

Geomorphologische Forschungen in den Alpen zwischen Ötztal und St. Gotthard.

Von **Gustav Götzing**er.

Eine der bedeutendsten und anregendsten Veröffentlichungen der letzten Zeit über die Grundfragen der alpinen Geomorphologie liegt in dem zweibändigen Werke von Joh. Sölch vor.¹ Die Bedeutung des Werkes besteht nicht allein in der morphologischen Bearbeitung des großen Alpenraumes zwischen Ötztal und St. Gotthard auf Grund langjähriger Beobachtungen, vielmehr in der durchaus äußerst kritisch sich haltenden Analyse des gesamten Formenkomplexes dieses Gebietes, woraus allgemeine prinzipielle Gesichtspunkte, selbständige Erklärungen, aber auch neue Problemstellungen und Fragen abgeleitet werden. Daß aus diesem Buche wichtige Anregungen für die künftige Forschung sowohl in den einzelnen Landschaftsbezirken wie im allgemeinen für die Hochgebirgsmorphologie geschöpft werden, liegt auf der Hand. Sölchs Eigenart ist es zudem, beim Überblick über die Gesamtheit der Formengestaltung auch den Kleinformen besondere Beachtung zu schenken und jeweils die Formen als solche, dann diese in ihrer genetischen Entwicklung und die Formen in ihrer Umbildung, den reichen Beobachtungsschatz verarbeitend, darzulegen. Dabei werden manche neue Termini der Formenelemente geprägt, die sich als recht brauchbar für die Systematik der Formengestaltung erweisen werden. Zahlreiche treffende Strichzeichnungen und gute Photographien erläutern die einzelnen Formenelemente.

Wie aus dem Gesamttitel hervorgeht, wird geprüft, was Fluß- und Eiswerk der Formen und was komplexer Entstehung ist. Selbstverständlich muß jede solche Erörterung an die großen Feststellungen anknüpfen, welche am meisten aus der gesamten geomorphologischen Literatur maßgebend sind: an die Ergebnisse von Penck und Brückner, die in den „Alpen im Eiszeitalter“ Zusammenfassung erfahren haben. Sölchs Forschungen bringen manche Modifikationen in den früher geäußerten Ansichten und manche neue Erklärungen, vor allem über den Fragenkomplex um die Talstufenbildung und Gehängeformung.

Das erforschte Gebiet ist groß: es umfaßt im 1. Band im Innggebiet das Tiroler Oberinntal und Engadin, im Rheinsystem das Nord-, Vorder- und Hinter-Rheingebiet sowie das Rheingebiet nördlich der Albulafurche; im 2. Band das Tessin- und Addagebiet mit dem südlichen Alpenvorland. Jahrelange Begehungen waren notwendig, um auch unter Beurteilung der großen, mit 154 Nummern verzeichneten Literatur die Gesamtheit der Formen zu erfassen. Selbst aus sonst morphologisch gut untersuchten Räumen wurden neue Erkenntnisse gewonnen.

Die heutige Tallandschaft der Alpen ist durch das präglaziale Flußwerk vorgezeichnet, das nur durch die Gletscher der Eiszeit glazial überarbeitet worden ist. Sölch erörtert die Talentwicklung im Pliozän und stellt zunächst, in teilweiser Übereinstimmung mit anderen Forschern, ältere Flächensysteme (alte Talböden, alte flache Abtragungshänge u. dgl.) fest, die Verkrümmungen und

¹ Joh. Sölch, Fluß- und Eiswerk in den Alpen zwischen Ötztal und St. Gotthard. Petermanns Mitteil., Erg.-Heft Nr. 219 und 220, I. Teil mit 51, II. Teil mit 25 Abbildungen. Justus Perthes, Gotha 1936. — Einige Ergebnisse daraus, besonders über die Talstufen, bringt auch kurz der Vortrag von J. Sölch, Neue Gesichtspunkte zur Glazialmorphologie. Verhandl. der III. Internat. Quartärkonferenz, Wien 1936 (erschienen 1938), S. 64—69.

Einkrümmungen durch tektonische Kräfte erfahren haben. Das Eiszeitalter war dann durch die quartären isostatischen, den Vergletscherungen und Interglazialzeiten entsprechenden Bewegungen charakterisiert. Referent kann vollends bestätigen, daß im langen Mindel-Riß-Interglazial die Tiefenerosion der Täler schon bis zum heutigen Talboden herunterging und diese Furchen durch Aufschüttung „eingedeckt“ wurden.

Bei der Ineinanderschachtelung verschieden alter Talterrassensysteme unter verschieden alte Flächensysteme — Sölich spricht treffend von verschiedenen Talgeschlechtern — wird dem Aufwärtswandern der Gefällssteilen des jeweils jüngeren Talsystems mit Recht große Bedeutung für die Stufung der Täler zugesprochen. Vom Unterlauf aus wandert die Kerbe des jüngeren Tales zum Kerbenscheitel aufwärts (ebenso wie auch die breiten Talböden des Unterlaufes allmählich aufwärts im Tale wachsen). Sehr treffend ist der Ausdruck vom Wandern der bei der Tiefennagung des Tales beginnenden Welle, die sich bis ins Gebirgsinnere fortpflanzt. Wie weit die Gefällssteile, die vom jüngeren Talsystem aus infolge Hebungen ausgeht, aufwärts reicht, erscheint im allgemeinen als eine Funktion der Länge der Hebung; gewisse Stufen können dabei natürlich an harten Gesteinen festgehalten, „verheftet“ werden. Es ist zu beachten, daß Gefällsstufen entlang des Hauptflusses rascher aufwärtswandern als bei den Nebenflüssen; das kann also die Stufung der Nebentäler in das Haupttal erzeugen, die dann nicht durch glaziale Konfluenz erklärt zu werden braucht. Hängetäler der Seitentäler gegenüber dem Haupttale können auch bei rascher Hebung entstehen, indem die schwachen Seitentälchen mit der Tiefenerosion nicht nachkommen.

Außer solchen präglazialen Talstufen infolge des Aufwärtswanderns der Gefällssteilen gibt es natürlich noch Talstufen anderer Entstehung. So können Bergstürze, seitliche Schuttkegel oder Moränenbildungen durch übergroße Anhäufung von Schutt lokale Störungen der weiteren Entwicklung der Gefällskurve verursachen, indem die Tiefenerosion länger aufgehalten wird. Oder es können infolge mächtiger Aufschüttungen durch Moränen oder Schuttkegel über Talstufen diese erhalten werden, wenn die neue Talrinne epigenetisch angelegt wird. Dann gibt es natürlich auch Härtestufen, geknüpft an harte Gesteine, was namentlich bei schwächeren Talgerinnen der Fall ist.

So sind mannigfache Stufen im rein fluviatilen Talnetz denkbar, die schon vor dem Eiszeitalter angelegt worden sein mögen. Stufen müssen also nicht immer glazialer Entstehung sein (Konfluenzstufen), sie sind vielmehr vorwiegend fluviatil und vielfach präglazialen Alters. Jedenfalls waren die Talkurven vor der Eiszeit in den Alpen noch nicht ganz, in den innersten Talwinkeln überhaupt schon gar nicht ausgeglichen und die allgemeine Reife der Täler und entsprechend auch der Gebirgsformen zu Mittelgebirgsformen kann noch nicht eingetreten gewesen sein, worin Sölich auch mit O. Ampferer² Auffassungen vollends übereinstimmt.

Durch die Eiszeiten wurden bereits bestehende Gefällssteilen oder Talstufen (gleichgültig welcher Entstehung) bloß überformt, während in den Interglazialzeiten eine fluviatile Kerbung der Stufen stattfand. Die Überformung der Talstufen geschieht im allgemeinen dadurch, daß die Gefällssteile oder Stufe infolge der Ausschürfung und Verbreiterung des darunterliegenden Beckens bei wirksamer Seitenerosion des Gletschers an dem Stufenfuß nicht nur wesentlich ver-

² Jüngst von O. Ampferer: Über das Quartär innerhalb der Alpen. Verhandl. der III. Internat. Quartärkonferenz, Wien 1936 (erschienen 1938), S. 57—63.

steilert, sondern auch im allgemeinen an der Stelle ihres Bestehens festgehalten, „verheftet“ wird.

Auch bei der typisch glazialen Form des Trog es wird die fluviatile Verkerbung, in Übereinstimmung mit anderen Forschern, besonders betont. Der Tro g ist nicht das Werk glazialer Erosion allein; er wird nicht so sehr übertiefenden als unterschneidenden Wirkungen, dem Unterschleiß, zugeschrieben. Dieser arbeitet sowohl im gletscherbedeckten Teil wie am Gletscherrand, bzw. an der „Schwarz-Weiß-Grenze“ (A m p f e r e r). Am Gletscherrand entstehen infolge Unterschleißs Wandformen. Wächst die Vergletscherung, werden immer höher am früheren Gehänge Wandstufen infolge Unterschleiß erzeugt, andererseits erfolgt auch an dem unter Eis liegenden Troggehänge Trogverbreiterung.

Die ineinandergeschachtelten Tröge sind nicht das Erzeugnis verschiedener Eiszeiten oder gar Stadien; die Ineinanderschachtelung ist keine im ganzen Tallauf durchgehende Erscheinung, vielmehr liegen bloß lokale Unterschneidungen infolge seitlicher Eiserosion vor. Mit Recht wird ausgeführt, daß die Rekonstruktion ineinandergeschachtelter Tröge unsicher ist, indem sie oft nur auf Grund einzelner Wandstufen oder scheinbarer Gehängeterassen vorgenommen wurde.

Tiefe Trogtäler sind im allgemeinen an die oberen Teile der Täler geknüpft, weil die Vergletscherung hier die tiefst erodierten fluviatilen Kerbtäler vorfand. Für die gute Erhaltung solcher tiefer Tröge ist freilich auch das harte Gestein, wie Granitgneis und Kalk, maßgebend. — Die Trogschulter, die flachere Böschung oberhalb des U-förmigen Troges, ist präglazial angelegt, als Rest eines alten Talbodens oder Rest des alten, sanfter geneigten Talhanges aufzufassen, in welche erst die fluviatile Kerbe vor der Vergletscherung eingeschnitten worden ist.

Auch über die Riegel der Täler und die mit ihnen häufig in Verbindung stehenden Inselberge der Täler bringt S ö l c h beachtenswerte Gesichtspunkte. Wenn auch über die Erklärung gewisser zwischen echtglazialen Becken oder Wann en gelegener Riegelbildungen (die talabwärts als Stufen entgegentreten) als Gletscherwirkung kein Zweifel besteht, werden manche Riegel durch fluviatile Erosion erklärt, so die Härteriegel, die auch in unvergletscherten Tälern vorkommen, und die Riegel als Reste alter Talsporne. Inselberge wurden aus Riegeln durch Wassererosion an den beiden Talflanken geschaffen; subglaziale Anlage der Gewässer spielt dabei eine wichtige Rolle.

Bei den K a r e n ferner, deren glazialerosive Entstehung ja unbestritten ist, erscheint die Glazialform meist an die fluviatile Vorform gebunden. Namentlich sind es die Quellmulden und Quelltrichter, welche bei der folgenden Vergletscherung zunächst zu flachen Karen umgebildet werden. Da in den Alpen sowohl regional, alten hochgelegenen Flachreliefs entsprechend, wie auch im Bereiche weicherer Gesteinszonen (z. B. Grauwackenzone, kristalline Schiefer) präglaziale Quellmulden und Quelltrichter sehr häufig waren, konnte die Vergletscherung in ihren Wurzelgebieten leicht mit dem Schurf an solchen bereits bestehenden Gehängemulden ansetzen und allmählich Wann en und Becken schaffen. Die großen Verschiedenheiten der Kare, worüber schon E. R i c h t e r so umfassende Beobachtungen angestellt hatte, so die seichten, steilen Gehängekare einerseits, die tiefen und geräumigen Kesselkare andererseits, und die Niveauunbeständigkeit der Kare wird mit Recht hervorgehoben und auf die hierbei wirksamen Kräfte und Vorbedingungen hingewiesen. Von Bedeutung bleibt immer der Bergschlund (die Randkluff) gegen den bewegten Firm im Sinne der Erklärungen A. P e n c k s. Aber wichtig ist auch der Hinweis darauf, daß bei steil herabfließenden, seichten Gletschern deren tiefe, bis zum Untergrund reichende Spalten die starke mecha-

nische Verwitterung an der Sohle ermöglichen. Durch die Wegräumung des Schuttes und die Abschleifung der Felssohle wird die Ausbildung der Karwanne gefördert.

Zur typischen Form des geräumigen Kares gehört auch der Karriegel. Wenn er auch dem geringeren Gletscherschurf an dieser Stelle seine Entstehung dankt, kann seine Anlage häufig durch die Felssporne am Zusammenlaufen der Gewässer eines präglazialen Wildbachtrichters vorgezeichnet sein. Selbst bei den Kesselkaren ist die Wannenform mehr auf Rechnung der Wirkung des seitlichen Schliffes und der Muldenverbreiterung als auf die kolkende, in die Tiefe arbeitende Wirkung zu setzen.

In dem Widerstreit der die Alpenformen gestaltenden Kräfte (Wasser, Eis, Massenbewegungen, mechanische Verwitterung usw.), wobei ein übermäßiger Gletscherschurf zu leugnen ist, wird die Bedeutung des Schuttes der Gehänge und Täler als Hemmnis weiterer Abtragung ganz besonders von Sölch unterstrichen. Durch die Verwitterung der Trog- und Karwände erfährt die Fußregion einen Schutz gegen die Abtragung und die mechanische Verwitterung, Abbröckelung, Abtrag usw. können um so mehr oberhalb der Schutthalden wirksam sein. So ist auch die Grenze zwischen Firn und Fels, die „Schwarz-Weiß-Grenze“, die Zone stärkster mechanischer Verwitterung. Nicht minder konservierend auf die Untergrundfelsflächen wirken in den Tälern große Schuttkegeleinbaue. Neu wird abgeleitet, daß bei stetig wachsendem Schuttkegel in Begleitung mit der Lateralerosion des Gebirgsgewässers flächenhaft geneigte Abebnungen des Felssockels erzeugt werden, welche nach Abtragung als „Schrägsimse“ in Erscheinung treten. Natürlich sind nicht alle schrägen Simse in der Weise zu deuten. Es wird von Interesse sein, weitere Beobachtungen darüber zu sammeln, daß Schrägsimse, über tieferen Schuttkegeln durchziehend, aus der Zeit älterer Schuttkegel stammen. Sölch erwähnt Schrägsimse, welche in den Tälern in eisfreien Zeiten mit solchen alten Schuttkegelbildungen entstanden und durch die folgende Vergletscherung des Schuttes beraubt und daher wieder aufgedeckt worden sind.

Das große Ergebnis dieser langjährigen Beobachtungen und Forschungen ist der Nachweis, daß die Hauptformung der Alpen vornehmlich verschiedenerlei Wasser-, bzw. Flußwirkungen zuzuschreiben ist, während der Eisschurf in der Größe seiner Arbeit wesentlich eingeschränkt wird. Damit trägt dieses Ergebnis viel zum klareren und natürlicheren Verständnis der Formung der Alpen bei und dem überwiegenden oder wesentlichen Anteil der glazialen Erosion an der Formung wird der Boden entzogen. Daß die Verwitterung über dem Eise, die Formung durch Abbruch u. dgl. gegenüber der rein glazialen Erosion mehr Beachtung verdient, als es bisher vielfach geschehen ist, möchten wir gerne unterschreiben. Es wird sich künftig empfehlen, die Formen reiner glazialer Erosion (Karboden, Wannen, Rundhöckerlandschaft) gegenüber den verwitterten Formen ehemals glazialen Formenschatzes zu unterscheiden.

Mit voller Bescheidenheit erklärt der Verfasser, daß seine umfassenden Darlegungen nur Anregungen zu weiteren Forschungen bringen wollen und daß eine Verallgemeinerung nach den neu gegebenen Gesichtspunkten nicht platzgreifen soll. Vielmehr ist jede Form aus der Gesamtheit ihrer Formengeschichte heraus erst zu verstehen. Hebungen, Senkungen, Eisüberdeckung, eisfreie Lagen wechselten ja so vielfach mit verschieden belebter Flußerosion bei der Formung der Hochalpen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die richtige und relative Beurteilung aller zur Formung herangezogenen Kräfte viel persönliche Erfahrung und ein reich beobachtendes Können erfordert, wie es dem Verfasser des Werkes eigen ist.