

## **Glazialgeologische Ergebnisse auf der Nordseite des Karnischen Grenzkammes**

Von ROBERT R. v. SRBIK in Innsbruck

Mit 1 Skizze (Beilage 5)

Dank der steten Förderung durch den Deutschen und Österreichischen Alpenverein konnte ich meine glazialgeologischen Beobachtungen in den Lienzer Dolomiten (Z. f. Glkde, XVIII, 1930) auf die Nordseite der Karnischen Hauptkette ausdehnen und auch diese Arbeit, unter weiterer Beihilfe des Naturkundlichen Landesmuseums für Kärnten und des Zweiges Austria des D. u. Ö. A.-V., im Druck erscheinen lassen<sup>1)</sup>.

Nachfolgend gebe ich einen Überblick der Stoffgruppierung und fasse die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammen.

An die bekannt grundlegenden Arbeiten von FRECH und GEYER über die Karnischen Alpen schließen die von VINASSA und GORTANI, dann die von HERTSCH und seiner Schule an. Sieht man von mehr gelegentlichen und räumlich beschränkten Beobachtungen in diesen und anderen einschlägigen Werken ab, so ergibt sich, daß die Nordseite der Karnischen Hauptkette als Ganzes in glazialgeologischer Hinsicht bisher nicht betrachtet wurde. Auch die »Alpen im Eiszeitalter« enthalten nur recht spärliche Angaben. Erst KLEBELSBERG ergänzte sie hinsichtlich Osttirols (Z. f. Glkde, XVI, 1928). Die im Vergleiche zu den Nordalpen noch immer empfindliche Lücke durch Ausdehnung der Beobachtungen auf die Nordseite der ganzen Karnischen Hauptkette zu schließen, war das Ziel dieser Arbeit.

Auf Grund meiner mittlerweile auch auf die Karawanken sich erstreckenden Studien ergab sich als geologische Ostgrenze des Bereiches nicht der orographische Einschnitt des Gailitzdurchbruches, sondern die Gegend östlich

<sup>1)</sup> Sonderheft der »Carinthia II« (Klagenfurt), 1936; derzeit im Druck.

des Wurzner Passes. Die gesamte, vom Helm bis hierher im Gelände etwa 150 km betragende Längserstreckung des Grenzkammes entspricht vergleichsweise in den Zentralalpen der Gebirgsausdehnung vom Brenner bis zum Sonnblick, in den Nördlichen Kalkalpen vom Fernpaß bis ins Kaisergebirge.

Planmäßige Begehungen des ausgedehnten Gebietes führten auf Grund der Gesteine, des Gebirgsbaues und der Formentwicklung zu einer neuen geologischen Längsgliederung des Karnischen Kammes in vier Abschnitte. Die zentrale Masse der Kellerwandgruppe samt ihren Ausstrahlungen hebt sich in jeder Hinsicht deutlich ab, sowohl von der westkarnischen Mauer als auch von den durch breite Sattelzonen getrennten Kalkmassiven im Osten; an diese schließt ein durchgängiges Mittelgebirge an, das sich unter Abnahme der Höhe ohne geologische Grenze jenseits des Gailitzdurchbruches in den Westkarawanken wieder aufschwingt.

Die unter dem Gesichtspunkte meines Arbeitszieles durchgeführten Wanderungen bilden einen in 40 Gruppen gegliederten glazialgeologischen Führer. Zahlreiche Profile veranschaulichen das Formenbild.

Die Voraussetzung für ein Urteil über den Ablauf und die Wirkungen der Eiszeit ist die aus diesen Naturbeobachtungen gewonnene Vorstellung über das von der Eiszeit vorgefundene oder das präglaziale Relief weitesten Sinnes. Auf seine Entwicklung sei jetzt nicht näher eingegangen.

Beim Eintritte der Eiszeit war die Karnische Hauptkette bereits ähnlich wie heute zum Hoch- und Mittelgebirge emporgewachsen; doch verhüllte wahrscheinlich eine starke Schuttverkleidung die meisten Schroffheiten, da die zwar zahlreichen, aber schwachen Wasserläufe den angesammelten Verwitterungsschutt der zumeist leicht zerstörbaren Gesteine nicht wegzuschaffen vermochten. Das vorgefundene Relief beeinflusste weitgehend den Ablauf und die Wirkung der Vereisungen. Deren Zahl ist aus dem Nordbereiche der Karnischen Hauptkette nicht zu ersehen, lediglich die Gesamtwirkung tritt in Erscheinung. Immer aber war wie überall das voreiszeitliche Relief des Gebirges auch im karnischen Bereiche — »karnisch« stets im engeren Sinne meines Arbeitsgebietes — bestimmend für die örtlichen Vorgänge des Eiszeitalters. Sie gewinnen hierdurch im Rahmen allgemeiner Erfahrungen ihr den Ortsverhältnissen angepaßtes, besonders karnisches Gepräge. Um dieses zu entwickeln, gliederte ich den Stoff in eine Reihe von Fragen, die untereinander jedoch naturgemäß im engsten Zusammenhange stehen. Wie hinsichtlich der formenkundlichen Entwicklung ergab sich auch auf rein glazialen Gebiete zunächst die Notwendigkeit, überhaupt erst die Grundlagen für die Untersuchung zu bestimmen und an Hand der eigenen Naturbeobachtungen auf ihnen aufzubauen.

Die bisher nicht untersuchte heutige klimatische Schneegrenze auf der Nordseite des Karnischen Kammes liegt durchschnittlich 2700 m hoch, im Lee der Kellerwandgruppe tiefer, im niederschlagsarmen Ostteile der Kette höher. Dementsprechend war die eiszeitliche Schneegrenze im Mittel auf 1500 m anzusetzen.

Die örtliche oder wirkliche Schneegrenze des Bereiches wird jedoch bis in die Gegenwart stets durch die Geländeverhältnisse, wengleich in wechselndem Ausmaße, ganz bedeutend herabgedrückt. Das bewies auch die Verfolgung der tiefliegenden Winterschneereste: kein einziges der zahlreichen nordkarnischen Nebentäler vom Helm bis zum Roßkofel war in den heißen Sommern 1930 und 1931 vollkommen schneefrei. In der Eiszeit machte sich überdies der Rückstau der Eigenvergletscherung durch den Ferneisstrom in hohem Maße geltend. Auf ihn ist, was allerdings seit E. RICHTER im allgemeinen bekannt, aber in den Karnischen Alpen bisher nicht beachtet war, die Aufstapelung des Lokaleises in den Firnräumen weit über die Schneegrenze und der Eisübertritt durch zahlreiche Kammlücken nach Süden zurückzuführen; dann als weitere Folgeerscheinung im engsten Zusammenhange mit der Ortsgunst beim Sinken des Ferneises die große Mächtigkeit, Reichweite, Bestandsdauer, tiefe und späte Abschmelzung der karnischen Eisströme, die nun ungehindert nordwärts abfließen konnten. So brachten Ortsgunst und Rückstau stets ein örtliches Absinken der eiszeitlichen Schneegrenze mit sich, das in seinen letzten, sich freilich immer mehr abschwächenden Wirkungen sogar bis weit in die Rückzugszeit der Eigenvergletscherung fühlbar war.

Die Beschaffenheit des präglazialen Reliefs äußerte sich somit zur Eiszeit in besonderer Ortsgunst für die Firnhaltung und im starken Rückstau. Diese beiden Folgeerscheinungen werden zu überaus bezeichnenden karnischen Eigenheiten, die den dortigen Eiszeitvorgängen sämtlich ihren besonderen Stempel aufdrücken.

Aus der Verfolgung der Strömungslinien vom Pustertaler Scheitel bis zum Eintritt ins Villacher Becken und aus der Mechanik zwischen Fern- und Lokaleis erklärte sich im Gegensatze zur Ansicht FRECH's der völlige Mangel zentralalpiner Geschiebe zwischen Helm und Göriacher Berg sowie das Stranden julischer Gesteine im Tor der Gailitz und auf den östlich anschließenden Höhen, ferner die eiszeitliche Verfrachtung der roten und weißen Trogkofelkalke bis an die Mündung dreier Gräben ins Gailtal. Eigene Beobachtungen in der Karnischen Hauptkette und in den Karawanken führten zu der Ansicht von der bereits tertiären Verschleppung der Porphyrgeschiebe aus dem Raibler Bereiche auf die Nordseite des Gebirges, wo sie während der Eiszeit weiter verfrachtet wurden.

Aus der Geschiebeführung, den Gebirgsformen und den Beobachtungen DESIO's im Einzugsbereiche der Fella konnte auf die gegen Osten immer mehr zunehmenden Eisübertrittspunkte, die Zusammensetzung und die Ausmaße des nach Süden überquellenden Eisstromes geschlossen werden. Daraus ergaben sich der Versuch einer dem präglazialen Relief entsprechenden Darstellung des hocheiszeitlichen Landschaftsbildes und ziffernmäßige Anhaltspunkte über den Gailgletscher, der den Hauptstrang dieses Eisstromnetzes bildete. Bei auffälliger Übereinstimmung des Gailgletschers in der Strecke vom Helm bis zum Wurzner

Paß mit dem Inngletscher von der Öztalmündung bis Kufstein hinsichtlich der Weglänge (110 km) und der absoluten Eishöhe an den Endpunkten (2300, bzw. 1600 m) betrug die Eismächtigkeit des Gailgletschers am Beginne der Vergleichsstrecke um 400 m, an deren Ende um 200 m weniger als beim Inngletscher, nämlich etwa 1200, bzw. 1100 m. Die den örtlichen Verhältnissen angepaßte Gestalt des Gailgletschers wurde in einer Übersicht und in einer Skizze dargestellt. Ein allerdings unvollkommener Vergleich mit dem Fedtschenko-Gletscher, der bisher als der größte rezente Eisstrom mit 77 km Länge und einer Mächtigkeit von 900 m gilt, läßt erst recht die ansehnlichen Ausmaße des Gailgletschers erkennen.

Für den Rückzug der Großvergletscherung stellte sich auf Grund der vorgefundenen Sedimente und Geschiebe die Ablehnung der alten Annahme eines großen Stausees im Lessachtale durch ein späteres Vordringen des Draugletschers bis an den Nordfuß des Karnischen Kammes unterhalb Mauthen heraus. Bei dem Schwinden des Haupttalgletschers sowohl im Gail wie im Lessachtal ist weniger bezeichnend ein abschnittsweises Rückschreiten von Osten nach Westen als vielmehr ein allmähliches Schmälerwerden, Einsinken und Zerbrecen in Toteisschollen unter gleichzeitiger Bildung mehrerer, nach Größe und Zahl wechselnden Schmelzwasserseen. Eine Umkehr der früheren Strömungsrichtung machte sich am Gailberg- und am Kartitschsattel geltend. Abschmelzen im Talraum von unten und Abgleiten der ihrer Stütze beraubten Eisschollen von oben arbeiteten gemeinsam an der Zerstörung. Durch das zunehmende Aussetzen des Gegendruckes war nunmehr die Zeit für das ungehinderte Talausströmen der karnischen Seitengletscher und für ihre stellenweise Vereinigung zu einem schwächlichen Eisband auf dem Boden des Haupttales gekommen. Im Vergleiche zu den Gletschern auf der Südseite der Lienzer Dolomiten erwies sich dieser karnische Eiszustrom nach Masse, Reichweite und Bestandsdauer als bedeutend größer. Das anders ausgebildete Relief, die Ortsgunst und vermutlich auch der noch einige Zeit nachwirkende Rückstau der ohnedies stärkeren karnischen Eigenvergletscherung waren hierfür maßgebend.

Im Anschluß an den Rückzug der Fernvereisung folgt dann ein Überblick der zwischeneiszeitlichen Vorgänge, da sie entwicklungsgeschichtlich schon vor dem Rückzug der Eigenvergletscherung einzu-reihen sind. Wie erwähnt, ergeben sich erst außerhalb des Untersuchungsgebietes, im Klagenfurter und im Fellabecken, sichere Anhaltspunkte für die Zahl der Eiszeiten. Die im Nordbereiche der Karnischen Hauptkette aufgefundenen Ablagerungen dieser Art sind Tone, Mergel, Lehme, Nagelfluh, Gehängebreccien, Schieferkohlen und schließlich Schotter. Sie gehören, soweit ersichtlich, alle erst der eisfreien Zeit an, die der letzten Großvergletscherung unmittelbar voranging. Wegen der allenthalben herrschenden starken Mischung von Schottern und Moränen sind zwar keine sicheren Reste von Liegendmoränen festzustellen; da die Schotter aber häufig auf eisgeglättetem Fels liegen, ging ihrer Bildung offenbar bereits eine Vergletsche-

rung voran. Es ist daher nach örtlichen Befunden mit mindestens einer Zwischeneiszeit, nach den Erfahrungen in Nachbargebieten aber mit deren wenigstens zwei zu rechnen. Die im ganzen Bereiche charakteristische Mischung von Schottern und Hangendmoräne bringt es auch mit sich, daß an Stelle einer deutlichen Grenzlinie fast durchwegs nur eine Grenzzone zu unterscheiden ist, in der sich die Beschaffenheit der Ablagerungen ganz allmählich ändert, bis der Grenzfall erreicht wird. In den Rahmen der zwischeneiszeitlichen Vorgänge fallen ferner anscheinend junge Krustebewegungen. Auf Grund einer Reihe von Anhaltspunkten wurde dem Gedanken Ausdruck verliehen, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen weiträumigen Absenkungen und Änderungen im Talnetz sowie in den Talformen bestehe. Beim Zutreffen dieser Annahme wäre die Wirkung von Wasser und Eis auf weitere Ausgestaltung älterer Formen einzuschränken.

Mit der schwindenden Großvereisung in unmittelbarer Beziehung steht das Rückschreiten der Eigenvergletscherung, das aus den hinterlassenen Moränen ersichtlich ist.

Der Beschaffenheit des präglazialen Reliefs entsprechend, mußte die Eignung des Karnischen Kammes für die Firnhaltung vom Promoser Törl bis zum Wurzner Paß immer mehr abnehmen, wenn man von den besonderen Verhältnissen der drei Kalkklötze Trog-, Roß- und Gartnerkofel absieht. In demselben Sinne wie die im allgemeinen verminderte Ortsgunst mußte sich hier auch die weit geringere Nachwirkung des Rückstaus und die Abnahme der Niederschläge in dem Hinaufrücken der örtlichen Schneegrenze äußern. Wie nach diesen Gesichtspunkten zu erwarten war, steigen tatsächlich die Endmoränen vom Promoser Törl an in größere Höhe. Derart werden in gewissen Grenzen die sanfteren Jungformen der Ostkarnischen Kette vergleichsweise von älteren Moränen bedeckt, während die jüngeren gar nicht mehr zur Ablagerung kamen.

Im Raume Helm—Mauthen waren die Verhältnisse für die Eigenvergletscherung am günstigsten; hier finden sich die ältesten und tiefsten Moränen. Sie wurden im unmittelbaren Anschluß an die absterbende Fernvereisung und unter der kräftigen Nachwirkung des früheren Rückstaus im Haupttale selbst abgelagert. Die seitlichen Gletscherströme vereinigten sich stellenweise noch zu einem schwächlichen Haupttalgletscher. Bei dessen zunehmendem Schwinden, Schmälerwerden und Zerfall wurden die heute nur mehr verschwommenen Endmoränen in Form von meist südseitigen Schutterrassen abgelagert. Sie umschließen bei großer Taldichte bisweilen kuchenartig den Bergfuß benachbarter Talmündungen, reichen mitunter über die Tiefe des Lessachtales nordwärts hinüber und sind sowohl von den umgelagerten Grundmoränen des Haupttaggletschers als auch von den nächst jüngeren Moränen der Seitengletscher nicht verläßlich abgrenzbar. Schuttbestand und Form weisen aber auf ihre Herkunft aus den karnischen Seitentälern hin. Östlich Mauthen sind sie nicht mehr anzutreffen. In ihnen sind die »Alten Gletscherstände« zu erblicken. Eine Unterscheidung

in Bühl- und Schlernstadium nach den derzeit geltenden Gesichtspunkten läßt sich hierbei nicht durchführen; denn es bestand zwar damals kaum mehr ein zusammenhängendes Eisstromnetz im Haupttale, doch war dieses noch teilweise von Toteis bedeckt. Ferner äußerte sich der herannahende Rückzug der Eigenvergletscherung zunächst erst in einem recht ansehnlichen Vorstoß als Folgeerscheinung des früheren starken Rückstaues. Dem Schwinden des Haupttalgletschers entsprach derart ein gleichzeitiges Vordrängen der Seitengletscher. Man wird daher im karnischen Bereiche Bühl- und Schlernstadium, ohne sich an Namen zu klammern, am besten unter der Bezeichnung »Alte Gletscherstände« vereinigen.

Der gesamte Ablauf der Vereisung vom Hochstande bis zur Gegenwart stand, was immer wieder hervorzuheben ist, im Zeichen einer außerordentlichen Ortsgunst durch Lage im Raum, durch morphologische und zum Teil auch meteorologische Verhältnisse sowie bei Beginn der Abschmelzung unter den zeitlich und räumlich zwar verschieden starken, aber nachhaltigen Folgen des Rückstaues. All diese Umstände drückten trotz örtlicher Verschiedenheit doch ständig die Schneegrenze hinab, in günstigsten Fällen bis zu einigen hundert Metern. Nur die Berücksichtigung dieser besonderen karnischen Eigenheiten im Rahmen allgemein anerkannter Erfahrungen kann ein annähernd richtiges Bild der Vorgänge ergeben. Die Karte allein und die bloße Anwendung der sonst gebräuchlichen stadialen Schneegrenzen bietet eine nur unzureichende Grundlage für die Beurteilung des Rückzuges der Eigenvergletscherung auf der Nordseite des Karnischen Kammes. Sie ist wegen ihrer Eigentümlichkeiten anders beschaffen als auf der Südseite der Lienzer Dolomiten.

Innerhalb der durch die örtliche Schneegrenze gegebenen Grenzen traten für Rückzugshalte und Ablagerung der Moränen die morphologische Eignung des präglazialen Reliefs sowie die Schutzlage vor Abschmelzung und Zerstörung deutlich in den Vordergrund. Aus dieser sehr bemerkenswerten Tatsache folgen wieder von Tal zu Tal wechselnde Unterschiede in der Höhenlage und dem Erhaltungszustande der Moränen. Statt deutlicher, durch moränenfreie Strecken geschiedener Endmoränenbögen der einzelnen Stadien sind ferner häufig fortlaufende Übergänge, Spurenzonen, als Anzeiger des Rückzugsrhythmus überaus bezeichnend.

Bei der aus der Skizze ersichtlichen Dreigliederung des Gschnitzstadiums schwankt die Phase I zwischen 750 m (Mauthen) und 1750 m (Osternig) mit einem durch örtliche Verhältnisse weitesten Sinnes begründeten Spielraum von 1000 m. Die Endmoränenbögen steigen im Tiroler Lessachtal von 1300 bis 1400 m, dem Gelände entsprechend, gegen den Kartitschsattel an und sinken im Kärntner Lessachtal bis Mauthen auf 750 m hinab. Am Polinig sind sie in geschlossener Form bis 1500 m hinab zu verfolgen. Im benachbarten Kronhofgraben bleiben sie bereits auf rund 1000 m stecken und beschränken sich im Bereiche des Findenigkofels schon auf den Talhintergrund. Sie ersteigen in den vier großen Sattelgebieten den Alm-

raum, ja sogar die Wasserscheide (1400 bis 1800 m). Nur die Kare der drei großen Kalkklötze entsandten noch kleine Gletscherzungen, deren Endmoränen auf 1200 bis 1300 m liegen. Poludnig und — als letzter — Osternig bargen nur mehr im Gipfelbereich um 1700 m kleine Lokalgletscher. Die Spuren dieses Stadiums liegen daher im Osten höher, im Westen tiefer, die Loslösung vom Haupttalgletscher erfolgte hier später als dort.

Die gleiche Tatsache zeigt sich auch bei den folgenden Stadien. Mit zunehmender Ostlage rücken die Moränenspuren im allgemeinen immer höher hinauf und wandern am Gebirgskörper westwärts mit Abnahme der Eigenvergletscherung. Osternig, Poludnig und Gartnerkofel kennzeichnen jeweilig die äußerste Reichweite im Gschnitz- und im Daunstadium. Die Staffelung der Wallformen und Blockkränze entspricht dem Ausklingen in das Eggenstadium. Frührezente und rezente Spuren eines größeren Vorstoßes in historischer Zeit sind weder durch Beobachtungen noch durch Sagen oder Chroniken zu belegen, solche kleineren Umfanges jedoch in der Kellerwandgruppe anzunehmen. Infolge besonders gut geschützter Lage überdauerten vielleicht letzte kümmerliche Firnreste des kleinen Eiskargletschers in Schluchten und am Wandfuß sogar die postglaziale Wärmezeit; eine Entscheidung hierüber kann jedoch nach dem jetzigen Stande der Klimaforschung derzeit noch nicht gefällt werden. Er ist heute der einzige wirkliche Gletscher der Karnischen Hauptkette; im oberen Valentin- und Wolayer Tal liegen trotz einiger gletscherähnlicher Erscheinungen lediglich schwindende Firnfelder (SRBIK, Z. f. Glkde, XIX, 1931, 150 und XX, 1932, 124).

Die Gesamtheit der Rückzugserscheinungen ließ ihren Zusammenhang mit der Großvergletscherung erkennen, keine Abtrennung als selbständige »Schlußvereisung«, sondern nur Spuren eines unmittelbar anschließenden, einheitlichen und einmaligen, bloß durch zeitweise kurze Halte und Vorstöße verzögerten Rückzuges bis in die hintersten Talwinkel. Eine vorübergehende Klimaverschlechterung mußte sich natürlich auch in der Karnischen Hauptkette geltend machen; sie fiel jedoch mit den weit in die Rückzugszeit der Eigenvergletscherung fühlbaren, wenn auch immer mehr abgeschwächten Nachwirkungen des einstigen Rückstaus und der andauernden Ortsgunst zusammen. So äußerte sich die Klimaschwankung nur in einem zeitweisen Anschwellen des Resteises, verschmolz aber mit dem unaufhaltensamen Rückzuge zur untrennbaren Einheit.

Darüber hinaus führte der Vergleich mit gegenteiligen, in anderen Arbeitsgebieten gewonnenen Ergebnissen der Eiszeitforschung zu der Feststellung: wir kennen keinen einheitlichen Rückzugsrhythmus der Eigenvergletscherung in den Alpen. Die Alternativfrage »Rückzugsstadien oder Schlußvereisung?« ist nicht nur vom Standpunkt einer vorübergehenden Klimaänderung mit Ja oder Nein zu beantworten. Diese Vorgänge sind auch weitgehend von den morphologischen und sonstigen Eigenheiten der betreffenden Gebirgsgruppe abhängig. Sie konnten beim Zutreffen der Vor-

bedingungen zu einer interstadial allenfalls abtrennbaren sog. Schlußvereisung führen, sie mußten jedoch nicht unter allen Umständen überall diese Formen annehmen. Auf der Nordseite des Karnischen Kammes waren diese Bedingungen aber nicht gegeben.

Von den Wirkungen der Vereisung auf die Großformen seien nur einige Punkte hervorgehoben. So in den alpinen Haupttälern die zumeist weniger beachtete große Wahrscheinlichkeit einer zeitweisen Verstärkung der Krustenbewegungen durch den Eisdruck. Dessen Ausmaß übertraf anscheinend unter Umständen (tektonische Naht, Konfluenz, große Eismächtigkeit, geringes Gefälle) die oft stark überschätzte Schurfwirkung. Der Ferneisstrom ließ die Aufragungen der alten Gebirgsoberfläche als Ganzes nahezu unberührt, die langwährende Eigenvergletscherung äußerte sich vornehmlich durch Frostverwitterung an den Hochgebirgsformen. In den hoch aufgefüllten Seitentälern wirkte das Eis auf die fluviatilen Vorformen der präglazialen Stockwerkslandschaft in enger Abhängigkeit von seiner eigenen lebendigen Kraft, seiner Wirkungsdauer, der Beschaffenheit und Lagerung des Gesteins bald versteilend, bald abschleifend. Das Gestein bestimmte auch die Bestandsdauer der Formänderungen. Sie ist im Karnischen Kamm verhältnismäßig gering, am größten noch im devonischen Riffkalk. Das langsame Ansteigen und Überquellen der Firn- und Eismassen in den zumeist aus wenig widerstandsfähigen Gesteinen bestehenden Sattelgebieten vollzog sich viel weniger formprägend als etwa in den Zentralalpentälern.

Bei Untersuchung der Kleinformen ergab sich u. a. im Gegensatz zu FLÜCKIGER die Auffassung der Rundhöckerfluren als unfertige Formen in enger Beziehung zur Gesteinsbeschaffenheit. Die von FRECH überschätzte Bedeutung der glazialen Rotation und Korrasion (Ausschleifung) für die Bildung der Seebecken konnte auf Grund der Beurteilung von 50, teils bestehenden, teils bereits verlandeten Seen des Bereiches auf ein sehr bescheidenes Maß zurückgeführt werden. In der Regel, gewiß nicht immer, handelt es sich, besonders bei kammnaher Lage, um Abfuhr des lockeren Verwitterungsschuttes aus bereits vorgefundenen, tektonisch entstandenen und schon fluviatil ausgestalteten Hohlräumen, meist nicht um Ausschleifung neuer, sondern um bloßes Ausschürfen oder Ausräumen alter Becken und um die eine Zuschüttung verzögernde Schutzwirkung von Toteis, Firn und Lawinen. Wie bei den Großformen zeigte sich auch in Einzelheiten eine nur mäßige Überarbeitung der fluviatilen Vorformen durch das Eis und eine druckartige Auslese der härteren Gesteinszonen zu schärferen Reliefunterschieden.

Die eiszeitlichen Umformungen werden in anderer Art, aber gleichfalls in enger Abhängigkeit vom Gestein, durch die Vorgänge der geologischen Gegenwart fortgesetzt. Für den nacheiszeitlichen Vorläufer des berichtigten Bergsturzes von der Villacher Alpe i. J. 1348 finden sich kleinere Vergleiche im Innern der Karnischen Hauptkette; auch sie stehen in un-



mittelbarer Gefolgschaft der schwindenden Vergletscherung. Blockwerkbildung und Schuttmantel sind die beiden Grenzfälle der Verwitterung im Gebirgsinnern, Schuttkegel die bezeichnende Äußerung des Abtrages im Haupttale. Die Verkarstung fand durch die vorangegangene Eisarbeit im flachliegenden Kalk günstige Vorbedingungen. Bei der Entwicklung der Doppelgrate wirkten die rezenten Schneeverhältnisse mit, die auch sonst auf die Umgestaltung der Kleinformen Einfluß nehmen. Die erosive Wasserarbeit kämpft andauernd mit der Schuttbildung und baut die interglazialen Vorgänge weiter aus.

---