

Beiträge zur Orographie der Hohen Tauern.

Von Norbert Krebs.

Ein altmodischer Titel, aber nicht unabsichtlich gewählt, weil über der Fülle der morphogenetischen Studien der letzten Jahrzehnte der Blick auf die gegenwärtigen Formen des Hochgebirges zweifellos etwas vernachlässigt wurde. Natürlich soll mit dem Wort „Orographie“ nicht der reinen Bergbeschreibung etwa um 1870 das Wort geredet sein. Ein den Ursachen und der Entwicklung der Formen gewidmetes Denken wird niemals mehr vernachlässigt werden dürfen. Aber nicht die Entwicklung der Formen steht im Vordergrund meiner Betrachtung, sondern diese Formen selbst sollen untereinander verglichen werden, wodurch die Umwandlung, die sie erfahren haben, wieder in ein neues Licht gerückt werden kann. Auf diese Aufgaben einer modernen Orographie habe ich schon in der Wagner-Gedächtnisschrift¹ hingewiesen.

Eigene, noch bis in die letzten Jahre fortgesetzte Beobachtungen auf der salzburgischen und der Kärntner Seite der Hohen Tauern haben mich instand gesetzt, die zahlreichen und zum Teil sehr guten Arbeiten der letzten Jahrzehnte kritisch zu verarbeiten, und die ausgezeichneten vom Deutschen Alpenverein herausgegebenen Karten haben mich dabei wesentlich unterstützt. Hat schon seinerzeit die Aegertersche Karte der Ankogel-Hochalmspitz-Gruppe (1:50.000) die Forschung mächtig angeregt², so ist ungleich mehr noch den neuen Karten der Glocknergruppe und des Sonnblickgebietes³ zu entnehmen. Dazu treten noch einige Blätter der neuen österreichischen topographischen Karte 1:25.000 und 1:50.000. Sie haben mir viele Fragen abgenommen an Stellen, wohin ich selbst wegen des vorgerückten Alters nicht mehr zu gelangen vermochte. Aus dem unerschöpflichen Formenreichtum greife ich aber nur wenige Erscheinungen beschreibend und messend heraus.

Erosions- und Denudationshänge.

Das normale Hangprofil im heute oder zur Eiszeit vergletscherten Hochgebirge ist ein doppelt geschwungenes. Über einem mehr oder minder steilen Trogabfall, der von kleinen Wasserrissen zerfurcht, von Wasserfällen durchsetzt und an manchen Stellen glatt geschliffen ist, erhebt sich die Trogplatte als minder steil geneigte Rundhöckerlandschaft, an die sich meist die Kare und Karplatten in mehreren Treppen übereinander anschließen. Über sie erheben sich dann mit einem neuen Steilanstieg die Sägegrate und Gipfel. Das Profil ist unten konvex, oben konkav, in der Mitte gestuft. Die Kämme liegen so weit zurück, daß nur selten von der Sohle des Taltrogges der Blick auf einen Felsast oder eine Torsäule freigegeben ist. Nur im Hintergrund des Tales pflegt man bis zu den Gipfeln zu sehen, wenn man nicht allzu dicht unter dem Trogschluß

¹ Peterm. Mitt., Ergänzungsbd. 209, Gotha 1930.

² N. Creutzburg, Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet, Ostalp. Formenstudien, II/1, Berlin 1921. — A. Penck, Aegerters Karte . . ., Mitt. Alp. Ver. 1909. — E. Stummer, Talstudien im Gebiete des Ankogels und der Hochalmspitze, D. Rundsch. f. Geogr., 33. Jg.

³ Karte der Glocknergruppe, D. u. Öst. Alp. Ver. 1928, 1:25.000, auch geologisch bearbeitet von Cornelius und Claar. Erläuterungen, Wien 1935. Sonnblickkarte des Deutschen Alpenvereins 1941, 1:25.000.

steht. Wo die Grate unmittelbar an die Täler herantreten, sind sie so steil, daß sie durch viele Wildbachrinnen und Lawinengassen gefurcht sind.

Um so auffallender sind glatte und nicht allzu steile Hänge, die von der Talsohle bis zum Kamm hinauf mit ungefähr gleichem Böschungswinkel reichen. Wenn man von Hofgastein nach Süden schaut, kann man östlich der Gasteiner Ache viermal solche Pultflächen hintereinander sehen, die von keinem größeren Wasserriß gegliedert werden und in die auch keine Kare eingesenkt sind. Zuvorderst erhebt sich über der Stufe von Badgastein der Hütten- und Graukogel, 1200—1400 m über Tal (A)¹; dann folgt, durchs Hängetal des Balfnerbaches davon getrennt, der Hang der Stuhllärchen⁴ und des Stuhlwaldes unter dem Päschtstuhl, rel. 1230 m hoch (B), nur nach S hin abgebrochen durch die hoch hinaufreichenden Trogwände des Anlauftales; dann wiederholen sich noch zweimal nicht ganz so glatte Hänge über dem Höhkar, das eine Mal am Westabhang des Roßkarkogels (C) (2532 m), das andere Mal am Gr. Woiskenkogel (2708 m) im Hauptkamm der Hohen Tauern (D). An allen vier Stellen berühren sich die glatten Hänge mit weit schrofferen und unruhigen Abfällen am Rand der Kare und Tröge, deren Hinterwände weit zurückgreifen. So wird der Päschtstuhl von den Rückwänden des großen Balfnerkars angefressen, das auch noch die Südhänge des Graukogels unterschneidet, und auch in den anderen Beispielen treten die flachen und grasigen Westhänge in Gegensatz zu den felsigen Ostabfällen, an denen eine kräftige Wandverwitterung arbeitet. Die sanften Hänge sind gebunden an das Schichtfallen, ohne doch mit diesem übereinzustimmen. Der Böschungswinkel beträgt auf der Pultfläche des Graukogels nicht ganz 25°, davon aber in den oberen 400 m 31½°, unten 22½°. Am Päschtstuhl erreicht die Neigung im ganzen 29¾°, zuoberst wiederum 31½°; der fast 300 m hohe Abfall des Gr. Woiskenkogels hat auch fast 30°. Zerlegt man die Hänge des Graukogels und Päschtstuhls in drei Abschnitte, so trifft man oben 31½°, zwischen 2000 und 1700 m eine geringere Böschung, unten unter dem Einfluß der Trogbildung wieder 26—33°. Am Päschtstuhl bezieht sich der letztere Wert auf einen älteren Trogrand über 1320 m, dem dann noch ein tieferer folgt. Auch hier zeigen sich also schwache Ansätze zu einer unten konvexen, oben konkaven Böschung. Diese letztere sieht man im Entstehen an seichten Mulden, die der Durchtränkung des Bodens zur Zeit der Schneeschmelze und den sich daraus ergebenden Rutschbewegungen ihre Bildung verdanken. Beim Fehlen von Wasserrissen kommen nur flächenhafte Bewegungen für die Hangbildung in Betracht. Auch die Lawinen, gegen die bis hoch hinauf zum Schutz der Tauernbahn Verbauungen notwendig waren, sind kaum auf bestimmte Bahnen beschränkt, sondern gefährden den Hang in seiner ganzen Breite. Nur stellenweise sind durch die Abtragung Schichtplatten freigelegt, in der Hauptsache schneidet der Hang die Schichten unter einem spitzen, am Trogrand sogar unter einem recht beträchtlichen Winkel. Unter dem Roßkarkopf erfährt die Pultfläche auch eine reichere Gliederung dadurch, daß der Hang sanfter geneigt ist, als die Schichten einfallen. Vor jeder neuen Schicht liegt eine kleine Wanne und eine bergwärts schauende Stufe. In solchen hangparallelen Mulden haben sich sogar kleine Tümpel erhalten. Hier ist die denudative Einebnung also noch nicht bis zur Hangglättung gediehen.

Ist das Schichtfallen in den erwähnten Beispielen mit der Hangneigung konform, so findet man auf der anderen Seite des Bocksteinertals solche glatte Hänge auch bei anders gearteter Lagerung. Am flacher gewölbten Stubnerkogel

¹ Die Karte schreibt irrtümlicherweise „Stuhllärchen“.

treten noch einzelne Marmorbänder als Rippen heraus, die Steilhänge des Zitterauer Tisches (E) aber sind nur durch seichte Steinschlagrinnen gegliedert, die sich gegen unten hin im Erlengebüsch verlieren. Nur wenige Denudationsstufen, wie sie sich bei der Abtragung wohl immer wieder von neuem bilden, und eine Nivationsmulde bringen geringe Unebenmäßigkeiten in den Hang, der mit 35° Neigung zum unteren Naßfeld abfällt. Die ziselierten Wände oben haben eine Böschung von fast 42° , dann folgt bis 1400 m eine Böschung von $\pm 30^\circ$ und von da bis zur Trogsohle in 1200 m Höhe in der Trogwand wieder eine Böschung von $46\frac{1}{2}^\circ$. Erst im unteren Teil des sanfter geneigten Hangstückes treten kleine Wasserrinnen auf, die zu Wasserfällen an der Trogwand führen. Im Norden und im Süden des Zitterauer Tisches liegen das Hirschkar und das Roßkar, die aus alten Quelltrichtern hervorgegangen sind. Die unteren Hänge sind aber auch hier nur wenig gegliedert. Es liegt auf der Hand, daß so steile und glatte Hänge eine große Lawinengefahr sind. Lawinenschnee liegt im Naßfeld oft noch im Juli. Die Lawinen tragen aber auch zur Glättung des Hanges wesentlich bei.

Wenn auch die Denudationshänge über dem Trogrand am besten ausgebildet sind, setzen sie diesen doch voraus. Sie sind keine Erben eines alten Flachreliefs, aber es fehlen ihnen Wasserrisse, an denen auch die glaziale Erosion hätte angreifen können, und es fehlen die Gipfelwände, die sonst die sanfteren Hänge überragen. Damit entfällt auch die an Klüften ansetzende beschleunigte Rückverwitterung und die linear gesteigerte Schuttführung. Auch die Schuttführung ist flächenhaft über den Hang verteilt, und die ihr zur Verfügung stehende Fläche wird nicht wie in einem Kar oder Sammeltrichter nach unten hin kleiner, sondern mit der Ausdehnung der Fläche größer. Ein an sich schwer angreifbares Gestein, wie es in unserem Fall der Zentralgneis und der Kalkglimmerschiefer mit seinen Marmorbänken ist, unterbindet wohl auch das Zurückgreifen tieferer Erosionsfurchen. Die Denudation aber liefert im Endstadium Hänge, die ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Aufbereitung (Felsverwitterung) und der Abtragung voraussetzen.

Besonders auffallend und schon von Klimpt^{4a} als „Dreiecksflächen“ beschrieben sind die sanften, fast wasserlosen Hänge des Tauernberges bei Heiligenblut (F), des Mönchsberges und Mittlerer Berges oberhalb Apriach an der östlichen Talseite des oberen Mölltales (G) sowie in dessen Seitentälern, auf der Großen Fleißalm (H) und auf den Eckalmen im Zirknitztal (I). Alle diese Flächen reichen mit geringen Neigungsänderungen vom Tal bis zu den Gipfeln hinauf. Sie liegen auch hier in WSW fallenden Kalkglimmerschiefern, die aber selbst petrographisch nicht einheitlich sind. Das geologische Profil bei Winkler⁵, das vom Roten Mann (3088 m) über den Sandkopf (3084 m) zum Mönchsberg verläuft, und jenes der Stanziwurdi bei Granigg⁶ zeigen, daß die Schichten etwas steiler fallen als der Hang, nach unten hin also immer jüngere Schichten den Hang bilden. Die Übereinanderlagerung von schiefrigen Kalken, Kalkschiefern und dunklen Schiefern mit Quarziten bedingt kleine Stufungen und, wie auch Kieslinger⁷ betont, ausgedehnte Rutschungen unter annähernder Wahrung des Schichtverbandes. Sie allein können aber unmöglich die Ungleichseitigkeit

^{4a} H. Klimpt, Morphogenese der Sonnblickgruppe, Geogr. Jahresber., Bd. 21 u. 22, Wien 1943, S. 33.

⁵ Jb. d. Geol. Bundesanstalt, Wien 1926, Taf. VII.

⁶ ebenda 1906, S. 387.

⁷ Aufnahmsberichte Vhdl. Geol. Bundesanstalt, 1936 u. 1937.

der Talflanken geschaffen haben, wie dieser Verfasser glaubt. Die Böschungswinkel sind überall annähernd gleich und betragen 22—24°. Auch in den oberen 300 m ist der Hang nicht steiler; er erreicht am Sandkopf 18½°, auf der Gjaidhöhe 20½°, am Schateck ebensoviel, auf der Stanziwurdi 20°. So groß ist auch der Abfall des Sandfeldkopfes (2919 m) gegen die Bogenitzenscharte, etwas größer der des Rotwandecks gegen das Schobertörl. In der großen Ausdehnung dieser zwischen den Taltrögen gelegenen „Dreiecksflächen“ und ihrer Freiheit von Felsstufen und Talkerben beruht nicht zum geringsten die Bedeutung der Almwirtschaft im oberen Möllgebiet; sie sind auch nicht auf den Kalkglimmerschiefer allein beschränkt, wenn auch auf ihm am besten ausgebildet. Je weiter gegen Osten, um so mehr beteiligen sich auch Lagen des Zentralgneises daran.

Auf der Nordseite der Tauern liegen sie wiederum in der Schieferhülle am Osthang des Rauriser Hüttwinkeltales oberhalb des Bodenhauses, wo ebenfalls flache Abrutschungsnischen den Hang gliedern (K). Der im Marmor gelegene und stark verkarstete Nordabhang des Silberpfennigs (2600 m), dem ebenfalls jede Rückwand fehlt, ist über 1700 m Höhe auch unter 22° gebösch. Er zeigt die gleiche Entwicklung, ist aber durch viele Denudationsstufen und daran ansetzende Rundbuckel reicher gegliedert.

Daß an den Außenhängen der Gebirgsgruppen gegen das Salzach-, Möll- und Drautal Denudationshänge einen großen Raum einnehmen, ist beim Übergang in Mittelgebirgsformen verständlich. Wichtiger ist für mich, daß man sie, wenn auch lokal beschränkt, in den zentralsten Teilen des Hochgebirges antrifft, wo sie selbst an so steilen Hängen wie dem Südabfall des Steinernen Meeres über Saalfelden zu beobachten sind. Aus unserem Gebiet nenne ich den Abfall der Pifkarschneid gegen Ferleiten, über den die Glocknerstraße beim Hochmais führt (oberhalb der Trogschulter 27° 30') (L), die Freiwand oberhalb der Franz-Josefs-Höhe an der Pasterze (35°) und den Abfall des Schwertkopfs im Glocknerkamm gegen das Leitertal (31—34°), in dessen glatte Wände tiefe Kare eingreifen. Das sind Böschungswinkel, auf denen sich der Schutt nicht mehr zu halten vermag. Wir werden im nächsten Abschnitt noch weitere Beispiele für solche glatte Flächen finden, die ich ebenfalls für Endformen einer flächenhaften Abtragung halte, an der Firnwirkung, Lawinenschnee und Solifluktionerscheinungen beteiligt sind. Sie bilden sich einmal auf Schichtflächen über einem ziemlich widerstandsfähigen Gestein aus, das die Zerfurchung hemmt, dann auf den der Frostverwitterung weniger ausgesetzten Südhängen, die darum hoch hinauf begrünt sind, während die Schattseiten schroff zu Karen abfallen, und sie entwickeln sich wohl zunächst in den mittleren minder steilen Partien zwischen Trog und Gipfelwand, wachsen aber mit der Aufzehrung der Grate allmählich so hoch hinauf, daß sie diese selbst erreichen. Währenddessen mag von der Schattseite oder vom Kar aus die Rückverwitterung so rasch vorschreiten, daß die Gratlinie verlegt und auch der glatte Hang in seinen obersten Teilen angegriffen wird. Dann ist das Pult fertig. Sobald von oben kein Wandschutt mehr geliefert wird, hört auch die Akkumulation in den unteren Partien des Hanges auf. Aber ein volles Gleichgewicht wird erst erzielt, wenn das durch die Frostverwitterung gelieferte Material weggeführt werden kann. Hier fällt den Lawinen wahrscheinlich ein großer Teil der Arbeit zu, aber auch dem Wind. Nach unten hin wird wohl auch eine Abrundung und Rückverlegung der Trogwand erfolgen; aber nur wenn diese nicht wesentlich zertalt ist, bleibt der Hang darüber vor einer Zerfurchung geschützt. Sanftgeneigte Trogränder im Bereich des Schichtfallens scheinen der

Einböschung schon weitgehend unterlegen zu sein. Größere Gesteinsunterschiede erschweren die Ausbildung glatter Hänge; kleinere Denudationsstufen können herauspräpariert, aber auch wieder eingeböschet werden. Kleinere Wildbachrinnen und Lawinengassen werden durch periglaziale Bewegungen und durch ihren eigenen Schutt leicht wieder zugeschoben, zumal der Schutt die Wasseradern verteilt und auf diese Weise schwächt. Auf solche Schuttbewegungen in der periglazialen Region hat schon S. Morawetz hingewiesen⁹ mit Beispielen aus den Niederen Tauern.

Gipfelpyramiden.

Seit A. Pencks und E. Richters Eiszeitarbeiten unterscheidet man Karlings- und Rundlingsgipfel. Auch die Übergangsform des Halbkarlings ist uns aus den Norischen Alpen⁹ ein vertrauter Begriff. Die einheimische Bevölkerung und die Touristik, der diese Fachausdrücke fremd sind, unterscheidet nach dem Aussehen sehr viel mehr Formen. Neben den neutralen Bezeichnungen Berg und Spitze gibt es da Riegel, Kogel und Köpfe, Jöcher und Hörner, Türme und Schneiden; Bezeichnungen wie Kasten, Tisch und Stuhl, Mann und Mandl, Kamp und Balfen. Die Bezeichnung „Spitze“ findet sich bei vorgeschobenen Seitenästen und Torsäulen infolge der stärkeren Isolierung meist häufiger als im Hauptkamm, aus dem sich die Gipfel oft nur wenig herausheben. Daß die Bezeichnungen nicht immer glücklich sind oder nur dem Anblick von einer Talseite aus entsprechen, hat schon Löwl¹⁰ am Namen des Großglockners bemängelt. Im ganzen aber hat das Volk ein gutes Auge und einen richtigen Sinn in der Personifizierung der Berggestalten.

Unter den Namen Spitze, Horn, Kopf und Eck finden sich jene regelmäßigen Formen zusammen, die ich hier als Gipfelpyramiden bezeichnen möchte. Da es sich zumeist um dreiseitige Pyramiden handelt, von denen also drei Grate ausgehen, hat sie E. Richter als „Dreikanter“ bezeichnet, ein Ausdruck, den ich wegen seiner anderen Bedeutung vermeiden möchte. Ich nenne als typische Beispiele das Kitzsteinhorn und den Hocheiser sowie den Fuscherkarkopf in der Glocknergruppe, den Ritterkopf, das Schareck und den Vorderen Gesselkopf in der Sonnblickgruppe, Ankogel, Hafner und Säuleck in der Ankogelgruppe. Gipfelpyramiden, die sich weniger hoch über die Umrahmung erheben, kommen überall reichlich vor. Oft ist die Form gut angedeutet, aber die Isolierung des Berges nach einer Seite noch nicht vollzogen, so daß man nicht von einer freistehenden Pyramide sprechen kann, oder es besteht ein kurzer Verbindungsgrat zwischen zwei ungefähr gleichwertigen Gipfeln, wie beim Hocharn und der Hochalmspitze, so daß eine vierseitige Pyramide entsteht, die von zwei dreiseitigen und zwei trapezförmigen Seiten begrenzt wird. Da es sich bei unseren Beispielen durchaus um hohe Gipfel, fast ausnahmslos um Dreitausender, handelt, steht die glaziale Bearbeitung außer Zweifel. Bei vielen verfirnten Gipfeln ist sie heute noch am Werk. Viele gehören in die Gruppe der Karlinge, aber die typischsten Beispiele, die ich näher besprechen möchte, entbehren min-

⁹ S. Morawetz, Lineare oder flächenhafte Abtragung, Z. f. Geomorphologie, 1940, S. 78ff.

⁹ E. Richter, Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen, Petermanns Mitt., Erght. 132, Gotha 1900.

¹⁰ F. Löwl, Rund um den Großglockner, D. u. Öst. Alp. Ver. 1898. — Kals, ebenda 1897.

destens auf zwei Seiten der Kare und haben glatte Wände, die den Pultflächen des vorigen Abschnitts auch in der Dreiecksgestalt entsprechen. An den zur Zeit unvergletscherten Pyramiden tritt die Form klar zutage. Deshalb ist das beste Beispiel der Ritterkopf, wiewohl am Kitzsteinhorn und Hocheiser die apere Bergform leicht zu rekonstruieren und das schattseitige Kar wegzudenken ist. Der Ritterkopf ist ein Grünschieferhärtling über Wänden von Kalkglimmerschiefer, die sich 1100 m hoch über den Trogschluß des Krummelbaches und fast 1800 m hoch über das Bodenhaus in der Rauris erheben. Auf keiner dieser beiden Seiten schaltet sich eine Wand in den fast gleichmäßig geneigten Abfall, aber dieser ist so steil, daß sich trotz der Höhe von 3006 m kein Schnee zu halten vermag. Die Nordseite ist etwas reicher gegliedert; sie wird schräg von Wänden durchzogen und zwei Kare greifen mit ihren Hinterwänden bis 2400—2500 m Höhe zurück. Die breite Westseite ist mit Blockschutt übersät, die Südostseite hoch hinauf begrünt. Im südlichen Teil dieses Hanges treten aber schon Denudationsstufen und die Steilwände des großen Ritterkars hinzu. 600 m hoch erhebt sich aber auch hier die Pyramidenseite ohne eine andere Gliederung als ein paar seichte Steinschlagrinnen. Der Westabfall hat eine Böschung von $41^{\circ}48'$, der Südostabfall $38^{\circ}56'$, der Nordabfall, obwohl er bei 2300 m schon in die Karhinterwand reicht, $36^{\circ}37'$. Es kann sich also nur Grobschutt halten, die klimatisch begünstigte Südostseite hat auch von diesem nur wenig. Auch die NW- und O-Kante haben Böschungen von 29 bis 33° . Kein Wunder, daß der Ritterkopf, obwohl ihm ein Eispanzer fehlt, zu den auffälligsten Berggestalten auf der Nordseite der Hohen Tauern gehört. Auf dem Kitzsteinhorn (Kalkglimmerschiefer) reichen die Seitenwände der Pyramide nicht so tief hinunter, weil sich Kare einnisten und die Zerfurchung zu groß wird. Über 2900 m betragen aber auch hier die Böschungswinkel 43 — 45° . Im südlicher gelegenen, von Granatglimmerschiefer aufgebauten Hocheiser (3206 m) fressen sich auf allen drei Seiten Kare bis an die Gipfelpyramide heran und deren Hinterwände sind noch steiler; man kann aber die Pultfläche von der Karhinterwand unterscheiden; der Knick zwischen den beiden ungleich geneigten Hängen ist die Grenze glazialer Unterschneidung gegen die Hangverwitterung. Die Regelmäßigkeit der Form wird gestört durch die sanft abfallende Nordnordostkante, auf der ein schmaler Plateaugletscher Platz hat, während die anderen Gletscher sämtlich in Karen zu Füßen der Pyramide liegen. Die Glättung der Seitenwände muß wiederum ein Werk des Schneedrucks und der Lawinen sein, denn viel Eis hat sich wohl nie an den steilen Hängen zu halten vermocht. Immerhin sieht man am Fuscherkarkopf an einem kaum minder steilen Hang (42°) wie am Kitzsteinhorn eine einheitlich gestaltete Flanke teils mit Firneis bedeckt, das unter der Randkluft in den Gletscher übergeht, teils ausgeapert. Die Flachkarböden liegen 400—500 m tiefer und fehlen am Ritterkopf ganz. Die Zerfurchung ist in der nivalen Zone von vornherein minimal; das Wasser verfügt auch erst in geringeren Höhen über die nötige Auffangfläche¹¹. Es steht wohl zu erwarten, daß die Hänge weiter eingeböscht und die Gipfel erniedrigt werden, aber bei einer gewissen Homogenität des Materials und dem Fehlen größerer Kluftsysteme, an denen die Verwitterung und die Tiefenerosion angreift, wird sich die Rückverlegung des Hanges nur langsam vollziehen. Am Ankogel sieht man allerdings den Fall, daß von W her eingreifende Klüfte schon in Eisgassen umgewandelt sind und die dahin gekehrte Flanke

¹¹ S. Morawetz, Die Eckbildung, eine Frage der Hangverschneidung, Petermanns Mitt. 1944, S. 190.

fast zerstört ist. So entstehen Doppelgipfel, wie sie auch den Groß- und Kleinglockner bilden. Von unten her zehren die Trog- und Karwände an den Dreiecksflächen.

Als Beispiel für den Einfluß der Schichtneigung greife ich noch die Schwoaanspitze (2687 m) auf der Nordseite des unteren Fraganntales heraus, deren nach SSW gerichtete Pultflächen nur einmal von einer 50 m hohen Wand unterbrochen sind. Der Berg ist durch eine Ausraumzone in morschen Gneisen, die vom Großen Öschenigsee nach der unteren Wollinitzenalm läuft, vom wasserscheidenden Kamm getrennt und hat auch gegen den verbindenden Sattel hin schon einen Abfall von 200 m. Das Schichtfallen geht nach SW, die dahin geneigte Pultfläche hat oben $34\frac{1}{2}^{\circ}$, unten 31° Neigung. Die Schichtkopfseite, die dem Wollinitzenkar zugewandt ist, hat fast 49° , die weit zackigere, dem Öschenigkar zugewandte NW-Seite ebenfalls 46° Neigung. Von dieser Seite her erfolgt in erster Linie die Verkleinerung der Gifelpyramide, weil hier die Schichtpakete von der Seite her angegriffen werden. Von SW nach NO streichende Klüfte sind für diesen Abfall bestimmend. An der Südwestseite bildet die harte Gesteinsbank eine lokale Denudationsbasis für die darüberliegende Pultfläche.

Grat, Schneide und Rücken.

Zahlreiche Forscher haben mit Recht auf die Reste eines Flachreliefs im Hochgebirge hingewiesen. So erklärt sich, daß selbst in den höchsten Teilen der Hohen Tauern gerundete Gipfformen auftreten, hoch über den Sägegraten, die dann gegen außen wieder Halbkarlingen und schließlich echten Rundlingen Platz machen. Die Formen lassen sich also nicht bestimmten Höhenzonen zuordnen; wir sprechen von Schneiden auf manchem niedrigen Kamm in den Kalkvoralpen und von Firnschneiden, die die Dreitausender untereinander verbinden. Eine genauere Formbeschreibung kommt auch mit den drei Begriffen Grat, Schneide und Rücken nicht aus; sie muß zusammengesetzte Worte suchen, um auszudrücken, was gemeint ist.

Gleich der Begriff Rundling ist ein recht schwankender. Eine Kuppe im Mittelgebirge, etwa der Steirischen Randgebirge, sieht etwas anders aus als die vom Eis rundgebuckelte Höhe in den niedrigeren Randgebieten der Tauern, diese anders als eine schon von Karen angefressene in mittleren Höhenlagen und diese wieder anders als der eisgepanzerte Johannesberg im Hintergrund der Pasterze. Im Gasteinertal kann der Stubnerkogel oberhalb Badgastein (2246 m) als letzter Rundling bezeichnet werden, obwohl an seiner Nord- und Nordwestseite Kare vorkommen. Ihre Hinterwände greifen aber nicht bis zum Kamm hinauf. Es entstehen Formen, wie wir sie aus den eiszeitlich verletzten deutschen Mittelgebirgen (Schwarzwald, Böhmerwald, Riesengebirge) kennen. Der Querschnitt ist der eines aufgewölbten Bügels. Allseits gerundete Formen hören an der Nordseite der östlichen Hohen Tauern schon in 2000—2100 m Höhe auf, Vollkarlinge beginnen erst bei 2400 m. Doch haben der Gamskarkogel und die Gamskarlspitze (2465, bzw. 2443 m) östlich von Hofgastein an ihren steilen und von der Frostverwitterung wenig angegriffenen W- und SW-Hängen keinen Platz zur Entwicklung von Karen und der Zitterauer Tisch (2461 m) auf seinem Südosthang, wie wir wissen, nur schwache Ansätze von Nivationsmulden. Alle glatten Hänge und Pultflächen scheiden beim Versuch einer Abgrenzung von Rundlingen und Karlingen aus. Zwischen die Rücken und Grate legen sich aber gewöhnlich auch noch die Schneiden, die auf den nördlichen Seitenästen der Hohen Tauern infolge des dach-

teren Talnetzes sehr häufig sind, während die stockförmige Gliederung an der Südseite auch einen unvermittelten Übergang vom Grat zum Rücken ermöglicht. Auf dem Kamm zwischen Rauris und Gastein herrschen bei der Türchlwand (2577 m) im Bereich widerstandsfähiger Gesteine und einer jungen Hebungzone (nach Klimpt) echte kurze Grate mit Karlingsgipfeln, nördlich und südlich davon aber in Schiefen in Höhen von 2000 bis 2400 m Schneiden mit schattseitig entwickelten Karen und sonn-, bzw. westseitigen Grashängen. Erst im Kalkglimmerschiefer des Bernkogels (2325 m) nimmt der Hochgebirgscharakter wieder zu. Das gleiche gilt vom Kamm zwischen dem Gasteiner- und Großarlal von der Gamskarlspitze nordwärts und vom Kamm zwischen Rauris und Fusch nördlich des Schwarzkopfes (2764 m). Auf der Südseite der Tauern liegen alle Werte etwas höher; gerundete Bergformen reichen bis 2200 m im Mölltal, bis 2300 m in seinen nordseitigen Seitentälern. Vollkarlinge beginnen in der Kreuzeckgruppe auch in 2400 m, nördlich der Möll erst in 2500, ja 2600 m Höhe. Auf den erwähnten Pultflächen östlich der oberen Möll geht das Flachrelief bis über 3000 m Höhe (Sandkogel 3090 m), aber nur auf der Schichtseite. Hingegen zeigen die Eckalmen noch gerundete Rücken in 2500 m. Im Inneren des Gebirges liegen die Werte auf eisgeschliffenen Seitenästen noch etwas höher. Hier erscheinen auch Schneiden hoch über Graten, dort, wo Felsäste im Bereich der Großkare fast abgetragen sind, z. B. auf der Wasserfallhöhe (2564 m) und auf dem Wurzenkogel (2507 m) zwischen dem Seidlwinkel- und dem Krummelbachtal in der Rauris. Östlich des Hochtors bis zur Weißenbachscharte sind im Marmor selbst in 2690 m Pultflächen und stumpfe Schneiden ausgebildet, die nur auf der Schichtkopfseite steil abfallen. Am Modereck beginnt ein Grat in 2700 m Höhe. Schneiden bilden die Kammlinie auch zwischen der Riffelscharte und dem Silberpfennig und an der Woiskenscharte östlich des Radhausberges in 2300—2500 m Höhe. Man wird gut tun, zwischen gewöhnlichen Hangschneiden, Karschneiden, Pult-, Wand- und Firnschneiden zu unterscheiden. Pult- und Wandschneiden haben nur auf einer Seite einen Steilabfall, die Karschneiden sind meist auch nur auf einer Seite steil; es können sich aber die Kare von beiden Seiten so nähern, daß sich nur noch ein schmaler, aber doch leicht begehbarer Steg dazwischen befindet. Das ist das, was oft auch als Gratschneide bezeichnet wird.

Westlich des Hochtors und des Fuschertales finden sich in 2400 bis 2700 m fast nur steile Hänge und die Gipfel streben viel höher an. Nur auf der „Hohen Kammer“ nördlich des Kitzsteinhorns ist ein kleiner Plateaurest in 2400—2500 m erhalten geblieben. Vollkarlinge reichen hier fast bis zum Salzachtal. Von Schneiden kann man höchstens dort sprechen, wo die Südhänge steile begrünzte Wände haben, die bekannten „Bratschen“ im Kalkglimmerschiefer. Über dem Walcherkees bei Ferleiten führt ein solcher Hang den Namen „Sonnseitbratschen“, nördlich der Schmalzgrube heißt ein anderer „die Graswand“. Erst über 2800 m liegen breite vereiste Flächen unter dem Kitzsteinhorn, in 3200—3300 m kommen sie an der Südseite des Großen Wiesbachhorns vor und in dieser Höhe (3000—3200 m) halten sie sich, nur von sanften Firnhauben überragt, auf der Eisscheide zwischen dem Kaprunertal und der Pasterze. Wir kennen nicht das Relief unter dem Eis, aber die sanften Hänge der Hohen Riffel, des Johannisberges, des Schattseitkopfes, auch des mittleren Bärenkopfes und des Breilkopfes lassen vermuten, daß hier in so großen Höhen, aber nur in den von der Tiefenerosion am weitesten abgelegenen zentralen Teilen der Glocknergruppe wirklich ein Flachrelief herrscht, dessen Kuppen heute Eishauben bilden, die die Mulden um einige hundert Meter

überragen. M. D r o f e n i g schätzt die Reliefenergie dieser alten Flachlandschaft maximal zu 400—500 m¹². Sie erscheint auch noch auf dem Schwerteck in 3140 bis 3250 m Höhe und auf der Südseite des westlichen Glocknerkamms (Gramul), bricht dort aber steil zum Kalsertal ab. Der Großglockner überragt es mindestens um 500 m. Auch Pyramiden wie das Große Wiesbachhorn und das Kitzsteinhorn passen schlecht in diese Flachlandschaft, wenn sie auch erst unter der Eiswirkung aus einem breiteren Felskörper herausgearbeitet wurden. Die Böschung der zuerst genannten flachen Hauben bleibt durchaus unter 20°, hier steigt sie (am Hocheiser und in den Südwänden des Großglockners) über 50°!

A. A i g n e r erklärt die Formverschiedenheit am Glockner und seiner Umrahmung wahrscheinlich richtig aus der Zerstörung der vom Grat ausgehenden Seitenkämme durch die Felsverwitterung¹³, also die zuerst von E. R i c h t e r betonte glaziale Abtragung, so daß sich die Frage erhebt, wie weit das alte Flachrelief reicht und wo die jüngere glaziale Einebnungsfläche beginnt.

So bleibt das Aussehen der der Raxlandschaft zuzuordnenden, also etwa mittelmiozänen Landschaft durchaus noch nicht geklärt, und auch ihr Zusammenhang mit weiteren Resten eines Flachreliefs birgt Probleme, die Klimpt — wahrscheinlich richtig — mit Hilfe junger Verbiegungen zu lösen sucht, die sowohl in westöstlicher wie in meridionaler Richtung den Tauernkörper in präglazialer Zeit betroffen haben¹⁴. Einer Einmuldungszone würde dann das Flachrelief östlich des Hochtors in rund 2700 m Höhe entsprechen und ebenso hoch, zwischen 2600 und 2800 m, finden sich Niveaureste im Möllknie zwischen Heiligenblut und Obervellach (Oberes Wetterkreuz am Sandkogel 2760 m, Stanziwurdi 2707 m, Kluidhöhe 2579 m, Sadnig 2600—2745 m). Ihnen gehören die Pultflächen am Sandkopf, am Sandfeldkopf, auf der Gjaidtroghöhe als wahrscheinlich recht alte Abtragungshänge überragender Kuppen an, aus denen anderwärts die scharfen Grate herausgeschnitten sind, die sich in 2900 bis 3100 m Höhe halten. Was unter das Niveau der alten Gipfel abgetragen ist, ist auf den zum Sonnblick führenden Kämmen alles schon scharf und schartig; nur in dessen Nachbarschaft erscheint das Flachrelief wieder in Höhen von 2800 bis 3100 m, gipfelbildend an der Südseite des Hohen Sonnblick und auf dem Schareck, sonst meist schon von kleinen steilen Pyramiden überragt (Goldbergspitze, Goldzechkogel), die die Eisarbeit aus breiteren Kuppen herauspräpariert haben dürfte. Ob das Niveau in einer mächtigen Flexur nordwärts zum Flachrelief beim Silberpfennig abbricht, wie Klimpt annimmt, mag noch unsicher sein; sehr wahrscheinlich ist es aber, daß es östlich des Mallnitzer Tauern wieder am Kreuzkogel, am Radhausberg in 2600—2700 m Höhe und zwischen 2660 und 2740 m unter der Gamskarls Spitze fast über dem Tauern tunnel erscheint. Auch hier sitzen isolierte niedrige Pyramiden einer gerundeten Schneide auf, die sich im Niveau der alten Flächen hält. Nur aus dem Wirken ganz verschiedener Kräfte, die nacheinander im Tertiär und während der Eiszeit dieselbe heute hochgelegene Landschaft modelliert haben, ist die Vielgestaltigkeit der Tauerngipfel verständlich. Ihren besonderen Stil aber erlangten sie aus der Bearbeitung eines verschiedenen Materials, das im Zentralgneis, in den

¹² Geomorphologie d. nördl. Glocknergruppe. ref. Geogr. Jahresber. aus Österreich, 20. Bd., Wien 1940.

^{13a} A. A i g n e r, Das Karproblem und seine Bedeutung für die ostalpine Geomorphologie (Z. f. Geomorphologie 1930, S. 222).

¹⁴ l. c. S. 118 u. 123.

kristallinen Schiefen, den Kalken und Quarziten verschiedenen Widerstand leistete und je nach Schichtung und Klüftung die Abtragung ungleich begünstigte. Auf diese die Grat- und Gipfformen bestimmenden lokalen Einflüsse kann hier nicht eingegangen werden, obwohl sie den schroffen Übergang von der Schneide zum Trümmer- oder Sägegrat oft genug bestimmen. Cornelius und Claar haben in ihrer geologischen Beschreibung der Glocknergruppe auf die Formverschiedenheit in verschiedenen Gesteinen hingewiesen¹⁴ und Klimpt die Bedeutung von Schichtung und Klüftung nachdrücklich betont¹⁵. Fürs ganze Gebirge ist wichtig, daß es aus Mittelgebirgsformen hervorgegangen ist und erst durch relativ junge Hebungen zum Schneiden- und Gratgebirge wurde. Dabei konnten sich Grate erst entwickeln, wenn die Kämmen so hoch wurden, daß sie nicht nur in die Schneeregion der Eiszeit reichten, sondern selbst Gletscher zu speisen vermochten, die in den Tälern abwärts zogen. In den innersten Teilen des Gebirges, wohin die Tiefenerosion am wenigsten zurückgriff, und an seinen Rändern, wo die Kämmen die Eisströme nicht mehr überragten, haben sich runde Formen erhalten. Wo die Täler tiefer eingreifen und die Hänge bis in die Kammregion hinauf angegriffen wurden, erinnert nur noch die Gipfelhöhe an das alte Niveau. Die Grate liegen aber teils unter ihm, teils über ihm, wenn die das Niveau überragenden Kuppen seither von Karen zerfressen und von der Wandverwitterung angegriffen wurden.

An der Nordostseite des Ankogels liegt das Flachrelief wieder in 2900 bis 3200 m Höhe, so daß alle drei Gebirgsgruppen, die heute die höchsten Erhebungen tragen, sich auch als Hebungszonen im jungtertiären Relief ausweisen. Die bekannten Tauernwege aber überschreiten das Gebirge in unvergletscherten Gebieten, die deshalb unvergletschert sind, weil hier die Hebung gegenüber der Nachbarschaft zurückblieb.

Die Karbodenflächen.

Im Bereich der Glocknergruppe ist es ein hoher Prozentsatz des Areal, der in die Fels- und Eisregion aufragt. Einzelne Wände, wie die Mühl- und Heuwand bei Fusch und die der Leiterköpfe bei Heiligenblut, reichen hier auch tief zu Tal. Auch an der Nordseite des Hohen Sonnblicks geht Fels und Eis in fast geschlossenen Wänden 800 m tief herab. Steile Trogränder und viele Denudationsstufen lassen auch in der Ankogelgruppe den Fels bis weit in die Waldregion hinunterreichen. Der Bereich der Grate aber ist wie der der Firnfelder in der Sonnblick- und Ankogelgruppe schon sehr viel kleiner. Oft sind die Felsäste nur 200—400 m breit, an sie aber schließen sich flache oder mehrfach gestufte Karböden, die 2 km breit werden können. Im Hauptkamm und im Gebiet des vorgelagerten Radhausberges zwischen dem Mallnitzer und dem Hohen Tauern einerseits, Naßfeld, Anlaufal und Mallnitzertal andererseits liegen 74% des Areal über 1800 m Höhe und nach Ausschaltung einiger Hochtröge (Höhkar, Weißental, Öde Woisken) immer noch 35% über 2200 m. Auf die felsigen Grate und Gipfel sowie die ihnen eingebetteten kleinen Schneeflecken entfallen aber nur 2¼%. Die Differenz — fast 1/3 des Ganzen — entfällt auf die Flachkare und die unter den Felsbändern hinziehenden Gehängeleisten, die einem Schlifbord entsprechen, meist magerer Almböden, im Fall des Woiskenkeeses auch noch ein flaches Firnfeld. Im See-

¹⁴ P. Cornelius und E. Claar, *Aufnahmeberichte*, Vhdl. Geol. Bundesanstalt 1933, S. 79.

¹⁵ l. c. S. 2 u. mehrfach.

bach- und Anlauftal schließen sich, wie schon Creutzburg anschaulich geschildert hat¹⁶, die Karböden zu breiten Karplatten zusammen, über die dann wiederum nur 200—300 m breite Grate aufragen. Karplatten umrahmen den Dössener See, das obere Maltatal, das Weißental im Naßfeld, das hintere Fragant-, Fleiß- und Zirknitztal; 1½—2 km breite „Großkare“ betten sich in die nördlichen und südlichen Seitenäste, in besonders typischer Ausbildung in den Kamm zwischen Mallnitzer und Fraganttal und in den Schluß des Astentales. Ihre Höhen halten sich zwischen 2400 und 2600 m und steigen mit den Resten des tertiären Flachreliefs gegen die Zentren der Sonnblick- und Ankogelgruppe an. Um den Sonnblick liegen sie in 2700—2950 m Höhe, am Ankogel in 2900—3100 m Höhe, am Hafner in 2700 m Höhe. Nach außen fallen sie ab, steilen aber erst auf den Seitenkämmen unter 2200 m hinunter, wenn man, wie es hier geschieht, von ihnen die in Hochtälern eingebetteten Kare und die Durchgangskare trennt, die natürlich tiefer liegen.

N. Creutzburg hat in seiner schönen Studie über die Ankogelgruppe diese Flachkare seinem „Firnfeldniveau“ zugerechnet, das er als Zeugen eines präglazialen Talsystems betrachtete. Es fällt tatsächlich in seinen höheren Teilen mit dem Flachrelief höhenmäßig zusammen, das wir im vorigen Abschnitt besprachen. Aber die tieferen Teile liegen schon beträchtlich darunter und spätere Forscher, wie Schmuck, Klimpt und Morawetz, die sich im Prinzip der Auffassung Creutzburgs anschließen, sahen sich veranlaßt, das Firnfeldniveau in zwei bis drei verschiedene Niveaus aufzugliedern, von denen das unterste das jüngste ist. Wohl hat man immer wieder betont, daß diese jungtertiären Flächen und Eintiefungsstufen durch die diluviale Eiswirkung umgestaltet wurden und erst die Rückwitterung der Gipfelwände und die Glazialerosion den scharfen Knick geschaffen habe, der die flachen Karböden von den Felsästen scheidet. In dem Maß, in dem man die Wirkung der Gletscher geringer einschätzte, als es Penck und Brückner getan haben, sprach man aber nur von einer schwachen „Überformung“ eines präglazialen fluviatilen Reliefs. Auch Klimpt, der die Wirkung der glazialen Tiefenerosion wieder höher einschätzt, legt Wert darauf, die Böschungen der hochgelegenen Kuppen mit ihrem konvexen Profil den konkav geschwungenen der Flachkare anzuschließen und zu einer Landschaft zu vereinigen, was dort möglich ist, wo noch Reste der alten Erhebungen unversehrt erhalten geblieben sind. Es geht aber nicht an, die Flachkare an die Grate anzuschließen, ohne bedeutende Umwandlungen anzunehmen. Er dürfte recht haben mit der Behauptung, daß bis zur Eiszeit ein sehr großer Teil des alten Mittelgebirgsreliefs erhalten geblieben sei, und auch die Bemerkung von Morawetz¹⁷ dürfte zutreffend sein, daß die Berge zwar breiter waren, aber nicht wesentlich höher über die angrenzenden Muldentäler auferagt hätten. Dennoch ist nicht nur der Formenschatz mit der Eiszeit ein anderer geworden, sondern auch dessen Lokalisierung im Raum.

Scheinbar im vollen Widerspruch zu der Auffassung, daß sich in den Flachkaren ein präglaziales Relief erhalten habe, steht E. Richters Ableitung der Karplatten aus der Abtragung und völligen Vernichtung der Felsäste. Er hat sogar die Hochflächen der norwegischen Fjelde als Abtragungsergebnis der gla-

¹⁶ Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet, Ostalp. Formenstudien II/1, Berlin 1921.

¹⁷ Beiträge z. Morphologie d. Kreuzeck- und Reißbeckgruppe, Veröff. Geogr. Inst., Graz 1930.

zialen Erosion in Karen und der folgenden Wandverwitterung aufgefaßt¹⁸. Die Richtigkeit der Beobachtung ist nicht nur dort, sondern an vielen Stellen auch in unserem Gebiete zu bestätigen, wenn auch über das Ausmaß einer solchen glazialen Einebnung Zweifel bestehen und die Hochflächen Norwegens seither mit präglazialen Vorgängen erklärt wurden¹⁹.

Untersucht man an der Hand nicht überhöhter Profile das Hochgebirgsrelief über 2200 m Höhe und vergleicht man es mit dem von Mittelgebirgslandschaften, die im Relief etwa dem jungtertiären der Hohen Tauern entsprechen, so ergeben sich doch einige Möglichkeiten, beiden Auffassungen gerecht zu werden. Die meisten unserer deutschen Mittelgebirgslandschaften sind allerdings ausgezeichnet durch Riedelflächen mit engen Tälern und unterscheiden sich also schon insofern, als das präglaziale Relief der Tauern, wenn wir es richtig deuten, Bergrücken und breitere Täler besessen haben soll. Nehmen wir aber, um einen ähnlichen Formenschatz zugrunde zu legen, die nordöstlichen Höhenzüge des Böhmerwaldes vor, wo sich beispielsweise der Kubany 500 m hoch über die Talaue der Moldau bei Obermoldau, der Schreinerberg ebensoviel über Wallern, der Schöninger nur um wenig mehr über die Talterrassen bei Krumau erheben, so ergibt sich zwar das postulierte Bild oben konvexer, unten konkaver Formen, aber eine ganz andere Raumverteilung. Der Rücken des Schöninger ist $6\frac{1}{2}$ km breit, der des südlichen Ausläufers des Kubany etwa 5 km, der des Schreinerberges 5—6 km breit. Die anschließenden Täler, bzw. die der jüngsten Hebung und Zerschneidung vorausgehenden Talterrassen sind $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ km breit. Der Böschungswinkel der Bergflanken beträgt ziemlich übereinstimmend $8\frac{1}{2}$ bis $10\frac{1}{2}^\circ$ und kann sich gegen Seitentälchen bis zu 16° steigern. Im Profil vom Hohen Stuhl bei Badgastein über das Anlaufstal, den relativ breiten Mallnitzriegel (2611 m) oder den noch eine Gipfelfläche tragenden Kreuzkogel (2686 m), das Weißental, das Ebeneck (2528 m) zum Mallnitzer Tauernbach oberhalb der Jamnighütte (Fig. 1) ergibt sich für den Mallnitzriegel eine Breite von 700 m, für das nach S schon ganz sanft abfallende Ebeneck kaum 500 m. Die Grate stehen im N 5, in der Mitte $1'7$, im S 4 km auseinander; davon entfallen $2'4$ km auf die Karplatten und den Hochtrogl des Höhkars, 1 km auf die steile Pultfläche des Hohen Stuhls, 1 km auf die Karplatte im S des Mallnitzriegels und $1\frac{1}{4}$ km auf die im S des Ebeneck. Die Grate sind also viel schmaler, die Tallichtungen breiter. Würde man dem Mallnitzriegel bis zur Höhe von 2100 m herab die Breite der Böhmerwaldrücken geben, so würden seine Flanken nordwärts bis zum Ausgang des Höhkars und südwärts über das ganze Weißental hinwegreichen. Die Zahl der Täler braucht man nicht zu vergrößern; aber die ganzen Karplatten, die angeblich Erben der präglazialen Mulden sind, würden unter dem Bergleiß verschwinden und bestenfalls der Raum der heutigen Tröge für die alten Talmulden übrigbleiben. Nimmt man nur eine relative Höhe von 300 m für die präglazialen Erhebungen an, so ergeben sich Breitenausmaße der Bergrücken von etwa $3\frac{1}{2}$ km, womit immer noch die ganzen Karplatten zudeckt werden. Vielleicht kommen wir aber den tatsächlichen Verhältnissen etwas näher, wenn wir die Beispiele nicht vom Böhmerwald nehmen, sondern die Böschungsverhältnisse den wenigen Berggipfeln entnehmen, die in den Tauern selbst noch Reste der präglazialen Oberfläche zu haben scheinen. Ich sehe aber

¹⁸ E. Richter, Geomorpholog. Beobachtungen aus Norwegen, Sitz. Ber. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl. 105/I, Wien 1896.

¹⁹ F. Machatschek, Geomorphol. Untersuchungen im süd-norweg. Hochgebirge, Abh. G. Ges. Wien, VII, 1908.

von solchen ab, die unter Eis vergraben sind wie der Johannisberg oder die Hohe Riffel in der Glocknergruppe. Das kleine Plateau der Hohen Kammer nördlich des Kitzsteinhorns (im Schichtfallen!) hat eine Böschung von 21° , die von Karen nicht angeschnittene Westabdachung des Durcheckkopfes oberhalb Ferleiten eine solche von $21\frac{1}{2}^\circ$. Von der Gjaidtroghöhe geht es unter $19\frac{1}{2}^\circ$ nach Westen herab; vom Sandkopf unter $18^\circ 50'$. Bei einer mittleren Böschung von 20° hat der Berg bei 300 m relativer Höhe eine Breite von 1.65 km, bei 500 m Höhe eine solche von 2.75 km. Das genügt immer noch, um die Karplatten am Mallnitzriegel oder im Hintergrund des Anlauftales und die im oberen Maltatal fast zuzudecken. Das Kammprofil vom Bankarriegel über den Kreuzkogel zum Keuchenkogel—Wildenkarkamm, das in Fig. 1 dargestellt ist, gibt ungefähr die Wölbung der alten Mittelgebirgsrücken. Ich habe noch verschiedene andere Profile gezeichnet, von denen ich nur zwei hier wiedergebe. Sie bestätigen alle die Tatsache, daß an der Stelle der Karplatten die präglazialen Talmulden nicht gelegen haben können, sondern diese zur Gänze aus dem Bergleib herausgeschnitten sind, der auf einen schmalen Grat reduziert wurde. Würden wir annehmen, daß die Berge früher höher waren, würde dies an der Spannweite nichts ändern, die heutigen Karplatten müßten dann aber wesentlich tiefer liegen als die Talmulden, aus denen sie herausgearbeitet sein sollen. Das würde ein hohes Maß glazialer Abtragung schon in der Firnregion der Gletscher voraussetzen.

Wir haben also auch unter der Annahme einer Vererbung des präglazialen Reliefs damit zu rechnen, daß nicht nur die Bergrücken unter der Einwirkung der Eiszeit schmaler, steiler und um einiges niedriger geworden sind, sondern die ganzen Karplatten und Kartreppen erst in dieser Zeit entstanden, also eine durchaus neue Bildung sind. Sie mögen sich annähernd im Niveau der alten Talmulden befinden, aber sie liegen nirgends an deren Stelle, sondern bergwärts verschoben. E. Richter hat also recht, wenn er sie als ein Ergebnis der glazialen Einbebnung betrachtet.

Dem entspricht auch die verschiedene Ausbildungsweise der Karböden, die wir im Inneren und in den äußeren Partien der Gebirgszüge finden. Fortlaufende Karplatten, die aus der Vernichtung der seitlichen Felsäste entstanden sind und am besten alte Talniveaus vortäuschen, liegen stets in den innersten, am längsten vergletscherten Teilen der Täler, oft hufeisenförmig um den Trogschluß herumgebettet. Zum Teil liegen heute noch Gletscher in diesem Talrund, wie im Hintergrund des Anlauftales und der beiden Elendtäler, zum Teil sind sie völlig verschwunden, wie auf den Südseiten des Hauptkammes beiderseits des Mallnitzer Tauern, wo die bekannten Höhenwege des Alpenvereins (Duisburg-Hannoverweg, Hagener Weg, Göttinger Weg) von Hütte zu Hütte führen: hoch über den Taltrögen, immer auf breiten Leisten, die selten einmal durch einen schon stark abgenutzten Felsast unterbrochen werden, der der Rest einer früher bestandenen seitliche Karumwandung ist. Nur an der Feldseescharte (2712 m) hat dieser Höhenweg noch einen Grat zu überschreiten, der vom Hauptkamm zum südlicheren Böseckzug geleitet. Bei der Mindenerhütte ist der Verbindungsgrat zum Liesgele (2406 m) schon gefallen und ebenso sind Kuhmispitze (2757 m) und Schwoanspitze (2687 m) vom Böseckkamm längs der oben erwähnten Ausraumzone getrennt und zu isolierten Vorposten geworden. Noch sind an der Südseite des Böseckkammes die Großkare voneinander durch Felsäste geschieden, aber diese sind erniedrigt; es bereitet sich auch hier eine fortlaufende Bergwand und eine sie begleitende Karplatte vor, in der dann das Astrom-, Öschenig- und Wollnitzenkar aufgehen

werden. So schmale Grate wie der Kälbergrat über dem Großen Fleißkees unterliegen einer starken Abtragung, der Verbindungsgrat vom Roten Mann zur Goldbergspitze trägt nur noch niedrige Kuppen wie auch der, der den Goldberggletscher von den eisfreien Platten am Brettsee trennt. Schöne Beispiele für die Aufzehrung der nur noch in Rudimenten vorhandenen Felsäste gibt auch der Übergang zur Sadniggruppe an den großen Rudenalmen, der Bogenitzen, den Magerinig- und Melenböden, wo sich die Kämme vielfach schon in isolierte, die Almböden nur wenig überragende Gipfel auflösen. Schmu ck betont ²⁰, daß sich um den Sadnigstock und die Stellkopf-Mocher-Gruppe das Kar- und Karplattenband fast lückenlos herum verfolgen läßt. Er hätte hinzufügen müssen, daß es die Karlingsgrate schon mehrfach zerrissen hat. Voraussetzung für die rasche Aufzehrung der Felsäste ist, daß die Karböden selbst die Denudationsbasis für die darüber aufragenden Höhen abgeben. Greifen hingegen Tal- und Hochtröge mit ihren Wandungen so weit zurück, daß diese für die Abtragung maßgebend werden, so verstellen sich die Kare, die Seitenäste verlängern sich gegen unten und die Gipfel wachsen relativ wieder aus dem tiefer gelegten Bergleib heraus. So ist es bei den steilen Karen an der Südseite des Seebachtales und in den äußeren Teilen des Maltatales oder an den Südwänden des Großen Zirknitztales, wo eine Karplatte ganz fehlt. Wegen der Zertalung ist, wie auch Klimpt bemerkt, weiter talauswärts wenig Platz für Flachkare vorhanden. Innen aber sind beispielsweise auch in der Reißbeckgruppe die Kämme aufgelöst, weil die Rückwände der Kare gefallen sind, die Karböden zweier Seiten sich also berühren. Morawetz bemerkt richtig, daß das „Firnfeldniveau“ durch die Abtragung der Grate mehr an Areal gewinnt, als es durch die Zerschneidung von unten her verliert ²¹. Damit ist stillschweigend auch die laterale Verschiebung dieses Niveaus bergwärts zugegeben.

Die Aufzehrung der Kämme erfolgt übrigens nicht nur durch die Rückwitterung der Wände, also des Gipfeldaches, um einen Ausdruck Lucerna s zu gebrauchen ²², sondern auch durch die stete glaziale Untergrabung der Karwand unter dem Bergschrund, bzw. durch das Einfressen neuer Karnischen in die alte Karwand. So werden die Wände auch immer wieder schutfrei gehalten, solange noch Eis für den Abtransport zur Verfügung steht. Daß dabei Verschiedenheiten an nord- und südseitigen Hängen bestehen, weil an den ersteren Frost und Eis länger wirksam sind, hat ebenfalls Lucerna betont. Der Südhang hat oft die großen und relativ flachen Kare, der Norden steile und tiefe. Zwischen flachen Karen sind auch nur niedrige Felsrippen, die leichter abzutragen sind, während an den Nordhängen die Rippen weit hinunterziehen und in den Bereich tieferer Erosionsbasen gelangen. Wir kommen auf diese Verschiedenheit der Exposition gleich im nächsten Abschnitt zu sprechen, während wir alle mit der Treppung der Kare zusammenhängenden Fragen hier unerörtert lassen.

Gebirgs-, Kamm- und Talsymmetrie:

Auffällig ist bekanntlich die Parallelität der nordseitigen Tauerntäler. Selbst die Krümmungen des Großarltales finden sich wieder im Gasteiner- und in den beiden Ästen des Rauristales. Dieses ist das einzige, das zwei gleichwertige

²⁰ Beiträge z. Geomorphologie d. Sonnblickgruppe, Mitt. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark, 69. Bd., Graz 1932.

²¹ l. c. S. 27.

²² Klafferkesel, Z. Alp. Ver. 1924.

Quellarme besitzt, die sich erst in der mittleren Talstrecke bei Wörth vereinigen. Die Täler verlaufen in den äußeren Partien quer zum Schichtstreichen, der Abstand der Täler voneinander beträgt überall nur $7\frac{1}{2}$ bis 9 km, die Tröge sind in den vorherrschenden Schiefen nicht allzu gut ausgebildet mit Ausnahme des Kaprunertales und des Fuschertales oberhalb der Stufe der Bärenschlucht. Im unteren Fuschertal ist die östliche Talseite etwas steiler, ebenso im Seidlwinkel- und im unteren Rauristal und fast im ganzen Gasteiner- und Großarltal, was dort mit dem Fallen der Schichten konform ist. Das Hüttwinkeltal aber hat aus dem gleichen Grund sanfte, nach West schauende und steil gegen Osten abbrechende Hänge. Die Asymmetrie kommt auch an dem zum Haupttal parallelen Seitental des Vorsterbaches zur Geltung. Recht verschieden sind die Talschlüsse. Im Hüttwinkel- und im Fuschertal gibt es großartige Talzirken, aber wenig Kare, im Seidlwinkel- und im oberen Großarltal steigt man in Stufen allmählich empor, im Kaprunertal sind drei Tröge hintereinander geschachtelt, von denen der letzte, der Moserboden, seinen Schluß unter der Zunge des Karlingergletschers verbirgt. Von den größeren Quelltälern des Gasteinertales, die sämtlich in Stufen zum Haupttal abbrechen, haben das Angertal, das Kötschachtal und das Anlauf- tal nach unbedeutenden Stufen im mittleren Lauf einen großen Talschluß, während es im Naßfeld einige Stufen aufwärts geht zu dem breiten, 1600 m hoch gelegenen Almboden gleichen Namens, der dennoch kein Talzirkus ist, sondern nur im SW von den schroffen Abfällen der Sonnblickgruppe beherrscht wird, während von O sanftere Schieferhänge mit der Schichtung zu Tal gehen. Den eigentlichen Schluß bildet erst der Trog des Weißentales. Gesteinslagerung und Talgeschichte sind für diese Verschiedenheiten verantwortlich, aber doch auch der ungleiche Hebungsprozeß des Gebirges. Der 1500 m hohe Abfall des Sonnblicks zum Talkessel von Kolm-Saigurn steht in allzu schroffem Gegensatz zum Flachrelief seiner Südseite und liegt im Zuge einer NW—SO streichenden tektonischen Linie, für die wir Analoga auf der Südseite des Gebirges reichlich finden werden.

Diese Asymmetrie kehrt wieder in der Glocknergruppe, wo es vom Riffeltor 1100 m hinabgeht zum Moserboden, aber kaum 200 m auf den oberen Pasterzenboden, bzw. vom Fuscherkarkopf über 2000 m in die Ferleiten, aber nur 900 m auf die mittlere Pasterze. In der Ankogelgruppe tritt die ungleiche Zertalung weniger in Erscheinung wegen der allseitig tief eingreifenden Täler. Doch sind die Höhen noch in der Reißbeckgruppe bedeutend, während die nördlichen Seitenäste rasch unter 2500 m sinken. Wie der Glockner den wasserscheidenden Kamm am Fuscherkarkopf überragt, ist die südseitig vorgelagerte Hochalmspitze um 100 m höher als der Ankogel.

Prächtig sind einige Trogschlüsse in den Seitentälern, so im Hirzbachtal (Fusch) und in der Siglitz (Naßfeld), obwohl die Denudationsstufen der Schieferhülle die Regelmäßigkeit der Form häufiger stören als unterstützen. Beachtenswert sind noch doppelte Talsäcke, die nur um weniges übereinander liegen. So finden sich über dem Talschluß von Ferleiten auf der Trauneralm, dem unteren Pfandlboden und im Käfertal die Reste weiterer, aber engerer Trogschlüsse, die 150—250 m höher liegen und denen einige Terrassenreste zu Seiten des unteren Troges entsprechen. Ebenso bilden die Wintergasse und der vereiste Karlingerboden höhere Fortsetzungen des Moserbodens, die den Talschluß nur um $1\frac{1}{2}$ km weiter aufwärts verlegen. Die eigentlichen Seitentäler aber hängen mehrere hundert Meter über Tal. In der Proßau (Kötschachtal), im Anlauf- tal und im Naßfeld betragen die Stufenmündungen immer 500—600 m. Auch der Riegel des unteren

Bockhartsees liegt noch 430 m hoch über der Talschlucht der Gasteiner Ache. Die inneren Taltröge sind gut ausgebildet; aber auch sie sind noch von vielen Denudationsstufen durchzogen und im Schichtfallen „verzogen“. Im einzelnen bestimmen zahlreiche Klufflinien das Vor- und Zurückspringen der Wände, Wandausbrechungen vernichten die Schlißflächen. Im Zentralgneis treten dazu noch Abschuppungsformen, so daß die Wände oft gegen unten hin zurückspringen. Einzelne Lawingassen sind vollkommen glattgefegt und riesiges Blockwerk verdeckt die unteren Hangpartien, ohne doch das Gesamtprofil wesentlich zu stören.

Die Südseite des hier betrachteten Gebietes gehört nur einem einzigen Talssystem, dem der Möll, an. Deren gewundener Lauf hat immer schon Beachtung gefunden. Morawetz betont wieder²³, daß das obere Talstück seine Fortsetzung bei Winklern über den Iselsberg (1204 m) hatte und ein Teil des mittleren Talstückes in umgekehrter Richtung auch dahin entwässerte. Das ist sehr wahrscheinlich, da auch das Zlainitz- und Lamitztal nach W hin orientiert sind. Die alte Wasserscheide gegen die untere Möll mag in der auch gesteinsbedingten Enge zwischen Stall und Gößnitz gelegen haben. Der Quellast der unteren Möll war vor der mutmaßlichen Anzapfung der Wurtenbach im Fraganttal. Dieses untere Mölltal folgt von Obervellach ab einer auffallenden tektonischen Linie, die schon Koßmat und Winkler²⁴ als Fortsetzung dinarischer Linien im Alpenkörper gedeutet haben. Morawetz nimmt noch für eine junge talgeschichtliche Phase eine ungleiche Hebung zu beiden Seiten an²⁵. Darnach hat sich die Reißbeckgruppe um 200 m mehr gehoben als die angrenzenden Teile der Kreuzeckgruppe. Es ist aber auch zu beachten, daß in den Kalk- und Marmorbändern der Schieferhülle, die auf der Nordostseite das Tal begleiten, die Talvertiefung mehr gehemmt war als in den Gneisen und Glimmerschiefern der Kreuzeckgruppe. Die dinarischen Linien lassen sich in der Fortsetzung der Schiefermulde zwischen den Gneisen der Sonnblick- und Ankogelgruppe weiter verfolgen; sie kehren auch weiter im W, im Debant- und Iseltal, wieder. Das obere Mölltal zeigt ein Einbiegen in die Richtung des Tauernbogens, insofern als das Schichtstreichen bei Döllach von SSO nach NNW, bei Heiligenblut von SO nach NW und im Leitertal schließlich fast von O nach W gerichtet ist. Leiter- und Mölltal sind deshalb bis unterhalb Sagritz Längstäler, obwohl das letztere vom Hauptkamm fortführt. Dem entspricht auch die Talasymmetrie des oberen Mölltals, dessen Ostflanken in der Richtung des Schichtfallens sanft geneigt sind, während es im W steil zur Schobergruppe hinaufgeht. Erst unterhalb Sagritz, wo die Möll in die altkristallinen Gesteine eintritt, hört diese Asymmetrie auf und kehrt sich unterhalb Winklern sogar ins Gegenteil um. Die gesteinsbedingte Talasymmetrie kommt auch in den östlichen Seitentälern der oberen Möll, im Großen Fleiß- und Zirknitztal, gut zur Geltung. Sie beherrscht ebenso das untere Fraganttal, während im oberen die zahlreichen Denudationsstufen selbst den Trogcharakter zu verwischen drohen. Gut entwickelt, wenn auch etwas verzogen ist der Trog des Seebachtales und des Dössenertales. Die Gesteine der Schieferhülle fallen vom Gneiskern gegen W und NW weg; infolgedessen sind immer die Ostseiten der Seitengraben die Schicht-

²³ Beiträge z. Geomorphologie der Kreuzeck- u. Reißbeckgruppe, Veröffentl. d. Geogr. Instituts d. Univ. Graz, Heft 3, Graz 1930, S. 29.

²⁴ F. Koßmat, Geologie d. zentralen Balkanhalbinsel, Berlin 1924, S. 181; A. Winkler, Geolog. Probleme in den östl. Tauern, Jb. Geol. Bundesanst., Wien 1926, S. 245 ff.

²⁵ l. c. S. 29/30.

platten, die Westseiten die Schichtköpfe; die Trogwände werden dadurch reichlich gegliedert. Die Sadniggruppe hat wie die Kreuzeckgruppe eine stockförmige Gliederung; die Gewässer streben also radial auseinander; auch auf der Südseite der Sonnblickgruppe drängen sich die Oberläufe der zur Möll gehenden Bäche auf engem Raum zusammen. Nur 10 km auseinander liegen hier die Quellen der Großen und Kleinen Fleiß, der beiden Zirknitztäler und des Wurtenbaches. Radial streben deshalb auch die Kämme von der Goldbergspitze und dem Alteck nach SW, S und SSO auseinander. Sie behaupten auf dieser Seite des Gebirges überall noch recht bedeutende Höhen gerade dort, wo der Abfall nach N sehr steil ist. Es liegt hier und im Herzen der Sadniggruppe ein großes Gebiet, wo die Reliefenergie unter 1000 m bleibt. Die Gipfelfur ist, wie schon meine Karte im Ostalpenwerk zeigt²⁶, im Vergleich zum Hauptkamm südwärts verschoben. Nur zu beiden Seiten des Kaprunertales reichen Dreitausender auch weiter nach Norden. Im Fuschertal aber ist die Reliefenergie auf der Ostseite um 700—800 m geringer als auf der Westseite, wo sie unter dem Wiesbachhorn 2350 m erreicht. Im Meridian des Großglockners umfassen die Gipfel mit mehr als 2600 m Höhe einen Streifen von 35 km Länge (Tristkogel—Schleinitz), im Meridian der Hocharnspitze sind es 21 km (Schafkarkogel—Mocher), in dem des Altecks nur 11½ km, die durchaus auf der Südseite liegen (Alteck—Sadnig), im Meridian des Mallnitzer Tauern ist der Raum noch etwas kleiner (Radhausberg—Schwoanspitze), aber die Nordseite mehr beteiligt, im Meridian des Ankogels endlich sind es wieder 18—20 km, von denen ein großer Teil wieder der Südseite, der hochgelegenen Reißeckgruppe, zugehört, während der Abschwing vom Kreuzkogel am Gstöbkees nach N sehr schnell vor sich geht. Die Asymmetrie des Gebirges kommt auch in der Höhe der Talsohlen zur Geltung, wenn vom tiefen Haupttal der unteren Möll abgesehen wird. 15 km vom Hauptkamm entfernt sind wir im Kapruner- und Fuschertal nur mehr 820, im Rauris 960, in Gastein 850, im Großarlital 900 m hoch. Auf der Südseite liegt das Kalsertal noch 1230, das obere Mölltal bei Sagritz 1000 m hoch. An der Mündung des Fraganttales und des Mallnizertales stehen wir in dieser Entfernung allerdings schon unterhalb der Mündungsstufe ins Haupttal. Hier liegen die Kämme noch hoch, das Mölltal aber schon tief. Zu beiden Seiten von Obervellach erreicht die Reliefenergie mehr als 2000 m auf 6 km Entfernung. Dieser Wert wird wieder erreicht im Maltatal und im Iseltal, aber nur einmal auf der Nordseite, bezeichnenderweise dort, wo die Seitenäste der Glocknergruppe weit nach N vorstoßen, am Kitzsteinhorn, am Wiesbachhorn und dem Hohen Tenn. Darauf beruht der großartige Anblick der Hohen Tauern vom Zeller See aus.

Nur in wenigen Fällen, besonders bei den großen Schichtseithängen des oberen Mölltales, reichen gleiche Böschungswinkel vom Tal bis auf die Kämme hinauf. In den meisten Fällen hat man zu unterscheiden zwischen dem Talprofil unter der Trogschulter und dem Kammprofil, das die Gipfelgrate und die anschließenden Karböden umfaßt. Auch dieses ist natürlich vom Schichtfallen beeinflusst. Es unterliegt aber sonst anderen Gesetzen als das Talprofil. Das Letztere wird bestimmt durch Talkrümmungen, die Mäanderbildung des Flusses und die Verschüttung der Talsohle durch Schutthalden, Mur- und Schuttkegel, auch durch Lawinenschutt und Bergsturzmaterial. Auf der Höhe aber wirkt vor allem die ungleiche Verwitterung an Sonn- und Schattseiten, die Solifluktion und die länger oder kürzer wirkende Zeit glazialer Bearbeitung. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die Kammprofile, so zeigt sich, daß die Ausläufer des Ge-

²⁶ Die Ostalpen u. d. heutige Österreich, Stuttgart 1928, Bd. I, Taf. VI.

birges, wo Rundlinge und normale Schneiden auftreten, ziemlich symmetrisch sind. Wo dann an den Schattseiten sich Kare einnisten, verlagert sich der Kamm gegen die Südwest- und Südseite hin, die ost- und nordseitigen Hänge werden also länger; in sehr hohen Lagen aber, wo die Kare auf beiden Seiten ungefähr gleichwertig sind, verschwindet dieser Effekt wieder und es kann sich von neuem ein normales Profil entwickeln.

Schon P e n c k hat auf die Asymmetrie der Karlinge aufmerksam gemacht²⁷ und sie aus der stärkeren Entfaltung der Kare an der Schatt- und Morgenseite erklärt. S c h w i n n e r hat demgegenüber die Tatsache, daß an den Westseiten glatte, an den Ostseiten schroffe Hänge auftreten, so gedeutet, daß die vorherrschenden Westwinde an die Wetterseite eine glatte Schneedecke legen, die den Hang vor weiterer Abtragung schützt, während die Leeseite dem Spaltenfrost leichter zugänglich sein soll²⁸. Das mag zutreffen, aber entscheidender ist wohl, daß die sonnigen Hänge einer kürzeren Frostperiode ausgesetzt sind, leichter austrocknen und im ganzen auch schneeärmer sind. Wenn C r e u t z b u r g in der Ankogelgruppe die ungleiche Verteilung der Kare nicht bestätigen konnte, erklärt es sich aus der oben dargelegten Tatsache, daß in großen Höhen die Begünstigung der Exposition wieder erlischt. In Höhen von 2100 bis 2600 m aber besteht die Beobachtung Pencks zu Recht. L u c e r n a hat an Beispielen aus den Niederen Tauern, die dieser Höhenlage entsprechen, gezeigt, wie die Gletscher die Schattseiten untergraben und hier die Karwand besonders rasch zurückgreift²⁹. Wir haben auch schon im vorigen Kapitel Beispiele dafür kennengelernt, daß die Karhinterwand ganz gefallen ist, und mehrfach begegneten uns sanfte südseitige Grashänge und schroffe, in starker Abtragung begriffene Nord- und Nordosthänge. Oft greifen hier noch Teilkare an Klufflinien und früheren Lawinengassen sackförmig in den Gebirgsleib ein, damit neue große Verwitterungsflächen schaffend. L u c e r n a macht besonders auf die „Schlauchkare“ aufmerksam, die hufeisenförmig gebogen sind und deren innerste Teile sich in die schattigsten Winkel legen, wo das Eis sich am längsten zu halten vermag. Auf der oberen Wollinitzenalm und am Feldsee, aber auch im großen Ritterkar kann man einschlägige Beobachtungen machen. Ob die Gipfel vor der Karentwicklung so sehr viel höher gewesen sind, wie L u c e r n a annimmt, erscheint mir nicht erwiesen; aber Tatsache ist, daß durch die vereinigte Eis- und Frostwirkung die Kammlinien verschoben werden und die schattseitigen Kare sich tiefer eingraben und weiter zurückreichen, während die Sonnseite infolge der geringeren Reliefenergie nur kleine Kare hat, die von oben zu wenig gespeist werden. Hier überhöhen die Gipfel die Karböden in der Regel nur um 600—900 m, auf der Nordseite um 1100—1600 m. Die Hänge der Böseckgruppe, des Roten Mannes, des Hauptkammes beiderseits des Tauerntunnels, auch noch am Hoctor, aber auch Seitenäste wie der Kamm zwischen Rauris und Gastein, Gastein und Großarl in der Nähe des Gamskarkogels mögen als Beispiele gelten. Die sich daraus ergebende Verlagerung der Kammlinie beobachtet man besonders schön auf den dinarisch streichenden Graten der Schobergruppe: sowohl an den großen Karen des Göß-

²⁷ Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. I, S. 285.

²⁸ Ungleichseitigkeit der Gebirgskämme in den Ostalpen, Z. f. Geomorphologie, VII, 1933.

²⁹ Der Klafferkessel in den Schladminger Alpen, Z. Alp. Ver. 1924; vgl. auch Peterm. Mitt. 1925 und Landschaft um Wangenitz, Festschr. 1931 d. D. Alp. Ver. Moravia, Brünn.

nitz- und Gradenkeeses und an den Wangenitzseen wie am Trelebitschkar und dem Mirnitzboden springen die Kämme beiderseits des Debanttales gegen SW zurück, um erst am Hochschober und am Roten Knopf wieder in die Ausgangsrichtung zurückzukehren. Im Höhenzug zwischen Rauris und Gastein und Gastein—Großarl fällt die Kammasymmetrie mit der Talasymmetrie zusammen. Es gibt an den Osthängen die größeren Kare und die sanfteren Talhänge. Im Zwiesel zwischen den beiden Rauriser Haupttälern bleibt aber nur die Kammasymmetrie nach O orientiert und im Kamm zwischen Rauris und Fusch liegen die größeren Kare an der Nordwestseite, so daß der Kamm näher am Seidlwinkeltal liegt. Wo der Grat in die Schneide übergeht, rückt der Kamm wieder ungefähr in die Mitte, Voraussetzung für die Regel ist allerdings, daß die benachbarten Talsohlen in ungefähr gleicher Höhe liegen.

Beobachtungen auf Schuttkegeln.

Von Sieghard Morawetz.

Begehungen in der Hochschwabgruppe, dem Gesäuse, im Dachsteingebiet, in den Karnischen und Julischen Alpen, im Cristallo- und Tofanastock, in der Sella-gruppe sowie in den Hohen und Niederen Tauern ergaben, daß Schuttkegel nirgends ganz gleichmäßig geformt sind und auch ihr Material keine gleichbleibende Sortierung und Anordnung aufweist. So typisch die Formen im allgemeinen sind, so verschieden im einzelnen.

Zwischen zwei Gruppen von Schuttkegeln und Halden muß man unterscheiden: solchen, die weitgehendst aus Schutt allein bestehen, wo der Schutt eine beachtliche Tiefe aufweist, und solchen, wo er bloß in mäßig mächtiger Überstreu — oft nur von mehrfachem Blockdurchmesser — einen Haldenhang überdeckt, der Schuttkegel also eine Tarnung ist. Die echten Schuttkegel wie die überdeckten Haldenhänge und Wandfüße, sie alle haben meist eine leicht konvexe Krümmung, deren Entstehung O. L e h m a n n¹ scharfsinnig ableitete und mit dem Rüstzeug der Mathematik klarlegte.

Bei den Schuttkegeln mit beachtlicher Schuttdicke — ganz aus Schutt brauchen auch die echten Kegel nicht zu bestehen und ein Haldenhang kann und wird sich auch dort in vielen Fällen unter ihnen befinden — zeigen nicht zu selten verschieden stark konvex gewölbte Partien, die sektorförmig von oben nach unten verlaufen, sich aber nicht über die ganze Kegellänge erstrecken, sondern aufhören und von neuen gewölbteren Teilen abgelöst werden, so daß zwischen diesen stark gewölbten Partien leichte Quereindellungen und Absätze sich einschalten. Parallel zu den stärker gewölbten Partien verlaufen im Sinne der Längsachse ebenfalls langgezogene Dellen, ja Furchen, die durch gelegentliche Wassereintrisse und Lawinenzüge eine Ausarbeitung zu schärferen Einschnitten, ja Gassen erfahren. Solche Einrisse geben Aufschluß über die vertikale Anordnung des Materials. Es ist sehr unregelmäßig übereinandergelagert, aber nicht vollkommen wahllos durchmengt. Es lassen sich meist Streifen und Girlanden gröberer Materials verfolgen.

¹ O. L e h m a n n : Morphologische Theorie der Wandverwitterung von Stein-schlagwänden. Vierteljahrsschrift d. Naturforschenden Ges. in Zürich. 78. Jahrg. 1933. Derselbe: Über die morphologischen Folgen der Wandverwitterung. Zeitschr. f. Geomorphologie, VIII. Bd., 1933—1935, S. 93.