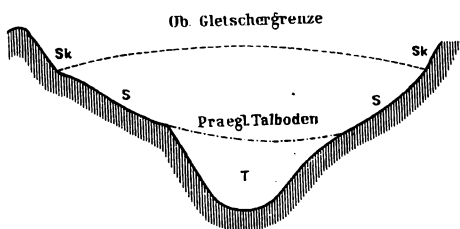


## Schliffkehle und Taltrog.

Von Prof. Dr. *Albrecht Penck*, Berlin.

Der Querschnitt vergletschert gewesener Hochgebirgstäler der Alpen läßt zwei manchmal sehr scharf ausgeprägte Kanten erkennen, nämlich in der oberen Partie die einspringende Kante der Schliffkehle (Sk der Abb.) und weiter unten die ausspringende Kante des Trograndes (zw. S u. T). Der Trogrand begrenzt den Taltrog nach oben, die Schliffkehle bezeichnet die obere Grenze des eiszeitlichen Gletschers im Tale. Als einspringende Kante verläuft sie zwischen zwei Flächen, einem Steilabfall des



Querschnitt durch ein Hochgebirgstal der Alpen.  
Sk = Schliffkehle, S = Schulter, T = Trog.

höheren Gebirges und einer davor gelegenen ebeneren Fläche, die ich als »Schliffbord« bezeichnet habe (Alpen im Eiszeitalter, S. 263). An steilen Gehängen ist der Schliffbord manchmal recht schmal und es hebt sich dann der Steilabfall der Kehle besonders hervor, wie dies z. B. die Abbildung der Schliffkehle im obersten Hirzbachtal erkennen läßt, welche L. Distel jüngst in seiner Arbeit über »Die Formen alpiner Hochtäler, insbesondere im Gebiet der Hohen Tauern und ihre Beziehungen zur Eiszeit« abgebildet hat (Landeskundliche Forschungen, hrsg. v. d. G. Ges. München, XIII; Mitt. d. G. Ges. München VII, 1902). An sanfteren Gehängen ist hingegen der Schliffbord das Auffälligere (vgl. unter Sk der linken Seite der Abb.) und entwickelt sich gelegentlich zu einer Terrasse von ansehnlicher Breite, wie z. B. am Abfall

des Schrammachers gegen das Pfitscherjoch (vgl. die Abbildung bei Becke im Geol. Führer für die geol. Exkursionen in Österreich des 9. International. Geologenkongresses 1903; Westende der Hohen Tauern VIII, S. 33). An solchen Stellen wird eindringlich klar, daß eine starke Erosion gerade am Saume der eiszeitlichen Gletscher stattgefunden hat. Weiter stellt sich der Trog selbst als Gebiet besonders starker Erosion dar. Wir haben also im Querschnitt der eiszeitlichen Gletscher zwei Stellen gesteigerter Erosion, getrennt durch ein Gebiet geringerer Erosion, die Trogschulter.

Von diesen beiden Stellen gesteigerter Erosionswirkungen im Querschnitt des Gletschers habe ich im Anschluß an den Vortrag Distels auf dem Innsbrucker Geographentag gesprochen und daran einen Erklärungsversuch geknüpft, den ich in der Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften in Berlin am 15. Februar 1912 vorgetragen habe. Ich führe das Einsetzen der starken Erosion an der Schliffkehle auf die Lockerung des Gesteinsgefüges hart am Gletschersaum, den Trog aber auf eine maximale Steigerung der Erosionskraft der eiszeitlichen Eisströme am Orte der größten Eismächtigkeit zurück. Die Trogbildung erscheint daher als Ausdruck der durch vorher existierende Unebenheiten des Landes dirigierten glazialen Erosion, während die Schliffkehle, geknüpft an einen Ort geringen Widerstandes, ein Ausdruck der selektiven Eiserosion ist. Es sei mir gestattet, diese in Innsbruck neuerlich vorgetragene Unterscheidung hier auseinanderzusetzen, nicht bloß, weil über meinen Akademievortrag bloß ein kurzes Referat erschienen ist, sondern namentlich auch, weil v. Drygalski in seinen Darlegungen über die Entstehung

der Trogtäler zur Eiszeit (Petern. Mitt. 1912, Juliheft, S. 8) sie nicht in zutreffender Weise referiert hat.

Die Veranlassung zu meinen Bemerkungen in Innsbruck war dadurch gegeben, daß L. Distel in seinem Vortrag über die Entstehung des alpinen Taltrogs gelegentlich erwähnte, daß der Schliffbord unmittelbar über dem Trogrand folge. Diese Äußerung hat mir das Verständnis von Distels Vortrag ungemein erschwert; denn sie weckte in mir die Vorstellung, als ob Distel der Annahme huldige, der alpine Taltrog sei nur bis zu seinem Rande von den eiszeitlichen Gletschern erfüllt gewesen. Erst jetzt zum Studium der kurz vor dem Geographentag erschienenen Schrift Distels gekommen, sehe ich, daß Distel einer solchen Anschauung nicht huldigt, sondern vielmehr durchaus meiner Meinung ist, daß die Trogtäler bis hoch über den Trogrand hinaus mit eiszeitlichem Eise erfüllt gewesen sind. Scharf sondert auch Distel Trogrand und Schliffkehle. Aber er verwendet den von mir geprägten Ausdruck »Schliffbord« gelegentlich als gleichbedeutend mit Trogschulter; so schreibt er S. 81: »Die Trogschulter oder der Schliffbord« und S. 23: »Die Trogschulter (Schliffbord)«, und nur einmal, S. 72, faßt er den Begriff »Schliffbord« so wie ich ihn gemeint habe. Eine Unterscheidung zwischen Schliffbord und Trogschulter von seiten Distels hätte mich in Innsbruck gehindert, größere Differenzen zwischen seiner und meiner Auffassung anzunehmen, als wie ich mich freue konstatieren zu können, tatsächlich vorhanden sind.

Diese Differenzen sind aber auch erheblich geringer, als es nach den Ausführungen v. Drygalskis den Anschein haben könnte. Nach deren Schlußsatz wären die Trogtäler nach Distel glaziale Umformungen präglazialer Täler und nicht neue, in der Eiszeit erst geschaffene Eintiefungen oder Übertiefungen in meinem Sinne. Die vorhergehenden Ausführungen v. Drygalskis machen klarer, was er meint. Er bestreitet keineswegs, daß auch ich die alpinen Trogtäler als Umformungen präglazialer Täler ansehe, und erblickt den Unterschied in den Anschauungen von Distel und mir in folgendem: nach Distel sei die Umformung durch Seitenerosion, nach mir durch Tiefenerosion entstanden.

Ein solcher Unterschied existiert zwischen den Anschauungen von Distel und mir nicht. Ausdrücklich sagt Distel (S. 93), daß das Eis als Strom in die Breite und Tiefe erodiert und daß die Umformung des präglazialen Tales in den Taltrog durch Verbreiterung und Vertiefung seitens der eiszeitlichen Gletscher geschehen sei. Aber nicht bloß diese Äußerungen Distels sind hier anzuführen; er hat seine Ansicht auch in schematischen Querschnitten durch glazial umgestaltete Längs- und Quertäler wiedergegeben (S. 97); diese Querschnitte gleichen durchaus den entsprechenden Profilen, die ich in den »Alpen im Eiszeitalter«, S. 306, mitgeteilt habe. Hiernach wird klar, daß eine Differenz in der Auffassung nicht zwischen Distel und mir, sondern zwischen uns beiden und v. Drygalski besteht. Nach v. Drygalski liegt der Boden des Taltrogs in der Höhe des Bodens vom präglazialen Tale, aus dem er hervorgegangen, nach Distel und mir erheblich tiefer. Es trifft für die Tauerntäler der Querschnitt des alpinen Taltrogs nicht zu, welchen v. Drygalski mitteilt. Es schneidet die ideale Fortsetzung der Schulterflächen (F bei v. Drygalski) nicht den Trogboden, wie in Fig. 2 bei v. Drygalski,

sondern es kommt die Verschneidung erheblich höher zu liegen so wie in unserer und v. Drygalskis Fig. 1. Die ausführlichen Tabellen, welche Distel über den Verlauf des alten präglazialen Talbodens mitgeteilt hat, lassen erkennen, daß dieser in der Regel 200—300 m, an einer Stelle, bei Krimml, sogar 400 bis 500 m über dem heutigen Talboden gelegen ist, welchen Höhenunterschied Distel gleich mir als Übertiefung bezeichnet. Mit dieser Übertiefung ging eine Verbreiterung selbstverständlich Hand in Hand. Daß aber nicht die Verbreiterung, sondern die Übertiefung das Wesen der Sache ist, lehrt das Gefälle der Trogtäler, welches von dem der Flußtäler sich nicht nur durch das häufige Einsetzen von Talstufen, sondern auch gelegentlich durch Strecken rückläufigen Gefälles unterscheidet. Liegen doch in einigen Trogtälern tiefe Alpenseen. Man denke nur an den Altausseer See sowie den Toplitz- und Grundlsee im Salzkammergut, an den Königssee bei Berchtesgaden. An diese bekannten Besonderheiten im Profil der alpinen Trogtäler hat v. Drygalski ebensowenig gedacht wie an die ihres Querschnittes, als er die Trogbildung auf Talverbreiterung durch Gletscher zurückführte.

Nach jeder Richtung erstreckt sich die Übereinstimmung zwischen Distel und mir allerdings nicht. Gelegentlich existiert eine Differenz über Beobachtungstatsachen. Distel hat die von mir an der Vereinigung des Wurfachtals mit dem Öd- bach bei der Schneideralm erwähnten mächtigen Schutttablagerungen, die mit Sicherheit als Moränen zu deuten sind, nicht gefunden. Er hat an einer falschen Stelle gesucht, nämlich auf der Höhe der Talstufe (1279 m) zwischen Schneideralm und Hopfbachalm. Sie liegen größtenteils unterhalb dieser Stufe, am rechten Talhang. Die Hauptdifferenzen liegen aber in der Behandlung der Trofrage. Talstufen und Trog passen im Gebiet der Hohen Tauern nach Distel nicht in das System der glazialmorphologischen Forschungen von Brückner und mir. Die Talstufen werden gewissenhaft aufgezählt, und untersucht wird, ob sie mit Gesteinsgrenzen zu tun haben oder die Lage von Konfluenz- oder Diffuenzstufen haben. Beides trifft nicht immer zu. Aber über die Negation kommt Distel hier nicht hinaus. Vielleicht wäre er zu Ergebnissen gelangt, wenn er auf seinem Übersichtskärtchen der Täler der Hohen Tauern die Talstufen eingetragen hätte. In der Regel liegen in den östlichen Tauerntälern zwei bis drei größere Talstufen unter dem Trogschluß, in den westlichen nur deren eine. Allerdings sind die westlichen Tauerntäler einförmiger als die östlichen und entbehren der Verästelungen, aber auch das unverästelte Kapruner Tal hat eine größere Zahl von Stufen als das Krimmler Tal oder die beiden Sulzbachtäler. Die höhere Zahl der Stufen knüpft sich also an die mehr talabwärts gelegenen Seitentäler der Salzach. Harmonie würde herrschen zwischen den talaufwärts und talabwärts gelegenen Stufen, wenn man annehmen könnte, daß unter dem aufgeschütteten Boden des Salzachtals im oberen Pinzgau ein bis zwei Stufen verborgen seien.

Einige Talstufen glaubt Distel schon im präglazialen Talboden nachweisen zu können; so die von Krimml dicht beim obersten Salzachtal, so die große Kampriesenstufe im Ober-sulzbachtal. Aber er teilt nicht mit, wie sich gerade an diesen Stufen der Trogrand verhält: macht er den Fall der Stufe mit oder setzt unterhalb der Stufe ein tieferer Trogrand ein, während

der obere verschwindet? Letzteres habe ich, angeregt durch Aegerters Karte, bei den abgestuften Talschlüssen im Ankogelgebiet beobachtet (Mitt. d. D. u. Österr. Alpenver. 1909, Nr. 22) und auch Distel nimmt es bei den abgestuften Trogschlüssen der Hohen Tauern wahr (S. 91). Bei der auch von Distel empfundenen Dürftigkeit der kartographischen Grundlagen für die Tauerntäler wäre es ein Verdienst gewesen, wenn er seine Darstellungen der Gefällsverhältnisse der Tauerntäler mit der Darstellung des Trograndes ausgestattet hätte.

»Wer die nördlichen Tauernquertäler und die Gründe des Zillertales durchwandert und von Gletschergebieten rückschauend die Talfluchten mustert, wird die Vorstellung als eine unnatürliche abweisen, daß aus den heutigen Firngebieten herauswachsende Eisströme, die die Täler bis zu der Schliffgrenze füllten, den schmalen Trog geschaffen haben.« Damit kennzeichnet Distel (S. 92) seinen Standpunkt in der Trogfrage. Er ist nicht anders als der eines Beobachters, der unterhalb der flachen Quellmulde eines Flusses die Talbildung jäh einsetzen sieht und es unnatürlich findet, daß der aus der flachen Quellmulde kommende Fluß diese Vertiefung bewirkt hat. Wir wissen, daß die Erosion des fließenden Wassers von unten nach oben fortschreitet: warum soll gleiches nicht von der Erosion des fließenden Eises der Gletscher gelten?

Der Trogschluß des Felbertales gab Distel (S. 91) in erster Linie Anlaß, an der glazialen Entstehung der Trogschlüsse nach der von mir gegebenen Erklärung zu zweifeln. Es fehlen dort die nach dem heutigen Trogschluß hin konvergierenden Eisstränge, deren summierte Erosionskraft das plötzliche Einsetzen der Übertiefung erklärlich machen könnte. Durchaus einräumend, daß aus der Betrachtung eines relativ kleinen Gebiets heraus sich schwerlich Hypothesen aufstellen lassen, gibt Distel mit aller Vorsicht »Andeutungen«, die eventuell zu einer Klärung beitragen können. Jeder solcher Versuch muß dankbar begrüßt werden; denn die Entstehung des Taltrogs bietet des Rätselhaften immer noch so viel, daß jede neue Arbeitshypothese willkommen ist.

Der Gedanke, den Trogschluß als Endpunkt rückschreitender Wassererosion zu fassen, bevor die große Vereisung eintrat, hat nach Distel viel für sich. Die Gebiete oberhalb der jetzigen Trogschlüsse unterlagen, nachdem sie in entsprechendes Niveau gehoben waren, nach ihm niemals längerer Einwirkung des rinnenden Wassers, sondern waren schon vor Eintritt der großen Vereisung lange Zeit hindurch verfirnt. Am Rande dieser Firnfelder, welche den Untergrund flächenhaft scheuerten und ihn vor Tiefenerosion schützten, sollte die Wirkung des rinnenden Wassers einsetzen und Talrinnen schaffen, welche der nachfolgende eiszeitliche Gletscher zum flachen Troge ausgestaltete. Diese Erwägungen Distels haben viele Berührungspunkte mit denen von Lautensach in seiner Arbeit über die Übertiefung des Tessingebiets (G. Abhandl. I, N. F.). Aber bei seinen Erwägungen entgeht Distel etwas, was Lautensach richtig bemerkt hat, nämlich daß der präglaziale Talboden nichts von einem präglazialen Gefällsbruch gerade am Trogschluß erkennen läßt. Der präglaziale Talboden verläuft ganz allmählich in die verhältnismäßig sanft ansteigenden Gebiete über dem Trogschluß, nämlich die Trogplatten Lautensachs, welche nach Distel die präglazialen Firnfelder geborgen haben sollen. Die Trogplatten

verlaufen allmählich in die Trogschultern. Wenn über ihnen präglaziale Firnfelder gelegen haben sollen, so müßten sie auch auf den Trogschultern sich befunden haben. Diese aber senken sich talabwärts und halten sich nicht an das Niveau der Firngrenze. Der Taltrog der Alpen ist jünger als der präglaziale Talboden; er ist auf seiner ganzen Erstreckung darin eingeschnitten und letzterer greift über ihn talaufwärts und talabwärts heraus. Diese auch aus den Beobachtungen Distels sich klar ergebende und von ihm in seiner Darstellung der Übertiefung stillschweigend eingeräumte Tatsache macht seinen Erklärungsversuch hinfällig. Lautensach hat S. 122—35 den Tatbestand klarer überblickt und vorsichtiger die Schlußfolgerungen gezogen. Gleichfalls von dem Gedanken ausgehend, daß der alpine Trog einem schärferen fluviatilen Einschnitt folge und daß namentlich die Lage des Trogschlusses durch das Einsetzen fluviatiler Erosion bestimmt werde, verlegt er letztere in spätere Zeit als die Präglazialzeit. Er setzt auseinander, wie an den Trog, den eine ältere Vergletscherung bildete, sich in der nachfolgenden gletscherfreien Zeit eine Talrinne knüpfte, die durch das Eis einer jüngeren Vergletscherung zu einem Troge ausgeschliffen wurde. Hiernach ist jedes obere eigens abgeschlossene Trogstück an das untere erst nachträglich angestückelt worden. Das entspricht dem Eindruck, den ich in der Ankogelgruppe erhielt.

Der innere Widerspruch zwischen den Beobachtungen, die Distel in der Trogfrage beibringt, und den Schlußfolgerungen, zu denen er gelangt, beeinträchtigt den Wert der ersteren nicht.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint Distels wiederholter Hinweis auf Schliffkehlen innerhalb der Tröge, so beispielsweise im Kapruner Tale bei der Orgler Hütte (S. 50) und in der Nähe heutiger Gletscher (S. 92). Derartige Erscheinungen sind mir namentlich im Montblancgebiet aufgefallen, wo sich neben den großen Gletschern in den tiefen Trögen vielfach deutliche Schliffkehlen entlangziehen. Eine solche begleitet das Mer de glace insbesondere an der rechten Flanke. Man sieht sie deutlich auf der Abbildung, welche Lucerna (Z. f. Gletscherk. V, 1910/11, S. 367) gegeben hat. Allerdings verkennt Lucerna ihr Wesen, indem er sie als Überrest eines Gschnitztrogs bezeichnet, dem ein tieferer Dauntrog eingeschnitten sei. Nach meinem Dafürhalten liegt hier lediglich die Schliffkehle des Daunstadiums im Troge vor, und ich kann mich den Folgerungen auf die Jugendlichkeit der Taleinschnitte in den Alpen, welche Lucerna zieht, nicht anschließen.

Führen sich also recht weitgehende Meinungsverschiedenheiten über den alpinen Trog zum guten Teile darauf zurück, daß von mancher Seite zu leicht jede einspringende Kante am Talgehänge als Trogüberrest gedeutet worden und zu wenig die Existenz der Schliffkehle in Rechnung gezogen worden ist, so geben die Arbeiten von Distel und Lautensach den erfreulichen Beweis, daß man bei Interpretation hochalpiner Formen bei aller Verschiedenheit des Standpunktes recht befriedigende Übereinstimmung erzielen kann. Wenn Lautensach dabei zu zwingenderen Schlüssen kommen konnte als Distel, so liegt dies namentlich daran, daß Lautensach ein ganzes Talsystem mit ziemlich einheitlichem Gestein untersuchte, während Distel es nur mit Gliedern eines Talsystems zu tun hat, auf dessen Hauptstamm er nur selten herausgeht.