Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwisenschaftliche Gesellschaft
Band: 51 (1911)

Artikel: Zur Lehre von der Talbildung
Autor: Ludwig, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834876

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VI.

Zur Lehre von der Talbildung.

Von **A. Ludwig.**

Es läßt sich nicht bestreiten, daß die von Prof. Heim unentwegt hochgehaltene Lehre von der Talbildung durch Flußerosion in den letzten Jahren wieder mächtig an Boden gewonnen hat, während die scheinbar schon siegreiche Theorie von der Glazialerosion etwas in den Hintergrund tritt. Von E. Gogarten liegt eine bedeutende und interessante Arbeit [1]) vor, die einen trefflichen Überblick über den gegenwärtigen Stand des schwierigen Problemes der Talbildung gibt und neben den Resultaten seiner eigenen mühevollen Forschungen nicht nur die reiche Literatur verzeichnet, sondern die hauptsächlichsten Stellen der verschiedenen Autoren wörtlich anführt und kritisch beleuchtet. Gogarten tritt mit gewichtigen Gründen für die Flußerosion und die Heim'sche Theorie von den Randseen ein, gibt aber selbst zu, daß mehrere wichtige Punkte noch nicht befriedigend aufgeklärt sind.

Eine dieser ungelösten Fragen betrifft die jedem Wanderer bekannten, hoch über den Talböden gelegenen Terrassen in den Alpentälern. Diese Erosionsterrassen, die unabhängig von der Schichtung sind und scharf von den Schicht- oder Verwitterungsterrassen unterschieden werden müssen, werden von den Anhängern der Flußerosion als die Reste

[1]) Über alpine Randseen und Erosionsterrassen, im besondern des Linthtales. Petermanns Mitteilungen 1910. Ergänzungsheft Nr. 165. Preis 6.40 Mark.

älterer, höher gelegener Talböden betrachtet[1]), wobei man annimmt, die an den beiden Talseiten einander gegenüberliegenden, ungefähr gleich hoch gelegenen Talbodenreste hätten einst direkt zusammengehangen. Man gelangt dabei zu einer so erstaunlichen Breite der alten Talböden, daß man die Möglichkeit direkt bezweifeln muß. So ergäbe sich z. B. im Reußtal in der Gegend von Altorf für den obersten, zirka 2000 m hoch gelegenen, in seinen Resten deutlich erkennbaren Talboden eine Breite von ungefähr 8 km, die man sich durch langandauernde Seitenerosion bei stillstehender Tiefenerosion entstanden denken müßte. (Vergl. den Aufsatz von Prof. Heim im Jahrbuch 14 des S. A. C., Über die Erosion im Gebiete der Reuß.) Flußkrümmungen von so gewaltiger Amplitude sind in solcher Höhe kaum denkbar und geradezu ad absurdum werden wir geführt, wenn wir bedenken, daß sich noch höher abermals undeutliche Reste von Talböden finden, die auf eine noch größere Breite des Haupttales deuten würden. Was bliebe da schließlich für die Seitentäler noch übrig? Die unerklärliche Breite der oberen Talböden hat

[1]) Wohl eine der ältesten Notizen über die Bedeutung der Flußterrassen findet sich in dem 1742 verfaßten Werke des bündnerischen Pfarrers Sererhard: Einfalte Delineation aller Gemeinden gemeiner dreien Bünden, woselbst es im III. Teil, Seite 30 heißt:

„Das Feld bei Jenaz (im Prätigau), welches sonst schön und eben ist, hat zwey oder drey Säz, oder um etwas erhöchte Pörter ob einandern, welches eine Anzeigung ist, daß das Landwasser (d. h. die Landquart) vor Zeiten sein Lager höcher müsse gehabt haben, als jezund, und daß die Täler durch die Wasser immer tiefer worden, als sie vor etlichen Seculis gewesen, wie man fast aller Orten in den Töbeln und Thälern, sogar auch an den Felsen selbsten deutliche Merkmale dessen warnemmen kann.“ Sererhard hat damit als einer der ersten den Zusammenhang zwischen Terrassen, Fluß und Talbildung erkannt und literarisch dokumentiert. — An der gleichen Stelle bringt er noch einige andere Bemerkungen über Verwitterung und Erosion.

schon manchen aus dem Lager der Flußerosionisten hinüber zu den Anhängern der Glazialerosion getrieben, aber es ist der Wahrheit gemäß zu bekennen, daß diese die hochgelegenen Terrassen ebenso wenig befriedigend zu erklären vermögen, wie die erstern. Es geht nicht an, die Terrassen einfach als Glazialgesimse aufzufassen; noch nie hat ein Glazialerosionist den scharfen Übergang von der Terrasse zur Stufe oder den sogenannten Trograud genügend motivieren können und die Hess'sche Hypothese von den vier ineinandergeschachtelten, den vier Eiszeiten entsprechenden Taltrögen[1]) muß, abgesehen von zahlreichen anderen Gründen, schon deshalb abgelehnt werden, weil sich daraus für die letzte Haupteiszeit (Würm) eine so tief gelegene Gletscheroberfläche ergäbe, daß diese bis weit ins Innere der Alpen hinein unter der eiszeitlichen Schneegrenze geblieben sein müßte, was der bekannten Abhängigkeit der Mächtigkeit und Ausdehnung des Gletschers von der Lage der Schneegrenze direkt widerspricht. — Auch Penck und Brückner, die der Glazialerosion nur die Übertiefung der Haupttäler zuschreiben, das präglaziale Tal dagegen durch Wassererosion entstehen lassen, haben die Frage nicht gelöst.

Gogarten bringt einen sehr interessanten geschichtlichen Abschnitt über die verschiedenen zur Erklärung der Terrassen aufgestellten Theorien und gesteht, obwohl entschieden die Entstehung durch Flußerosion festhaltend und begründend, doch freimütig ein, daß wir eigentlich heute noch nicht über die schon 1791 von J. L. Heim veröffentlichte Anschauung über die Bildung der Terrassen hinausgekommen sind. „Die

---

[1]) Extreme Verfechter der Glazialerosion gehen noch weiter und wollen z. B. in der Montblanc-Gruppe nicht nur die Wirkungen der vier Haupteiszeiten, sondern sogar der drei Rückzugsstadien im Felsrelief erkennen.

bisher aufgestellten Theorien über die Bildung von Erosionsterrassen genügen zur Erklärung des Querprofils noch nicht; wir wissen noch nicht, warum der ältere Talboden breiter ist als der jüngere.“ (Gogarten, loc. cit. S. 54.) Gogarten hat durch die genaue Aufnahme und Registrierung der Terrassen des Linthtales eine sehr große Arbeit geleistet und hält dafür, daß zunächst andere Täler gleich bearbeitet werden müssen, bevor man Schlüsse allgemeiner Art ziehen könne. Gewiß werden solche Arbeiten in jedem Falle ihren Wert haben, aber für die Lösung des hier speziell in Frage stehenden Problems ist die Aussicht wenig tröstlich, nachdem sich aus dem so genauen Studium des Linthtales keine befriedigende Erklärung für die erstaunliche Breite der alten Talböden ergeben hat. Es mag daher gerechtfertigt erscheinen, wenn hier die Lösung von einem andern Gesichtspunkt aus gesucht wird.

Zunächst sind jedoch einige Bemerkungen über die von Mühlberg 1885 aufgestellte Theorie von der Gleichzeitigkeit der Tiefen- und Seitenerosion bei Serpentinenbildung nötig. Die Mühlberg'sche Theorie ist ganz sicherlich richtig, und zwar nicht nur lokal, sondern allgemein richtig. Das wird jeder bezeugen müssen, der das postglaziale Einschneiden der Flüsse, namentlich im Molasseland, genauer betrachtet hat. Die in Lehrbüchern oft zu findende Anschauung, daß bei Serpentinenbildung die Erosion sich nur auf die Verbreiterung des Flußbettes beschränke, ist nicht richtig; es geht auch eine Vertiefung vor sich. Bei Lee an der Sitter in der Gegend von Wittenbach läßt sich an ausgezeichnet schön erhaltenen Flußterrassen nachweisen, daß das Flußbett seit dem Ende der Eiszeit durch Serpentinenbildung um 35 Meter tiefer gelegt worden ist, und ähnliche Beobachtungen kann man im Gebiete der Krümmungen an jedem Flusse

machen. Man darf geradezu behaupten, daß die Serpentinenbildung zu den Mitteln der Tiefenerosion für jeden etwas größern Fluß gehört und selbst bei kleineren, in frischem Einschneiden begriffenen Flüßchen mit ansehnlichem Gefälle (bis 15 ‰), wie z. B. Goldach und Steinach bei St. Gallen, sind deutliche Anzeichen von Serpentinenbildung zu konstatieren. Die Mühlberg'sche Theorie von gleichzeitig wirkender Seiten- und Tiefenerosion bei Hin- und Herpendeln des Flusses darf und muß, entgegen der Meinung von Gogarten, auch auf die Alpentäler Anwendung finden; aber die außerordentliche Breite der obern Talböden vermag auch sie nicht zu erklären.

Es bleibt daher gar nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die einander gegenüberliegenden Terrassen, aus denen man in Gedanken die ungeheuer breiten alten Talböden konstruiert hat, niemals zusammengehangen haben. Sie gehörten überhaupt nicht dem gleichen Flusse und nicht dem gleichen Talboden an, sondern waren durch einen Bergzug getrennt, der bei fortschreitender Talbildung endlich abgetragen wurde, wodurch dann aus zwei Tälern ein einziges entstand.

Nach dieser Auffassung hätten z. B. im Linthtal die Terrassen von Schönau (östlich von Diesbach) und Braunwald Ober-Staffel, die Gogarten seinem 13. Talboden zuweist, niemals zusammengehört, wären überhaupt nicht durch den gleichen Fluß entstanden. Erst die Abtragung des trennenden Rückens durch die fast parallel fließenden beiden Flüsse hätte die Vereinigung zu einem Haupttale bewirkt und die Täuschung hervorgebracht, es seien die erwähnten Talbodenreste dem nämlichen Fluß zuzuschreiben. Den trennenden Rücken dürfte man sich vielleicht als einstige Fortsetzung des mächtigen Vorder-Selbsanft denken. — Im Urserental

dürfte man die prächtigen Terrassen der Eisenmannsalp und der Rainbordalp nicht dem nämlichen Flusse zuweisen und im Vergaldnertal, auf der österreichischen Seite der nördlichen Schlappinerkette, wo die Terrassen in Natur und Karte ebenfalls ganz ausgezeichnet hervortreten, müßte man sich die beidseitigen Talböden getrennt denken durch einen Bergzug, von dem im Hinterberg (2691 m) und dem über P. 2617 ausstrahlenden Rücken nur noch eine Andeutung vorhanden ist.

Diese Beispiele mögen genügen, um die Art der Auffassung darzutun. Für die höheren und höchsten beidseitigen Talböden war vermutlich nicht nur ein einziger trennender Rücken vorhanden; es mochten deren zwei oder noch mehr existieren. Die Erosion ließ sie verschwinden; statt mehrerer fast parallel verlaufender Täler erblicken wir ein einheitliches Haupttal und wähnen es auch einheitlich entstanden.

Zur Begründung der hier vorgebrachten Auffassung kann auf mehrere interessante Tatsachen hingewiesen werden.

Die eigentümliche halbinsel- oder landzungenartige Lage von Waltensburg ist bekannt. Vorderrhein und Flembach, fast parallel fließend, werden mit vereinigten Kräften ziemlich rasch den merkwürdigen Rücken Waltensburg-Brigels abtragen und den Hohlraum dem Rheintal zufügen. Der Geologe der Zukunft wird dann versucht sein, die Terrassen von Andest mit denen von Obersaxen zu kombinieren, obwohl sie nicht durch den gleichen Fluß entstanden sind.

Ähnliche Verhältnisse finden sich zwischen Rhonetal, Aletschgletscher und Fieschertal und auf der andern Talseite zwischen Rhone-, Rappen- und Binntal. Sie sind geeignet, uns eine Vorstellung zu geben über die Entstehung des mächtigen Hohlraumes der großen Alpentäler.

Man stelle sich einmal vor das herrliche Säntisrelief

von Heim und betrachte den Weißbach und seinen vom Dunkelberndli herabkommenden rechtsseitigen Seitenbach. Man sieht und fühlt förmlich, wie die beiden Bäche bestrebt sind, den trennenden Rücken Berneregg-Güllenkopf abzutragen und ein einheitliches Tal zu schaffen. Ist der Rücken einmal abgetragen, während nördlich und südlich die höheren Bergzüge weniger gelitten haben, so wird man beim Anblick des so entstandenen Tales keineswegs daran denken, daß hier einst zwei Täler, bezw. zwei Flüsse existierten, zwischen welchen ein trennender Rücken vorhanden war.

Die angeführten Beispiele deuten darauf hin, daß zwei fast parallel fließende, sich vereinigende Flüsse bestrebt sind, ihren Vereinigungspunkt immer mehr nach rückwärts zu verlegen. Aber auch der umgekehrte Schluß ist gestattet und sogar geboten: Die Vereinigungsstelle zweier Flüsse lag nicht immer in der Gegend, wo wir sie heute sehen, sondern weiter talabwärts und es muß in dieser Richtung zwischen ihnen ein jetzt verschwundener Bergrücken existiert haben, der einst die Fortsetzung des jetzt zwischen den beiden Flüssen oberhalb der Konfluenz endigenden Bergzuges bildete. Damit gelangen wir überhaupt zu folgendem Schlusse:

Jedes größere Alpen- und Molassetal ist hervorgegangen aus der seitlichen Vereinigung mehrerer Paralleltäler, von denen das durch Wassermasse und Gefällsverhältnisse am meisten begünstigte seine Nachbarn überwältigte und mit sich zu einem einheitlichen Hohlraume verband. Diese Art der Entstehung gilt auch für die größeren alpinen Seitentäler (z. B. Schächental, Maderanertal) und auch für manche Nebentäler des Molasselandes.

Man könnte die verschwundenen, im neuen Talhohlraum aufgegangenen Paralleltäler auch Urtäler nennen; die

Terrassen sind ihre Talbodenreste und die Bildung ging für jedes einzelne Urtal nach dem Mühlberg'schen Gesetze von der Gleichzeitigkeit der Seiten- und Tiefenerosion vor sich. In den Quellgebieten sind uns die Wurzeln der Urtäler teilweise noch erhalten.

* * *

Die Bergrücken, welche einst die Paralleltäler trennten, sind nicht in allen Fällen vollständig verschwunden; hie und da sind uns Reste erhalten geblieben. Es sind dies die sogenannten Inselberge im engern und weitern Sinne. Die Inselberge im engern Sinne ertragen der heutigen Talsohle, wie z. B. die beiden Buchberge zwischen Wallen- und Zürichsee, Kummenberg und Montlingerberg im Rheintal, der Hügel von Château Queyras im französischen Guiltal etc. Jeder Wanderer kennt Beispiele aus eigener Anschauung. Als Inselberge im weitern Sinne sind diejenigen Bergindividuen zu bezeichnen, welche von heutigen und älteren Flußläufen umgeben sind (z. B. der Piz Cavradi im Tavetsch, das Stätzerhorn, der Calanda, das Kreuz im Prätigau, der Fläscherberg, der Catogne im Wallis). Gar merkwürdige Gestalten finden sich darunter, z. B. der scharfe Sosto bei Olivone. Inselberge dieser Art stehen mit einer Flußablenkung im Zusammenhang. — Auch viele Rippen und Riegel gehören hieher.

Die Inselberge, namentlich diejenigen im engern Sinne, sind eine recht unbequeme Tatsache für den Anhänger der Glazialerosion. Wie war es möglich, daß diese Erhebungen dem erodierenden Gletscher widerstehen konnten, der nach Penck die Übertiefung des Haupttales und nach Hess nahezu die ganze Talbildung bewirkte? Man sucht sich, ohne eine genügende Antwort geben zu können, so gut als möglich damit abzufinden; nicht nur ein gesunder Magen kann viel

vertragen, sondern auch die feste Überzeugung von der Richtigkeit einer Theorie, sei es nach dieser oder jener Seite.[1])

Aber auch für den Flußerosionisten, wenn er ehrlich sein will, sind die Inselberge eine harte Nuß. Sie sind durch Erosion entstanden, also aus einer einst höhern und größern Masse herausmodelliert. Da bieten sich nun nach der bisherigen Auffassung zwei Möglichkeiten. Die Inselberge konnten schon zur Zeit der alten, angeblich so breiten Talböden vorhanden sein und, mit der Tiefenerosion Schritt haltend, erniedrigt und zum heutigen Zustand übergeführt werden. Dieser Fall ist wenig wahrscheinlich, weil die Bildung so breiter Talböden eine so ungeheuer lange Zeit beanspruchen mußte, daß auch die Inselberge hätten verschwinden müssen. Bleibt

[1]) Der Glazialerosionist denkt zur Erklärung der Inselberge etwa an das Herausschälen härterer Gesteine, an seitliches Ausweichen des Gletschers etc. Aber der Hügel von Château Queyras (siehe Bild auf Seite 3 des Jahrbuches 1908 des S. A. C.), der einem engen Alpentale entsteigt und den ich deshalb besonders erwähnt habe, machte mich doch stutzig und erweckte mir mehr Bedenken als Buchberg und Kummenberg, obwohl ich damals noch fest an die Glazialerosion glaubte. — Den zweiten schweren Stoß erhielt mein Glaube an die Talbildung durch Gletschererosion bei einem Übergang vom Fornogletscher über den Passo Casnile nach dem Albignatal. Da machte ich die interessante Beobachtung, daß die obere Gletscherschliffgrenze im Fornotal ungefähr 250 m höher liegt (ca. 2700—2750 m), als im Albignatal (ca. 2450—2500 m). Diese Differenz hätte unter normalen Umständen nichts Auffälliges, fällt aber schwer ins Gewicht, wenn wir bedenken, daß wir uns hier in einem Gebiete befinden, das als klassisches Beispiel für Ablenkung von Quelltälern allbekannt ist. Jeder, der sich mit der verschiedenen Lage der Schliffgrenze in den genannten beiden Tälern befaßt, wird auf einen ganzen, hier nicht näher zu erörternden Knäuel von Fragen und Schlüssen stoßen und zu der Überzeugung gelangen, daß die Ablenkung des Albignatales nach dem Bergell schon vor Eintritt der letzten Haupteiszeit vollendet war und daß letztere die Gestaltung der Täler durchaus nicht nennenswert beeinflußt hat.

also noch die Möglichkeit, daß die Inselberge aus einem vollständig ebenen Talboden durch erneute oder frischbelebte Tiefenerosion herausgeschnitten wurden, und zwar durch die Tätigkeit eines einzigen Flusses. Nun kann man sich wohl vorstellen, daß zwei oder drei Flüsse durch Ablenkung einen Inselberg herauszupräparieren imstande sind; wie aber ein Inselberg durch Tiefereinschneiden eines einzigen Flusses entstehen soll, ist schwieriger einzusehen.

Viel natürlicher erscheint es, die Inselberge aufzufassen als letzte, isolierte Reste jener Bergzüge, welche einst die Paralleltäler trennten, aus deren Vereinigung das heutige, scheinbar einheitlich entstandene Haupttal hervorgegangen ist. Die Schlüsse, die wir aus der unglaublich erscheinenden Breite der alten Talböden und aus dem Vorhandensein der Inselberge gezogen haben, decken sich und Inselberge und alte Talbodenreste erklären sich auf diese Weise gegenseitig. Es sind denn auch tatsächlich die Inselberge, die mir den Gedanken an einen derartigen Lösungsversuch nahegelegt haben.

* * *

Flußablenkungen haben bei der Talbildung eine sehr bedeutende Rolle gespielt, die man bisher vielleicht unterschätzt hat. Zwar sind, namentlich durch Prof. Heim, eine Anzahl sehr schöner Beispiele namhaft gemacht worden und einige davon sind allgemein bekannt (Ablenkung von Forno, Albigna und Marozzo nach dem Bergell, von Silvretta nach dem Prätigau, von Val Maigels nach Cornera etc.). Aber man hat doch diese besonders auffälligen Beispiele mehr als Ausnahmen betrachtet, obwohl Heim ausdrücklich bemerkt, daß z. B. der Kanton Graubünden den verwickelten Lauf seiner Gewässer zum guten Teil solchen Flußablenkungen verdanke. Man wird diesen in Zukunft vielleicht noch mehr

Gewicht beimessen und zu der Auffassung gelangen, daß die Flußablenkungen auf die Talbildung nicht nur gelegentlichen, sondern geradezu allgemeinen und entscheidenden Einfluß ausgeübt haben. Es wird hier vielleicht gehen wie bei der Tektonik der Alpen. Es gab eine Zeit, da die große Glarnerüberschiebung als eine Ausnahme und ein Unikum galt, während nachher durch die Schardt'sche Deckentheorie gezeigt wurde, daß die Alpen geradezu nach dem Prinzip der großen Überschiebungen gebaut sind. Neben den immerhin ziemlich zahlreichen dem Auge sich förmlich aufdrängenden Flußablenkungen entgehen uns die noch viel zahlreicheren, welche aus der heutigen Terraingestaltung nicht mehr ohne weiteres erkannt werden können.

Ein Fluß kann den andern auf zwei Arten ablenken: entweder durch rückwärts greifende Erosion oder durch Seitenerosion. Es mag allerdings bemerkt werden, daß, wenn die Gletscher wirklich erodierten, die Talablenkungen sich auch durch die sogenannte Transfluenz des Eises befriedigend erklären ließen.

Bleiben wir jedoch bei der Flußerosion, so erkennen wir, daß beide Arten der Ablenkung mächtig sich geltend gemacht haben, die Rückwärtsverlängerung in dem allgemeinen Kampfe um die Wasserscheiden, ganz besonders in der Verlegung der Hauptwasserscheide der Alpen von Süden nach Norden, die Seitenerosion[1]) dagegen in der Niederlegung der Bergrücken, welche die schon mehrmals erwähnten höherliegenden Paralleltäler trennten, aus deren Vereinigung der

[1]) Bei Ablenkung durch Seitenerosion fiel übrigens der direkte Angriff oft einem Seitenbach zu, der infolge seines größeren Gefälles den höher gelegenen Fluß dem tieferen zunächst tributär machte, worauf dann erst die volllständige Niederlegung des Rückens vor sich ging. Die Hauptursache lag immerhin in der tieferen Lage und der verbreiternden Tätigkeit des größeren Flusses.

heute einheitlich erscheinende Hohlraum jedes größeren Tales hervorgegangen ist. Die erste Art der Ablenkung hat auf die Länge, die zweite auf die Breite und Tiefe der heutigen Alpentäler bestimmend eingewirkt. Die jetzigen Wasserscheiden (d. h. die Bergketten) sind einfach das Resultat eines langen Kampfes zwischen den verschiedenen Talsystemen; das Gefälle kam hiebei quadratisch, die Wassermenge nur proportional in die Rechnung.

Wenn gesagt wird, die Erosion der Flüsse wirke von unten nach oben, also rückwärts, so gilt dies wohl für die Vertiefung und die Zusammenfassung der Täler, darf aber nicht so aufgefaßt werden, als seien die größeren Seiten- und Quelltäler jünger als das Haupttal. Schächental, Maderanertal, Erstfelder-, Meien-, Göschener- und Urserental sind in ihrer Anlage ebenso alt wie das eigentliche Reußtal und, wie dieses, selbst wieder von komplizierter Entstehung. Mit andern Worten, die Talverzweigung in ihren großen Zügen wurde schon in den Anfängen der Talbildung angedeutet, wenn sie auch seither beträchtliche Veränderungen erlitten hat. Eine große Zahl von kleineren Tälchen und Wildbächen sind dagegen von sekundärer Entstehung. Wie das ursprüngliche Talsystem angelegt war in den schon längst abgetragenen Höhen, können wir nur vermuten; sicher ist, daß das Wasser von den jetzt abgewitterten Höhen der Alpenmassive seinen Weg irgendwohin suchen mußte und daß dies nicht nur durch flächenhafte Abspülung geschah, sondern in allerdings noch weniger tiefen Bach- und Flußbetten. Wir dürfen uns wohl vorstellen, daß zahlreiche Längstäler durch die Tektonik vorbedingt waren, also wohl der alpin-helvetischen Streichrichtung (ENE) folgten und daß nahezu senkrecht hiezu ein System von Quertälern sich bildete, welches den Abfluß nach Norden vermittelte. Von den Quertälern erlangten einige, be-

günstigt durch Wassermenge und Gefälle, nach und nach ein entscheidendes Übergewicht (Linth, Reuß, Aare etc., Rhein und Rhone teilweise); jeder von diesen Flüssen war zunächst nur primus inter pares, hat sich aber in langem Kampfe zum Alleinherrscher aufgeschwungen. Auf ähnliche Weise mögen die größeren Seitentäler entstanden sein; an Stelle des Maderanertales haben wir uns wohl mehrere schmale, gleichlaufende Längstälchen vorzustellen, die nach und nach zu einem einheitlichen Tal vereinigt wurden. Die heutigen Vasallen der Reuß sind von so altem Adel wie der Herrscher. — Rhein- und Rhonetal wurden durch die Aufstauung des Finsteraarmassivs mitbedingt.

* * *

Schwierig sind die Stufen der Alpentäler zu erklären. Das Problem deckt sich teilweise mit dem der Übertiefung des Haupttales gegenüber den Seitentälern. In sehr vielen Fällen spielt sicherlich die Gesteinsbeschaffenheit eine wichtige Rolle.[1]) Aber der Umstand, daß die Stufen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, stets hinter der Vereinigungsstelle zweier oder mehrerer Bäche oder Flüsse sich finden, verlangt noch eine andere Erklärung.

Unter sonst gleichen Umständen schneidet von zwei Flüssen der wasserreichere sich tiefer ein (Beispiel: die wasserreichere Goldach hat in annähernd gleichbeschaffenem Gelände sich in postglazialer Zeit tiefer eingeschnitten, als die schwächere Steinach). So lange noch Tiefenerosion möglich ist, müßte also schon die Verschiedenheit der Wassermengen die Entstehung einer Stufenmündung des Seitentales nach dem Haupttal bewirken. Analog ist ja der Grund, den Penck

[1]) Schraubach und Taschinesbach, zwei starke, gefürchtete, in weichem Schiefer verlaufende, wildbachartige Gewässer aus ansehnlichen Seitentälern, münden ohne Stufen in die Landquart.

anführt, indem er an Stelle der größeren Wassermenge die größere Eismasse setzt. Da aber öfters schwächere Seitenflüsse dennoch gleichsohlig münden, so müssen auch noch andere Gründe in Betracht fallen.

Wir haben darzutun versucht, daß die Vereinigungsstelle zweier Paralleltäler rückwärts wandert. Die Vereinigung zweier Flüsse ist in sehr vielen Fällen durch Flußablenkungen erfolgt, die auch in der Frage der Stufenbildung eine entscheidende Rolle zu spielen scheinen, die wir aber noch nicht klar abzusehen vermögen. Jede Flußablenkung bringt dem ablenkenden Tal eine plötzliche Vermehrung der Wassermenge und damit auch eine Belebung der Erosion, sowohl nach der Tiefe, so lange dies noch möglich ist, als auch nach der Breite. Daß das abgelenkte Tal in das ablenkende mit einer Stufe mündet, ist ohne weiteres verständlich, ebenso die Tatsache, daß auch für das abgelenkte Tal eine Neubelebung der Erosion nach und nach eintreten wird.

Wäre die hier aufgestellte Hypothese von der Entstehung jedes größeren Tales aus mehreren annähernd parallelen Talkomponenten richtig, so hätten wir in der Vereinigung der Wasserläufe, sei sie durch eine Flußablenkung oder durch völlige Abtragung eines trennenden Rückens erfolgt, und in der dadurch erzielten größeren Wassermenge den Grund für die Übertiefung des neuen Haupttales gegenüber den Seitentälern gefunden. Die Stufen wären teilweise durch schon vorhandene Höhenunterschiede zweier Täler, teilweise durch frisch belebte Erosion im Haupttale zu erklären. In der ganzen Frage ist nicht zu übersehen, daß man den Einfluß der Wassermenge neben dem Gefälle immerhin nicht vernachlässigen darf.

Jede Stufe trennt zwei Talstücke von verschiedenem Alter. Die Stufen sind jünger als die dahinter liegenden Tal-

böden (im Längenprofil) oder als die Terrassen (im Querprofil). Niemand wird bezweifeln, daß die Viamala jünger ist als das breite Schams, die Roffna jünger als das Rheinwaldtal. Im Urserental ist der Lochbach vom Terrassenrand bis hinab nach Realp jünger als der obere Teil unter Tiefengletscher und Lochberg; das untere steile Stück wurde ja erst durch das frische Einschneiden der Reuß ermöglicht. Der normale Verlauf des Gefälles ist also hier gerade umgekehrt: Oberlaufcharakter unter dem Terrassenrand, Unterlaufcharakter über der Terrasse. Es fehlte die nötige Zeit zur Ausgleichung des Gefälles; damit wird uns der Gefällsknick erklärlich; aber die Ursache des frischbelebten Einschneidens im Haupttale kennen wir noch immer nicht mit völliger Sicherheit. So weit als möglich müssen wir die Stufen aus den Erosionsverhältnissen des Tales selbst zu erklären versuchen; aber die Frage, ob spät erfolgte Auffaltungen der Molasse und des Juragebirges, die gleichbedeutend wären mit Verlangsamung der Erosion, zur Erklärung ausgeglichener alpiner Talböden herangezogen werden dürfen, kann derzeit noch nicht mit Sicherheit beantwortet werden und der in den Alpen so merkwürdige Wechsel zwischen Talstufen und Talböden mit stillstehender Tiefenerosion ist immer noch ein nicht völlig gelöstes Problem.

Dagegen drängt sich uns auch hier eine Einschränkung des Satzes vom Rückwärtsschreiten der Erosion auf. Die höchsten Talböden sind die ältesten; sie lassen sich in die Seitentäler verfolgen; die Talverzweigung ist also sehr alt, durchaus nicht etwa durch die jüngsten Talbodensysteme bedingt. Die Ausgleichung des Gefälles schreitet allerdings rückwärts und diese Tatsache hat dann Anlaß zu der ungerechtfertigten Verallgemeinerung gegeben, daß die ganze Verzweigung und Verästelung der Täler gegen die

Quellgebiete (bezw. Wasserscheiden) hin ein Werk der rückwärtsschreitenden Erosion sei, während dies doch nur für die Vertiefung, nicht für die Anlage der Furchen richtig ist. Als in den Anfängen der Talbildung das Wasser den noch massigeren Alpenkörper zu bearbeiten begann, da beschränkte es sich gewiß nicht auf spülende Tätigkeit (flächenhafte Abspülung), sondern grub Furchen, deren Zahl sogar größer war als heutzutage. Die fortschreitende Vertiefung hat sehr viele alte Furchen verschwinden lassen, indem jeweilen mehrere derselben zu einem einzigen Tale vereinigt wurden; nur so läßt sich die gewaltige obere Breite der heutigen Talhohlräume erklären. Wer dagegen die ganze Talverzweigung auch ihrer Lage nach (Projektion auf eine Horizontalebene) der rückwärtsschreitenden Erosion zuschreibt, der kommt zu den sonderbaren Schlüssen, daß z. B. das merkwürdige, talgeschichtlich gewiß sehr alte Plateau des Greinapasses jünger wäre, als die Schlucht am Talausgang gegen Surrhein hin, oder daß die Furka (2436 m) jünger wäre als die Schöllenen, während doch der Furkapaß dem obersten, also ältesten im Urserental erkennbaren Talboden angehört und vielleicht noch aus der Zeit stammt, als der Vorderrhein sein Quellgebiet an der Ostseite der Berneralpen hatte [1]) und durch das damals noch nicht abgelenkte Urserental über die Oberalp nach dem Bündner Oberland floß.

Die Talverzweigung der Quellgebiete erscheint uns vielmehr sehr alt und ist zusammen mit den Inselbergen (im engern und weitern Sinne) geeignet, uns eine Vorstellung von der reichen Gliederung, bezw. der großen Zahl der Talfurchen

[1]) Gleichsam als eine Erinnerung an jene Zeit erscheint die interessante Tatsache, daß man von Chur aus (erste Kehre der Schanfiggerstraße) durch die Flucht des Vorderrheintales noch die Spitze des Finsteraarhorns erblickt.

in den Anfängen der Talbildung zu geben. Von besonderer Bedeutung sind alle absolut und relativ niedrigen, seit alter Zeit von Krieg und Handel benützten, heute meistens mit Straßen versehenen Alpenpässe, die fast durchweg als tote Talstücke aufzufassen sind und mit Flußablenkungen in Verbindung zu bringen sind. Das Gegenstück dazu sind die so merkwürdig abseits der größeren Wasserscheiden stehenden exzentrisch gelegenen Hochgipfel (z. B. Piz Linard, Fluchthorn, Monte della Disgrazia etc.). — Von den Alpenpässen sind talgeschichtlich die Doppelpässe von ganz hervorragendem Interesse und besonderer Beweiskraft für die Zusammenfassung mehrerer Täler zu einem einheitlich erscheinenden größeren Tal. Beispiele für Doppelpässe mit alten Inselbergen: Oberalppaß mit Calmot, Greina mit P. Coroi und P. 2340 bei Carpet, Berninapass mit P. Campascio u. a.; geradezu zahllos sind die Pässe, bei welchen die alten Inselberge nicht mehr in ausgeprägten Formen, sondern nur noch in rudimentären Andeutungen vorhanden sind.

* * *

In den Alpen haben die weit vorgeschrittene Abtragung und Durchtalung die frühere Anlage des Talsystems dermaßen verändert und verwischt, daß wir uns kaum eine Vorstellung von den Anfängen der Talbildung machen können. Wir dürfen aber erwarten, in einem Gebiete, wo die Abtragung weniger intensiv gewesen ist, eher Anhaltspunkte zu finden, und denken dabei an das subalpine gefaltete Molassevorland der Kantone St. Gallen und Appenzell. Unsere Erwartung wird nicht getäuscht. Wir finden da zwei nahezu rechtwinklig auf einander stehende Talsysteme,[1]) nämlich aus-

[1]) Man darf sich nicht verhehlen, daß diese Anlage gegen die Entstehung der Molassetäler durch glaziale Erosion spricht.

geprägte, tektonisch vorbedingte Längstäler, meist Isoklinaltäler, und sodann eine ganze Reihe kleinerer und größerer Quertäler. Das Bild erinnert an die horizontalen und vertikalen Fugen einer aus Quadern erstellten Mauer. Die Zahl der Täler und Tälchen ist sehr groß. Wir finden da schon in der Nähe der Stadt St. Gallen mehrere der schönsten Flußablenkungen, tote Talläufe (Torsos), Täler, deren Gewässer in keinem richtigen Verhältnis stehen zur Breite des Talhohlraumes. Wir sehen ferner vor unseren Augen die Angliederung kleinerer Tälchen an größere sich vollziehen, wertvolle Zeugen der hier verfochtenen Ansicht von der Entstehung jedes größeren Tales aus einem Talbüschel oder Talbündel. Überaus zahlreich sind im Molasseland auch die Inselberge in jedem Stadium der Erhaltung vertreten. — Gehen wir endlich hinauf in das Gebiet der höchsten Molasseberge, so treffen wir da prächtige Beispiele für die Entstehung von Karformen durch Wassererosion, z. B. die untere Petersalp und die Bodmenalp an der Nordseite des Speer. Recht eindringlich wird uns hier demonstriert, daß Kare und Treppenkare nicht notwendig auf Glazialerosion zurückgeführt werden müssen und daß die Tektonik und Gesteinsbeschaffenheit (Wechsel zwischen widerstandsfähigen Nagelfluhbänken und weicheren Mergel- und Sandsteinbänken) hier vorbedingend waren für den Verlauf der isoklinalen Wasserrinnen, die am Orte ihrer Vereinigung ansehnliche kleine Ebenen (den Karboden) zu schaffen vermochten, während die Karschwelle jeweilen durch eine mächtige Nagelfluhschicht gebildet wird. Schon hier oben wird, wie im ganzen Gebiet der gefalteten Molasse, das Landschaftsbild beherrscht durch den Gegensatz zwischen den zahlreichen seitlichen Längstälchen und dem den Abfluß vermittelnden Quertal. Petersalp und Bodmenalp sind eines Besuches wert.

Das Molasseland gibt uns auch Andeutungen für die Gestalt der jetzt verschwundenen Querketten, welche einst in den Alpen die Täler trennten, die in der Folge zu einem einzigen größeren Tale vereinigt wurden. Wir müssen uns diese Ketten wohl als ziemlich gekerbt vorstellen und die einzelnen Kerben würden in den meisten Fällen als tote Talläufe aufzufassen sein.

Würde die Erosionsbasis plötzlich um tausend Meter tiefer gelegt, so würde das Bild der Molasselandschaft durch die frisch belebte Erosion sich merklich ändern. Zahlreiche Längs- und Quertälchen würden gänzlich verschwinden, indem sie von ihren stärkeren Brüdern aufgenommen würden. Einige Quertäler würden ein noch weit entschiedeneres Übergewicht erlangen als bisher und das Molasseland würde, obwohl einförmiger, schließlich ein ähnliches Bild bieten, wie heute die schon mehr gealterten Alpen.

St. Gallen, im Januar 1912.