können von anstehenden Gesteinen umgeben sein; wenigstens aus den Alpen sind viele solcher Fälle bekannt.

Den Grund der Seebildung würden wir nun kennen und es möchte sich nur noch darum handeln, wie diese Dämme entstanden sind. Doch auch auf diese Frage können wir antworten, wenn wir die Umgebung der Seen genauer betrachten.

Dämme, die aus anstehenden Gesteinen bestehen, können dadurch entstanden sein, dass die das Seebecken bildenden Gesteine infolge von Erschütterungen tiefer sanken, oder dass die den Damm bildenden aus dem erwähnten Grunde gehoben wurden. An manchen Orten ist es möglich, dass zusammenhängende Felsmassen infolge einer Ab- rutschung in das Bett des fließenden Wassers gelangen, und anstehenden Gesteinen gleichend, den Abfluss verhindern. Welcher der erwähnten Fälle stattfand, kann nur an Ort und Stelle entschieden werden.

Auch die aus Geröllmassen bestehenden Dämme können auf verschiedene Art entstanden sein; in schmalen Thälern ist es möglich, dass grössere Felsmassen von den steilen Wänden herabstürzen, die dann den Abfluss des Wassers verhindern; an andern Orten können Schneelavinen oder von den Seiten herabströmende Wassermassen — z. B. zur Zeit eines Wolkenbruches — so viel Gerölle mit sich führen, dass dasselbe als Damm dienen kann; endlich gibt es Orte — und darauf will ich die Freunde der Tátra vor Allem aufmerksam machen — wo Gletscher-Moränen den Weg absperrten.

Lange war man der Meinung, dass in den Karpathen Spuren der Gletscher nicht vorhanden wären, gegenwärtig unterliegt es jedoch keinem Zweifel mehr, dass die zahlreichen Schutthaufen, die entweder als Seiten-Moränen den Thälern entlang sich ziehen, oder als Endmoränen die Thäler quer durchkreuzen, der Eisperiode ihr Dasein verdanken. Wenn wir im Kohlbachthale von dem zweiten Wasserfall zu dem dritten uns begeben, gehen wir auf einer Seitenmoräne, von der rechts die

Kohlbach braust, während links ein grosses Becken sichtbar ist, in dem einst die Eismassen der Gletscher ruhten. An der linken Seite des Thales sind keine Moränen vorhanden, da das Bett der Kohlbach sich dieser Seite mehr näherte und die Reste der Moräne infolge dessen fortgeschafft wurden. Dass diese Geröllmassen nicht durch Schnee-Lavinen zusammengetragen wurden, beweisen die grossen Fichtenbäume, die theils auf den Felsen der steilen Wände, theils zwischen dem Gerölle im erwähnten Becken gedeihen; diese könnten dort nicht stehen, wenn solche Schnee-Lavinen von den steilen Felswänden herabstürzen würden, die so riesige Blöcke mit sich führten. Sehr schöne Seitenmoränen sind im Felkaer Thale sichtbar. Wenn man vom Felkaer See nach Schmecks geht und auf der südlich vom Felkaer See liegenden Erhöhung steht, kann man den bereits von Krummholz überzogenen Seitenwall sehen, der sich an der linken Seite des Thales fortzieht; auf der rechten Seite fehlt die entsprechende Seitenmoräne aus derselben Ursache, wie die auf der linken Seite im Kohlbach-Thale.

Endmoränen sind jedoch noch an andern Orten anzutreffen. Der aus Geröllmassen bestehende Damm, welcher den Felkaer See von Süden begränzt und welcher — wenn er ergänzt würde — Bogenform annehmen möchte, kann als Endmoräne angesehen werden; hier schmolzen die Eismassen des Gletschers, hier lagerte sich das von ihnen mitgeführte Gerölle ab. Als sich der Gletscher bei der Wärmezunahme zurückzog, lagerte er das Gerölle auf der zum „ewigen Regen“ benannten Wand ab; beim späteren Zurückweichen bildete er das bereits ausgetrocknete Becken zwischen dem Blumengarten und dem Langen See, und nahm endlich seine letzte Position in noch grösserer Höhe ein. Dass die Schutthaufen nicht Produkt der alljährlich thätigen Schnee-Lavinen, sondern sehr wahrscheinlich der einstigen Gletscher sind, dafür spricht die Beschaffenheit der Bruchstücke. Ihre zersetzte Oberfläche ist mit Flechten bedeckt und an ihre Lagerstätte haben sie sich bereits so sehr angepasst, dass es unmöglich ist, vorauszusetzen, sie seien erst vor kurzer Zeit an diesen Ort gelangt. Und kann man dies um desto weniger voraussetzen, da man die Wirksamkeit der Lavinen beobachten und die Gränzen derselben bezeichnen kann.

Andere an die Eiszeit erinnernde Zeichen, als geschliffene oder gekratzte Steinflächen u. s. w. sind ebenfalls vorfindig, nur dass sie nicht so häufig sind, als in

den Alpen. Dazu reiht sich noch der zersetzte Zustand der an der Oberfläche befindlichen Gesteine, infolge dessen diese Spuren sehr schnell verschwinden; doch kommen solche vor und aufmerksame Beobachter haben deren schon mehrere gefunden. Ich habe hier nicht die Absicht, die bereits zahlreichen Daten, die die Existenz der Eiszeit ausser Zweifel setzen, zusammenzustellen, das — werde ich vielleicht in einem folgenden Jahrgang thun,*) — hier will ich nur noch erwähnen, dass man zwischen dem Blumen- garten und Langen See eine, beinahe horizontal liegende Steinplatte sieht, auf der einige, ich glaube 4, mit der Richtung des Thales parallele Risse zu bemerken sind.

Ein schönes Produkt eines Gletschers ist auch das Becken des Fischsees. Der Damm, der den Riesen der Karpathen-Seen abschliesst, ist eine grosse Endmoräne jenes Gletschers, der in dem Thal der den Fischsee umzingelnden Berge herunterfloss. Dass nicht die gegenwärtig dort wüthenden Schnee-Lavinen diesen Damm erzeugten, beweist der Umstand, dass auf die Oberfläche des Dammes sich keine neuen Schuttmassen ablagern, und dass die älteren schon so weit zersetzt sind, dass sie eine ziemlich mächtige Humusschichte bedeckt.

Die Gletscher spielten jedoch wahrscheinlich auch bei der Erzeugung der Becken der Meeräugen eine wichtige Rolle. Wenn nämlich irgend eine Stelle mit einem Eisfeld bedeckt war, ruhte auch die mechanische Thätigkeit des Wassers, während dessen stürzten die Felsmassen der benachbarten Spitzen herunter und häuften sich am Rande des Eisfeldes an, so dass sie einen förmlichen Damm bildeten, und wenn die Eismassen schmolzen, hielt der Damm ein Wasserbecken, einen See, umschlossen. Auf diese Art entstanden die meisten Meeräugen; dass manche auch anderen Ursprungs sein können, wollen wir nicht bezweifeln, und die Untersuchungen an Ort und Stelle sind berufen, zu entscheiden, auf welche Art das Becken entstanden ist.

In meiner Abhandlung wollte ich die Freunde der Tatra auf die allgemeinen Grundsätze der Thal- und Seebildung nur aufmerksam machen, damit sie seiner Zeit nicht nur die Farbe und Gestalt des Sees betrachten, sondern auch auf seine Entstehung und Vergangenheit ihr Augenmerk wenden mögen, wozu ihnen die Umgebung des

*) Ich bin so frei, die geehrten Leser zu ersuchen, falls sie Daten betreffs der von der Eiszeit in der Tatra gelassenen Spuren kennen, mir dieselben mitzuthellen. Jede, auch noch so unbedeutend scheinende Nachricht nehme ich dankbar an.

Sees die nothwendigen Daten liefert; und wenn sie dieselben richtig lesen und erklären können, ist ihre Exkursion um einen der edelsten — Genüsse reicher.

Wenn es meiner Abhandlung gelungen ist, die Aufmerksamkeit einiger Touristen und Naturfreunde auf einen Gegenstand zu lenken, den sie bisher entweder gar nicht, oder nur sehr wenig beachteten, so hat sie ihren Zweck erreicht.

Leutschau 1878.

Dr. Samuel Roth.
