

Traunseite, westlich der Feldzeugmeister Beck-Brücke über die Traun. Die protestantische Kirche liegt auf einer der unteren, das Konglomerat durchschneidenden Erosionsterrassen und ebenso der Teil von Bad-Aussee S des Kurparkes. Tiefer gelegenen postglazialen Terrassen entlang der Traun begegnen wir dann auch S von Wald an der linken Talseite (2 Terrassen), beim Wirtshaus Wald an der rechten Talflanke sowie N davon am linken Ufer (2 Terrassen).

Ferner sind entlang der Grundlseer-Traun korrelierte postglaziale Terrassen mehrfach vorhanden, so gleich N der Kirche von Bad-Aussee die tiefste Terrasse; es folgen dann die Kirchenterrasse und Friedhofsterrasse in 8—10 m Höhe über dem Fluß. Mehrere postglaziale Terrassen sind schließlich bei Gallhof am linken Ufer der Grundlseer-Traun wahrzunehmen, die sich zwischen den höheren Moränen einschalten.

An das Ausseer Mittelgebirge knüpft sich die größere Siedlungsdichte; zahlreiche Gehöfte sind hier verstreut, während die Marktsiedlung von Bad-Aussee selbst die tiefsten Terrassen und die breiter gewordene Talsohle einnimmt.

Kargliederung am Knallstein

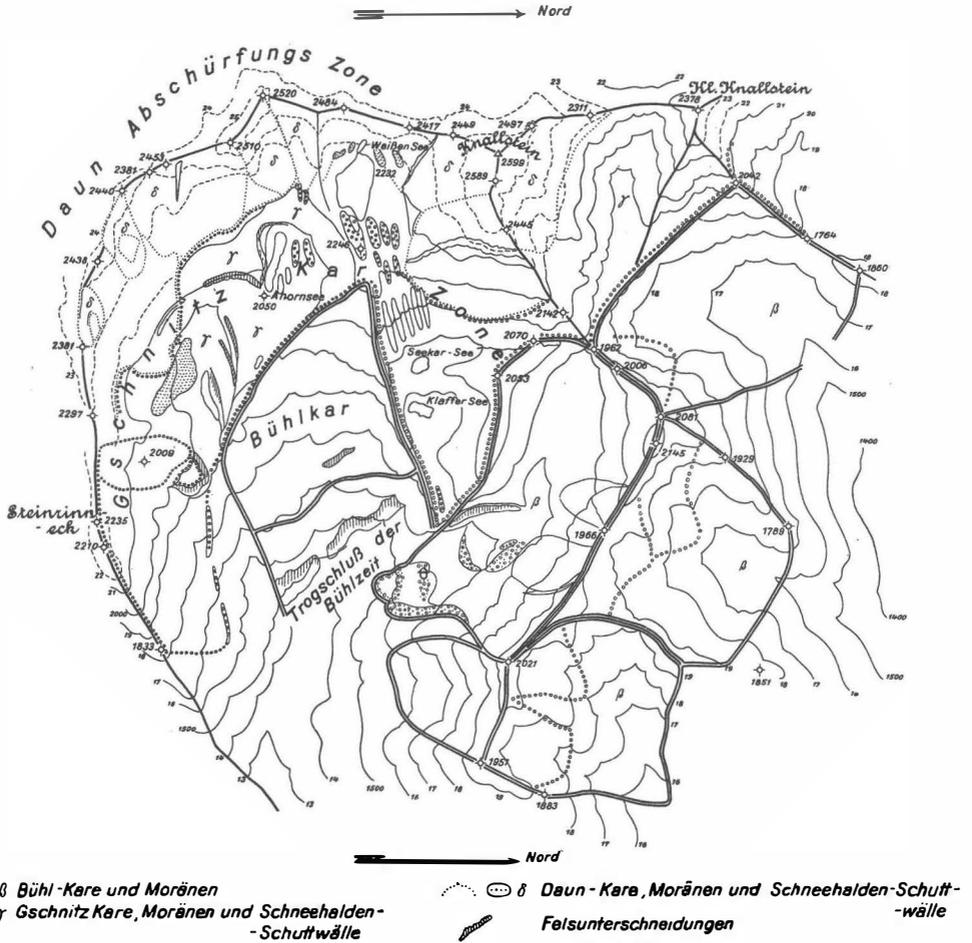
(Niedere Tauern).

Von **R. Lucerna.**

Mit 1 Kartenskizze auf Tafel VI und 2 Abbildungen im Text.

Einleitung.

Bei Stein in das Ennstal mündend, wirft das Groß-Sölkthal das Problem der Einmündung eines Tauern-Quertales in ein alpines Längstal auf. Dieses Problem ist zwar seit Pencks: Alpen im Eiszeitalter längst gelöst, allein manche Unstimmigkeiten im allgemeinen und so viele Fragen knüpfen sich daran, daß es sich lohnt, so und so viele Beispiele zu sammeln, von denen hier eines und auch das nur andeutungsweise behandelt werden kann. Da soll zunächst auf den Unterschied zwischen Hohen und Niederen Tauern-Tälern im Stufenbau hingewiesen werden, indem solche zweifellos in beiden zur Ausbildung gelangten, in den Niedern Tauern-Tälern aber noch vorhanden sind, welche hier wahrscheinlich schwächer ausgebildet wurden, aber auch weniger stark der Zerstörung anheimfielen, während lange Hohe Tauern-Täler im S glatte Sohlen haben (Isel, Mölltal) und erst in allernächster Nähe des Hauptkammes, infolge der Unruhe der jüngsten Rückzugsstadien



Kargliederung am Knallstein.

Nach der Original-Aufnahme 1:25.000 von Dr. R. L.

und der Mangelhaftigkeit und Unausgeglichenheit ihrer rückschreitenden Stufen-Erosion die Stufen zu Tage treten (Gegend von Heiligenblut, ober Windisch-Matrei) und erhalten sind. —

Da ergibt sich als zweites Problem das der *Stadialterrassen*. Bekanntlich führt sich die Gliederung des Eiszeitalters in 4 durch Inter-glazialzeiten getrennte Eiszeiten nicht nur auf Moränengürtel, sondern vor allem auf vier Schotterssysteme zurück, welche ein bestimmtes Verhalten zueinander zeigen und sich besonders auch durch Selbständigkeit ihrer Unterlagesockel kennzeichnen. Penck und Brückner haben nun in dem obgenannten Werke ganz gelegentlich auch Bühlschotter angedeutet (so l. c. S. 319), also Schotter des ältesten Rückzugsstadiums, aber weder hier noch an anderer Stelle von Stadialschottern gesprochen. Der Verfasser, dem es darum zu tun war, in ganz einheitlicher Weise nicht nur Moränen und Schotter den Eiszeiten, sondern auch den postglazialen Stadien und zudem alle zukommenden Erosionsformen, und zwar jedem Teile nach Maßgabe seiner Größe, Zeit und Umstände zugeordnet zu wissen, hat zuerst eine Gliederung des postglazialen Alluviums, und zwar im Vorfeld der Liptauer-Alpen durchgeführt, wo bei der zwar geringen Sprunghöhe dieser Terrassen, die Verhältnisse durch den Nachweis eozäner Sockelausstriche besonders günstig lagen. Seitdem entzog sich die Gliederung der Stadialschotter, deren Verbindung durch Übergangskegel mit den betreffenden Stadialmoränen sich ebensogut nachweisen ließen wie bei eiszeitlichen Moränen, nicht mehr der Aufmerksamkeit des Verfassers und glaubte dieser in den Stadialschottern eine notwendige Ergänzung des Formenschatzes der Eiszeitlehre aufstellen zu können. Eine Erweiterung erfuhr diese Anschauung, daß ebenso, wie etwa ein Schuttkegel eine Basis hat, die durch die Abnahme des Gefälles bestimmt ist, über die er nicht wesentlich hinausgeht, auch den Stadialschottern, denen ein bestimmter Absonderungsraum im Hochgebirge (oder Gebirge), als Quellgebiet entspricht, ein natürlicher Endpunkt wenigstens ihres Erweiterungsgebietes (in breiterem Felde) gegeben ist. In alpinen Gebirgsgruppen, die hoch in die stadiale Schneegrenze aufragen, ist dieser Endpunkt jungstadialer Terrassen der Aufmerksamkeit eher entgehbar und jedenfalls weiter hinausgeschoben; im Altvatergebiete des Hohen Gesenkes, und zwar unter dem Mohrakessel, wo unter den von mir dort festgestellten Moränen die Niederterrasse einen prächtig sich ausdünnenden Kegel besitzt, ist der „Endpunkt“ einer dieser erst breit eingeschalteten Stadialterrassen mit aller wünschenswerten Bestimmtheit erhalten. Der verhältnismäßig nahe Fußpunkt der Stadialterrassen vom Fuße des Gebirges, welcher auf ein geringes Eintauchen ihres Abson-

derungsgebietes und des Gebirgshauptes in die stadiale Schneegrenze hinweist, erklärt auch, warum z. B. an den mährischen Flüssen, im engen Einschnitt der Niederterrassen, dem Niederterrassenkanal, von allgemein ziemlich gleichbleibender Tiefe, die Alluvialterrassen so gut wie verschollen oder auf sehr geringe Reste zurückgedrängt sind, weil ihrer talbildenden Kraft die Schottermasse fehlte, die Niederterrasse zurückzudrängen und in die Weitung das eigene Schotterfeld einzusetzen. Daher finden sich in diesen Gebieten nur in geringen Ausnahmen die schmalen Streifen von alluvialen Terrassen.

Das dritte Problem betrifft die Selbständigkeit der Stadien. Unter Selbständigkeit der Stadien verstehe ich nicht die Stadien als Vorstoßperioden, wie sie im vorhin genannten Werke häufig entgegnetreten, für welche gewiß zusagende Auffassung ich hier kein weiteres Material beibringe; für ihre Selbständigkeit genügt eine längere Verweilungszeit, hinreichend zur Ausbildung von eigenen Moränen, Schottern und Erosionsformen und gehörige Unterscheidung und Abstand von früher und später. Es ist klar, daß das Hauptgebiet der Stadien (gemeint sind die drei postglazialen Rückzugsstadien β , γ , δ = Bühl, Gschnitz, Daun) die kleineren und damit namentlich auch die steileren Gletscherentwicklungen betrifft. An solche knüpfen Penck und Brückner mit Vorliebe stadiale Erörterungen; sie fand ich, während des Erscheinens ihres Großwerkes, ohne von ihnen noch Kenntnis zu haben, ebenfalls gesondert in einem Kalkgebirge auf. Die großen Talgletscher sind den Stadien sichtlich ungünstiger. Die Anschwemmungen der breiten hin- und herpendelnden Flußbänder fegten ihre Spuren hinweg. Schon im Antholztal, meiner ersten diesbezüglichen Taluntersuchung, fand ich sie an den Hang gedrängt. Es gibt wohl Fälle, wo sie sich ausnahmsweise im Talgrunde „wie durch ein Wunder“ erhalten haben. Wenn wir sie nicht finden, glauben wir ebensowenig, daß sie abgesetzt wurden, wie daß einst Stufen vorhanden waren, wo solche heute fehlen. Wir brauchen immer reale Beispiele beim Mangel von Dingen, die wir hinzudenken sollen. Und was wir nicht sehen, ist uns so unwahrscheinlich wie etwas, das nie gewesen. Ein solches Beispiel finden wir am Schlattenkees, Ostseite Venedigergruppe, wo der rezente Gletscherbach die prächtige frührezente Moräne eben anschneidet und sich anschickt, sie zu verflüssigen und verschwinden zu machen. Solche Aufräumarbeiten können bei großen Trümmern Massen kleiner Gletscher die kleinen Bäche bei steilem Gefälle, das ihnen die Möglichkeit zeitlicher Ausweichung nimmt, nicht verrichten. Die Untersuchung großer Gletscher, wie z. B. des Mölltalgletschers, hat ergeben, daß sich bei den zahlreichen Halten nicht ein Rest im Talgrunde findet. Daher sieht es bei der Untersuchung der

Stadien ähnlich wie mit der Bestimmung der Schneegrenzen aus, bei der wir auch die kleinen Gletscher bevorzugen. Nun tritt aber die Frage in den Vordergrund, ob sich die Selbständigkeit der Stadien mit einem Emporschnellen der Schneegrenze um jeweils 300 m mit neueren Fortschritten vereinigen läßt. Mit anderen Worten, ob sich der Rückzug in kontinuierlicher, von kleinen Halten regelmäßigen Abstandes unterbrochener, also sukzessiver oder rhythmischer und temporärer Weise vollzog. Jedenfalls scheinen für diese Fragestellung die Jahresmoränen de Geers, die sich in so schöner Weise in Südschweden gefunden haben, mitbestimmend gewesen zu sein. Wenn ich ein alpines Beispiel heranziehe, so haben wir im Mölltalgletscher der Gschnitzzeit allerdings ein Stadium, dessen Moränen sich über mehr als 40 km verteilen, freilich um mehrere, wenn auch ausgedehntere Halte deutlich gruppieren. Es fragt sich, ob sich ein Talgletscher mit seinen sehr in die Länge verzettelten Erscheinungen zur Untersuchung der Selbständigkeit der Stadien eignet. Lange vor dieser Fragestellung und unbewußt im Sinne dieser Frage arbeitend, handelte es sich mir darum: womit ist ein Stadium ausgefüllt oder wie ist es gegliedert? Von der Beobachtung ausgehend, daß in den frührezenten Moränen der Montblancgruppe Moränensummen ähnlicher Gletscherauflänge vorzuliegen scheinen und 2. daß steil gehender Gletscher Moränen dichtgedrängter beisammen liegen, flachgehender jedoch über größeren Raum verteilt sind, suchte ich bewußt für alle drei Stadien wenig geneigte Endgebiete auf und legte sie kartographisch fest. Dabei kam mir der Zufall zu Hilfe. Ich fand ein Daungebiet wie nie zuvor oder nachher mit etwa 50 Wällen und Drei- bis Viergliederung mit einer Hebung der Schneegrenze um jeweils etwa 100 m; ferner ein Gschnitzgebiet am Langkofel mit vielen Wällen, einer mehrfachen Gliederung, sowie in sehr vielen Fällen eine Zweigliederung der Gschnitzstadialterrasse. Endlich in der Hohen Tatra ein schon Partsch bekanntes und ähnlich gedeutetes, flach gehendes Bühlmoränengebiet von mehreren Kilometern Länge; ferner in den Norischen Alpen Andeutungen einer jeweils um 100 m sich hebenden Bühl-schneegrenze. Aber in all diesen Fällen herrscht Kontinuität höchstens innerhalb eines Stadiums, obwohl sich auch darin unschwer betonte Stellen feststellen lassen werden, nicht aber verfließen die verschiedenen Stadien ineinander. Und wie gesagt, es wurden flachgehende Strecken besonders ausgewählt, die — von den Talgletschern abgesehen — zu den Seltenheiten gehören, bei denen wegen der Verteilung auf geringe Höhen eine gegenseitige Annäherung leichter eintreten kann als sonst. Vom Standpunkte der Kontinuität werden also Talgletscher und gestreckte Stadien flacher Gebiete nicht mit gutem Grunde als beson-

dere Beweisstücke heranzuziehen sein. Bleiben also die steilergehenden Gletscher mit stark und oft stufenweise getrennten Stadien. Dazu kommt noch eins. Es gibt wohl abgegrenzte Kare übereinander. Sie setzen getrennte Schneegrenzen und getrennte Bildungszeiten voraus. Die Einprägungszeit eines Kares setzt längeres Verharren und Verweilen in einer Lage voraus. Bestimmten Gletschern entsprechen bestimmte Kare. Ein kontinuierliches Zurückweichen müßte die Kargrenzen verwischen. Diese aber sind prägnant. Es gibt natürlich sehr verschiedene Möglichkeiten, wobei man nur jede aus sich selbst heraus erklären soll. Aber bei gehöriger Auswahl und Durchschnittsbildung scheint mir die Selbständigkeit der Stadien hervorzugehen: 1. aus der Selbständigkeit der Stadialterrassen, 2. aus dem Abstand der Stadien (Moränen) bei mittleren und steilen Gletschern, 3. aus gesonderter und scharfer Karbildung.

* * *

Über solche gesonderte, scharfe Karbildung und verschiedene alte Kare soll nun folgender Aufsatz in einem Einzelvorkommnis Mitteilung machen.

Daß hiezu der große Knallstein gewählt wurde, ist kein Zufall, liegen doch die Verhältnisse hier z. T. ausgebreiteter und deutlicher als sonst. Dem Niederen Tauernkamm zwischen Groß- und Klein-Sölkthal, dem das Knallsteinmassiv entragt, ist dieselbe Asymmetrie der Kammlage zwischen den beiderseitigen Bergfußlinien eigen, die anlässlich der Studie über den Klafferkessel¹ als allgemein in den Niederen Tauern geltend hervorgehoben wurde. Diese Asymmetrie kommt, wie Krebs² anführt, auch in fluviatilen Gebieten vor, doch ist sie Gletschergebieten besonders eigen, weil hier die Exposition die Wirkungen sehr verschärft und wesentlich verstärkt. Der hier auftauchende Gedanke ähnlicher Formen durch verschiedene Kräfte, dem ich bereits seit Jahren Gewicht beilege, findet sich auch bei Obst (A. Supan-E. Obst, Grundzüge der physischen Erdkunde, Bd. II, I. Teil, 1930, S. 408) betont. Die Asymmetrie der Kammlage ist hier eine so große, daß an einer Stelle (beim Goadeck) der Westhang 875 m, das Ostgehänge 3875 m Basisbreite hat.

Über die Kare, die seit langem Gegenstand der Betrachtung sind³,

¹ Lucerna R., Der Klafferkessel in den Schladminger Alpen. Ztschr. D. u. Ö. Alpenvereins 1924.

² N. Krebs, Die Ostalpen und das heutige Österreich. 2. Aufl. 1928, Bd. I, S. 53.

³ Karliteratur bei A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter 1909. — Richter Ed., Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Erg.-Heft 132 zu Peterm. Mitt. 1900. — Partsch J., Die Hohe Tatra zur Eiszeit 1923.

hat F e l s eine Sonderabhandlung veröffentlicht. Nach ihm sind Kare teils g azial umgestaltete fluviale Einzugstrichter (die Schneegrenzkare), teils, wenn hoch über der eiszeitlichen Schneegrenze gelegen, nach seiner Ansicht vom Eise nur wenig veränderte Anfänge präglazialer Täler. Zu dieser Ansicht führt ein Sprung über eine Formenentwicklung, zu deren Erklärung hier einiges Nähere beigetragen werden soll. Daß fluviale Einzugstrichter früher waren und beim Niederlassen des Firns vorzugsweise von diesem aufgesucht und ausgestaltet wurden, liegt auf der Hand. D a z u tritt nach der hier vertretenen Auffassung 2. eine weitgehende U n a b h ä n g i g k e i t der Karbildung von fluvialen Vorformen, 3. eine vollkommene Verwischung einer etwa vorhandenen fluvialen Anlage durch Formengesellschaften mit glazialen Sondergepräge und 4. bei den jüngeren Karsystemen eine Anknüpfung an glaziale Vorformen und deren oft durchgreifende Umgestaltung, so daß die Anknüpfung an fluviale Vorformen abgerissen erscheint und selbst fluviale Mittelformen, also in Glazialformen eingesetzte Fluvialformen, kaum oder wenig in Betracht kommen dürften. Denn wenn wir die heutige Zeit als interstadial betrachten, was durchaus nicht notwendig ist, so fesselt in eisfrei gewordenen Kargebieten das Erstaunen über die Geringfügigkeit fluvialer Einschnittformen, denen m e i s t vollkommen die Fähigkeit erman gelt, ein Kar in einen Fluvialtrichter rückzuwandeln. Ja, einsitzende Schneemulden, die doch einen Abfluß haben mußten, mahnen, bei der häufigen Geringfügigkeit seines Einschnittes auch bei steilen Felswänden neuerlich zur Vorsicht, in dieser Hinsicht zu weit gehende fluviale Wirkungen in der Postglazialzeit anzunehmen ¹.

In dieser, lange vor F e l s' Abhandlung ² angenommenen, viel weiter gehenden Karentwicklung liegt auch schon eine Altersgliederung angedeutet. Für die Annahme verschieden alter Glazialkare nehme ich die Priorität in Anspruch. In R i c h t e r s: Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen, ebensowenig wie in P e n c k und B r ü c k n e r: Die Alpen im Eiszeitalter finden wir verschieden alte Kare angenommen. In meinen Studien in den Steiner Alpen ³ fielen mir die k o n g r u e n t e n

¹ In M a c h a t s c h e k's Geomorphologie, 2. Aufl. 1934, ist eine solche Rückumwandlung (einer „Schieferlandschaft in den französischen Alpen“) abgebildet (S. 107). Das sehr instruktive Bild von L i c h t e n e c k e r betrifft wohl besondere Umstände, die in den mir bekannten Teilen der Alpen zu den Ausnahmserscheinungen gehören. Dagegen dürfte die Zerschneidung glazialer Formen im Himalaja durch fluviale Wirkung — allerdings auch nur aus Einzelbildern beurteilbar — allgemeiner sein, was nur zu schnell zu einer Leugnung glazialer Formen überhaupt führen dürfte.

² E. F e l s, Das Problem der Karbildung in den Ostalpen. Erg.-Heft zu Peterm. Mitt. Nr. 202, 1929.

³ L u c e r n a, R., Gletscherspuren in den Steiner Alpen. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, IV, 1906.

Formen von kleinen Kargletschern, Karform und Endmoränenbogen vereinzelt, so östlich und westlich des Grintouc u. a. o. so sehr auf, daß ich an Stadialkaren nicht zweifeln mochte; doch ist der Kalk mit seinen Lösungsformen da wenig geeignet, scharf zu begrenzen und allgemein in Erscheinung treten zu lassen, daß es nahe lag, mit dieser Meinung noch zurückzuhalten¹. Die von Krebs seinerzeit angenommene, von damals stammende Bezeichnung „Hochtrogl“ zeigt jedoch, daß die Annahme verkleinerter Wiederholung erosiver Formen mit zunehmender Höhe bereits auf dem Wege war. Die Annahme verschieden alter, und zwar glazialer ineinandergeschalteter Kare wurde zuerst in meiner Abhandlung über die Liptauer Alpen aufgestellt (1908)². Seitdem ist die Frage in den unveröffentlichten Abhandlungen über die Hochalm, das Antholzthal, und in der veröffentlichten über die Montblancgruppe³ über Stadialkare behandelt worden. Eine grundsätzliche Beobachtung in der Hochalmgruppe änderte meine ältere Anschauung ab, oder erweiterte sie, wobei es samt den sich ergebenden Folgeerscheinungen blieb, und damit die ganze Anschauung der Gipfelumformung eingeleitet wurde. Außer mir schrieben über altersverschiedene Kare Hauptmann und Heritsch⁴, von welcher Abhandlung ich, nachdem sich lange Zeit meine Anschauungen in der angedeuteten Richtung bewegt hatten, erst in der Nachkriegszeit erfuhr, da mir bis in die 30er Jahre eine geographische Bibliothek nicht zur Hand war. Es ist das Verdienst von Hauptmann und Heritsch, in der Bösensteingruppe Bühlkare (somit ein Stadialkar) angenommen zu haben, die sich von eiszeitlichen oder Würmkaren unterscheiden⁵. Mit dieser Ansicht stimme ich überein und man hätte erwarten können, daß sich die Studien über Kare in dieser Richtung fortentwickeln würden.

Ehe auf die Erscheinungen am Knallstein eingegangen wird, ist es nötig, die allgemeine Sachlage im Groß Sölk-Tale kennenzulernen.

¹ Andeutungen hievon l. c. S. 69.

² Lucerna R., Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. der Wiss. in Wien, math.-natw. Kl. 1908.

³ Lucerna, R., Morphologie der Montblancgruppe. Erg.-Heft 181 zu Peterm. Mitt. 1914.

⁴ L. Hauptmann und F. Heritsch, Die eiszeitliche Vergletscherung der Bösensteingruppe. Sitz.-Ber. der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, math.-natw. Kl. 1908.

⁵ Die Kare, welche ich in der Hochalmgruppe fand, waren keine Bühlkare, sondern jünger: Gschnitz- und Daunkare; auf derselben Forschungsfahrt hatte ich selbständig Bühlkare in geringerer Höhe nachgewiesen, und zwar in den Norischen Alpen. Bühlkare waren nicht nur unabhängig gefunden worden, sondern außerdem verschieden alte Stadialkare, und zwar für alle drei Stadien.

Groß Sölk-Tal.

Das vereinigte, wenige Kilometer lange Mündungsstück des großen und kleinen Sölktales endet mit hoher, schluchtdurchschnittener Mündungsstufe bei Stein an der Enns. Der Vorüberstrich der Würmmoränen des Ennsgletschers ist am linken Torflügel in mindestens vier Hauptstufen deutlich ausgeprägt. Die unterste, eine Art Sperrmoräne, weist hinüber zu jenem Stufenteil rechts der Talmündung, den der aus der Engschlucht tretende Fluß spornförmig lospräpariert hat. Die dritte Ennstalmoräne von unten umfaßt einen deutlich ins Sölkthal hineinreichenden Zungenlappen. Sonst liegen auf dem hochgelegenen Würmtalboden der vereinigten Sölktäler weitflächige Stauschotter der Sperrmoräne.

Wo man sich bei Groß Sölk der Vereinigungsstelle der beiden Sölk-Täler nähert, ändert sich das Bild auf einmal. Eine Waldschattenbucht schließt das Talstück ab, darüber der bewaldete, kogelförmige Torkopf des Klein Sölktales. Allem aber vorangestellt ist der gewaltige Stufenrest auf der Groß Sölk-Seite gegenüber. (Wer von Osten Kufstein sich nähert, wird auch da unschwer den stark abgetragenen und hinterhöhlten Rest der Mündungsstufe des Inntals nahe bei seinem Austritt aus den Alpen erkennen.) Hier gewann ich vor Jahren die Einsicht über die Vergänglichkeit der glazialen Talstufen. Wer auf der Klein Sölk-Straße geht, sieht wie eine Art Nußschalenrand den Stufenrest auf der Groß Sölk-Seite. Alles oberhalb ist hinterhöhlt. Denn über der Stufe folgt kein höherer Talboden, sie stößt in Luft aus. Das Talbecken hinter ihr ist versenkt. Sie selbst ist nur ein halber Rest und dieser von rückwärts her ausgehöhlt, losgeschürft. Daher liegen hinter ihr die zwei mächtigen Dämme von Hinterhöhlungs- und Grundmoränen, die man sofort, wie auch einen grauen Brei-Aufschluß von Grundmoräne, wahrnimmt, wenn man vom Sattel des Schloßgasthauses in das jüngere Zungenbecken dahinter mit der Straße absteigt. Auf der Höhe des hinterhöhlten Stufenrestes thront Schloß Sölk. Wir haben also: Ennsgletscher-Vorüberstrich in vier Etappen, die hereinreichten; Sölktaalmündungsstufe, durchschnitten mit auflagernden Ennsgletschermoränen und Stauschotter zur Sperrmoräne; vorgeschobene Vereinigungsstufe des Sölk-Tales (an ihrer Talvereinigung), benützt zur Zeit der Einmündung des Sölk-Würmgletschers in den höheren Ennsgletscher; Reduzierung (Deformierung) dieser Stufe und Hinterhöhlung durch jüngeren Sölk-Würmgletscherstand — nach Trennung vom Hauptgletscher, — der einem tieferen Hauptgletscherstande entsprechen mochte.

Vom Sölk-Sattel senkt sich die Straße südwärts mehrfach unentwässert im Hang und erreicht nun offenbar den Beckengrund des hier

nicht mehr schluchtartig engen, sondern breit gewordenen Talbodens und damit ein anderes Regime. Nunmehr wechseln die Segmente niederer, talbodenausfüllender Terrassen mit großen, aus den steilen Seitengraben hereinströmenden Schuttkegeln mit ihren 20—30 m hohen, jähren Anschnitten ab oder gruppieren sich zu Formengesellschaften. Es ist klar, daß die niederen Talbodenterrassen und seitlichen hohen Hauptschuttkegel zweien verschiedenen Zeiten angehören müssen, zu großen-, zu formenverschieden sind sie einander gegenüber, wie zu gleichartig untereinander. Das Ausklingen der Haupttalwirkung und der Einbau der Seitentalwirkung treten hier scharf aneinander heran. In analoger Weise mit anderen Tälern hätten wir es mit stadialen Gschnitztalbodenterrassen und älteren stadialen, nämlich Bühllhangkegeln, zu tun. Die Frage, wohin mit den Hangschuttkegeln, die oft merkwürdigerweise, trotz ihrer Mächtigkeit, auf nur eine Hangleiste zurückgedrängt worden sind, löst sich nun recht eindeutig am Moditzenberg. 1933 m. Hier ist neben zwei Muldenanfängen ein deutliches, begrüntes, eckständiges Hochkar vorhanden, das von etwa 1950 bis 1636 m herabreicht und mit den benachbarten, höher randenden Muldenanfängen nach unten deutlich begrenzt wird. Hochkar aber können wir ein Kar nennen — unbeschadet seiner absoluten Höhe —, welches sich unmittelbar an die Kammlinie anheftet. Die Kammlinie, ein Seitenableger des Knallstein-Kammes, bildet hier eine Ecke, von der dreiseitig die Pfeilerabsenkungen nach den Tälern beginnen. Daher, aber nicht nur darum allein, kann man dieses Kar ein Eckkar nennen, wegen seiner eckständigen Lage in bezug auf den Kamm, ja die Gruppe, aber auch deshalb, weil eine solche Randlage, absolut geringerer Höhe und Ausbreitung, sich für die Gliederung der Kare nach ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Stadien vortrefflich eignet. Haben doch Penck und Brückner¹ in ihrem berühmten Werke, angesichts der Schwierigkeit, die Schneegrenzen der eiszeitlichen Riesengletscher irgendwie greifbar zu bestimmen, namentlich die kleinen, mehr isolierten Kargletscher an den Rändern der Gruppe, die eine Verdeutlichung der Verhältnisse auf engem Raume ermöglichen, vorzugsweise ausgewählt, um die Schneegrenzen der Eiszeit und der nacheiszeitlichen Stadien sowohl untereinander wie nach ihrer gruppenweisen Verschiedenheit festzulegen. Aber auch für die Bestimmung der Karzugehörigkeit ist dieses Verfahren das naturgegebene und es sei nicht angestanden, die ostexponierte, eckständige Karschüssel, die auch mit ihrem unteren scharfen Rande über der durchschnittlichen eiszeitlichen Würmschneegrenze gelegen ist, dagegen von der 1800 m Isolypse, der häu-

¹ A. Penck und Ed. Brückner, a. a. O., S. 545—547, S. 585 u. a.

figen Schneegrenzhöhe der Bülhzeit geschnitten wird, für ein wohlumgrenztes Bülhkar zu erklären. Es fungiert in bezug auf den folgenden über 500 m hohen Abzugskanal wie ein Einzugsstrichter, worauf aus ersterem in etwa 1100 m Höhe die Spitze des Schuttkegels tritt, in dem wir eine jener großen angeschnittenen Hangablagerungen wiedererkennen, die uns bereits vorhin im Gegensatz zu den Talbodenterrassen beschäftigt haben. Damit ist sofort Licht über die zeitliche Stellung all der ähnlichen großen Hangschuttkegel taleinwärts geworfen. Sie sind Bülhkegel. Sie entsprechen einer noch relativ tiefen Lage der Schneegrenze, durch die noch weite Bereiche der oberen Kammpartien in das Gebiet heftiger gletscherlicher Schuttabsonderung gerieten und noch eine namhafte flankierende Talzuschüttung, und zwar eben in den vom Würmeise verlassenen Talraume, geleistet werden konnte. Der genannte Abzugskanal, von über 500 m, der fluvialer Entstehung durch den Gletscherbach des oben sitzenden Bülhkargletschers, diesen mit seinem losgerissenen Schutt- und Übergangskegel in der Tiefe verbindet, ist überdies ein wunderbar regelmäßiger Einschnitt (bei Gefälle von 23° und mehr), buschbewachsen, von etwa 20—25 m Tiefe (von unten geschätzt), der die getrennten Glieder (Abrißgebiet, Abzugskanal und Aufschüttungskegel) zu einer leicht überbrückbaren Ganzform verbindet. Die Größe dieser mit Gletschern in Beziehung stehenden Hangschuttkegel ergibt auch eine Vorstellung vom Gletscher-Ausräumungsschutt solcher Kleinkare, da es sich um eine vollkommen lokale, begrenzte Bildung handelt, die zum Großteil dem Karraum entstammt, während der scharf eingeschnittene und gerade Abzugskanal derselben Zeit nur wenig beisteuerte.

Daß mit dieser Auffassung des Bülhkares das Richtige getroffen, wird taleinwärts mehrfach bestätigt. Nach diesem Troger-Schuttkegel (der O.-A.) folgt unmittelbar anschließend der fast kleinere Schuttkegel ob Stocker, jedoch aus einem größeren Tale, dem Knallalpental, dem kammerartige Gliederung eigentümlich ist. Hier scheinen seit der Zeichnung der O.-A.-Aufnahme kleine Veränderungen vor sich gegangen. Die prächtig in die Talmündung eintretende Kegelspitze, die nach der Karte mit einem bis etwa 1220 m herabreichenden großen Ufer- und Endmoränenwall des Talgrundes in Verbindung tritt, erscheint hier auf über 100 m durchrissen, so daß der Bach die graubreiige Moränenmasse am Fuß des rechten Talmündungspfeilers, die offenbar der Würmzeit angehört, unterschneidet. Die oberwähnte, fast 100 m hohe Ufer- und Endmoräne des Talgrundes, die von den Knallalpenhütten herabkommt, ist jedoch die Moräne des noch im Tale endenden Lokalgletschers, welche 8 m und mehr freistehend durch talähnliche Hangfurche vom Talgehänge getrennt, mit nur 3—4 m breitem First, der bei der sonst trefflichen Wiedergabe

auf der O.-A. in der Verkleinerung Haarschärfe annehmen sollte, bei einer Höhe des Einzugsgebietes von fast 2600 m (Knallstein 2599 m) und einer Schneegrenze der Bühlzeit von etwa 700 m darunter (1800 m), wohl nur der Bülhzeit angehören kann. Damit ist die gesuchte Verbindung zwischen Bühlendmoräne und Schuttkegelspitze fast lückenlos gegeben, aber auch auf die Karzugehörigkeit des Knallalpenhintergrundes mit Zuhilfenahme des Vorkommnisses am Moditzenberg ein Blick geworfen.

Die Gschnitzterrassen der Talsohle, die bei dem äußeren schluchtartigen Teil keine Veranlassung geben, hervorgehoben zu werden, und mit der beginnenden Talerweiterung schöne Talsohlenfelder von 1 m Höhe über dem Bache bildeten, wachsen nun mit ihren Vertikalabständen auf 1.2, 1.5, 1.7 m, und verdoppeln sich, wie das mit ihnen häufig geschieht; anderseits gesellt sich ihrem Abfall eine frischere, jüngere Terrasse von nur $\frac{1}{2}$ m Eigenhöhe zu, in der man unschwer, nach Analogie mit anderen Tälern, die Daunterrasse wiedererkennt. Dieses Verhalten der beiden jungstadialen Terrassen zeigte, daß wir im Sinne der eingangs erwähnten Ausführungen in diesen Gegenden die unteren Schuttkegelspitzen und Verbreiterungen der jungstadialen, sichtlich viel geringeren Schuttabsonderungen und -ausstrahlungen passieren dürften.

Bei dem benachbarten Mößna, an der Mündung des Seifriedingtales, walten die Bühlterrassen vor, eine tiefere von etwa 7 m, eine höhere von wohl über 20 m Eigenhöhe. Unmittelbar darauf herrschen diese so sehr vor, daß eine Talverschmälerung eintritt und die Jung-Stagealterrassen auf einem Talkanal zusammengedrängt erscheinen. Dann aber steilt sich das Tal an halbfensterem Winkel überhaupt auf, wallartige Gebilde hängen herab, eine Art Stufe liegt vor, und ehe man sich versieht, steht man mitten im kurzen, aber eindrucksvollen Bühlmoränengebiet des Haupttales. Daß dasselbe in einer Höhe von 1060 m und hauptsächlich um 1100 sich findet, ist nicht verwunderlich, sind doch die Kargebiete dieses aus dem Groß-Sölk- und Hohensee-Tale kommenden zusammengesetzten Gletschers ungleich größer (ausgedehnter) als die bisher genannten Bühlausgangsstellen. Der rechte Flügel dieses Bühlmoränengebietes besteht aus mächtigem Wallgebilde, das fast unmerklich in die Bühlschotterleiste des rechten Talhanges übergeht. Ein sandiger Ausläufer des ersteren ruht dem Straßenrundbuckel (Stufe) mit Bildstock auf. Hier liegt eine zur Talachse schräg gestellte (wieder hinterschürfte, niedere) Talstufe vor. Die äußerste Gletscherzunge staute sich offenbar an der eigenen Moräne und bog links ab, der nachfahrenden rechtwinkeligen Umknickung des späteren Bachlaufes an dieser Stelle so den Wegweisend. Ein kleines Wällchen liegt noch am Fuße der Stufe auswärts, aus

Mittelbuckels auf die Karschwelle erscheint in dieser mitunter als zentraler Inselberg, beiderseits durch Rinnen isoliert. Diese Tatsache kann man nicht umgehen, auch wenn eine spätere Rinnengliederung der Hufeisenwand und ein Schuttkegelhalbkreis die bogenförmige Randrinne verschüttet hat, oder weitere zentral erosive Vorgänge einen etwa vorhandenen Mittelbuckel in das gewohnte zentrale Becken umgestülpt haben; ja, es kann sogar dessen nachträgliche Randisolierung durch eine spätere Randrinne eintreten, wenn beim Rückzug des Eises nur ein hufeisenförmiger Lawinenfirnstreif übrigbleibt, der die Fußzone lockert, den Rand der Hohlform noch dazu verbrämt in geschwungenen Bögen durch Schneehaldenfußwallkette. (Hier sei bei dieser Gelegenheit gleich auf den gestaltungswichtigen Unterschied der zentralerosiven und randerosiven Vorgänge hingewiesen, deren erstere bei Zungengletschern mit ausgebildetem Firnbecken, letztere bei Kar- und Hängegletschern vorwalten.) Was nun die Schattenrinne anlangt, so konnte dieselbe halbkreisförmig, den Nordfuß oder Ostfuß von Wänden unterschneidend, mehrfach beobachtet werden, erst jüngst wieder in der Hohen Tatra, wo eine vorzügliche, die Stufe zerschneidende Schattenrinne der Bühlzeit fast in der Verlängerung des Kleinen Hinzenstos gelegen ist (unter dem Patriakamm), während im Trümmertal eine Schatten- und eine Sonnseitrinne entwickelt sind, die erstere auffällig tiefer und vom Wasser benützt, welche beide als Randrinnen die auf zwei übereinander gelegene Mittelbuckel reduzierte Mittelstufe des Tales umfassen. Die Eisseeschwelle (im selben Trümmertal) kerbt schwach, geringer eine Schatten-, etwas mehr eine Sonnseitrinne (in Auslage gegen $\frac{1}{2}$ 3^h nm.), welche letztere unter dem höheren Hange zieht. (In diesem Falle greifen die Rinnen nicht in festen Fels ein, der jedoch wenig tiefer erscheint.) Am Rumansee ist die Randrinne mehr sonnseitig, am Drachensee ist die Randrinne sonnseitig unter dem Einfluß des höheren Hanges und von der eigentlichen Schattenrinne auf der anderen Seite ist das Anfangs-(Ausgangs-) Stadium erhalten; der Mittelbuckel ist nur links isoliert, rechts noch hangverwachsen. An den Froschseen isolieren beide Randrinnen, zentral im Großen Froschsee verwachsen (mit inselförmigem Zentralbuckelrest), den viel höheren Inselberg der Schwelle. Die Randrinne des Kleinen Froschsees abseits rechts ist noch kräftiger. All das ist jungstadial. Erinnerung sei noch an die Randrinnung im Klafferkessel und die Bemerkungen über die Randrinnen im Wangenitzseekar mit zentralem Inselberg der Schwelle und wieder inselförmigem (erniedrigten) Rest des zentralen Mittelbuckels im Kargrund wie am Froschsee (in beiden Fällen wirkliche Inseln). Der „Stein des Anstoßes“, den der Gletscher in der Mitte der Schwelle nicht hinweggeräumt habe, ist also

nicht, wie bisher mancherseits angenommen, ein Beweispunkt gegen die Glazialerosion, sondern ganz im Gegenteil ein Beweis für die Unterschiedlichkeit ganz junger Glazialerosion zugunsten der lawinenverstärkten Ränder gegenüber der Mitte. Nur diejenigen, welche vom im Sande versickernden Flusse eine Erosion verlangen, werden auch am Gletscherende, wo dieses so oft in seinem Schutt erstickt, eine Erosion fordern, wo diese von selbst aufhören muß, an welcher leicht erreichbaren Stelle sie dieselbe untersucht zu haben vorgeben, der sie naturgemäß fehlt, was zu der bekannten falschen Verallgemeinerung führte. Dies ist der Fall in der Schwellenregion; aber auch hier wird unter Umständen noch Erosion geleistet, sobald das Eis die Schwelle überwindet, und dazu unterschiedliche, wie die Randrinnen bezeugen. Die (jungstadialen) Randrinnen sind nicht nur ein Beweis der Gletschererosion, ihrer Unterschiedlichkeit, sondern auch der Unabhängigkeit der Karbildung von fluvialen Vorläufern. Ein fluviatiler Vorläufer müßte den Kar-Abzug in eine zentrale Rinne zwingen. Hier aber, im Glazialen, ist das Gegenteil erfolgt: ein zentraler Buckel, eingefaßt von zwei peripherischen, nichtfluvialen Randrinnen. Also unabhängig. Das Knallsteingebiet bietet nun eine Variation über dasselbe Thema, interessant dadurch, daß hier eine Gliederung in gesonderte Karkammern in pakender Weise vor Augen tritt.

Dies sei vorausgeschickt zum besseren Verständnis des Folgenden.

Wir verließen das Sölketal in St. Nikolai. Die Sachlage ist hier die denkbar deutlichste. Vor der Vereinigungsstelle des Groß Sölk- und des Hohenseetales warfen beider Täler Bühlgletscher gesondert und zum Teil kräftige Endmoränenwälle auf. St. Nikolai, an der Talkonfluenz, liegt gewissermaßen im Hohlwinkel zwischen den beiderseitigen Endmoränengebieten. An ihnen entspringen hochstrebende, die Talflanken säumende Bühlterrassen. Die beiderseitigen Moränen bezeichnen den ersten (und vielleicht letzten) Halt nach der Trennung. Denn vorher durchzogen die beiden Bühlgletscher noch vereinigt auf kurze Strecke die kanalartige Stelle bis zum rechtwinkeligen Abbug der Sölk (s. o.). Dort liegen, nachdem im Rosenbühel noch rechts eine bis 80 m hohe Uferstufe erhalten blieb, die kräftigen Endmoränen des vereinigten Gletschers der Bühlzeit, sich ins tiefere Tal, an einer deutlichen kleinen Stufe hinabschwingend. Diese Stufe ist felsig, rundbuckelig und geschliffen; rechts steht auf ihr an der Straße ein Bildstock, links sieht man den klammartigen Durchschnitt des Flusses 12 bis 20 m in Fels. Da sich talauf der Fels senkt, liegt ein Felsbecken vor, schmal, ohne nennenswerte Weitung. Anders ober St. Nikolaus im Hochseetal. Die vielfach vorzügliche Darstellung der Karte läßt schon ein bedeutendes, langes und breites stadia-

les, dazu junges Zungenbecken erkennen. Den Ausgang sperren etwas Moränen und hohe Bühlterrassen. Den Grund nimmt Gschnitzterrasse ein, von den Seiten herabsteigende Gschnitzkegel, auch Bühlkegel sowie die Bühlmoränenmasse vom Knallsteintal. Es war ein zungenbeckenformender Gletscher, der hier seinen langen Halt hatte.

Fassen wir die Gegend etwas näher ins Auge. Im weiten Höhenkreis dieses Talgebietes fällt der Blick zunächst auf den rel. schmalen Einschnitt des Dürmooskars am Schimpelgrat; eine mauerartige Talstufe sperrt es gegen die Tiefe zu ab. Über sie hängen zwei konvergierende Abflußfäden herab; der untere Teil aber, nahe dem Tal-schlußansatz springt vor. Das Merkwürdigste aber ist die Krone der Mauerkante. Sie zieht ziemlich geradlinig und schräg von West nach Ost gegen den Schattenwinkel zu herab und erreicht am östlichen Gehängfuß des Gehänges ihren Tiefpunkt. Hier ist die Schattenrinne in neuer Form, ohne eigentliche Kerbe in prächtiger Weise vor Augen geführt. Ihr entspricht eine wallartige Einfassung zur unteren Vorstufe, welche das Herabhängen einer Gschnitzgletscherzunge über die tiefste Stelle anschaulich macht. Der untere Teil, die Vorstufe, scheint der erhaltene Teil der ursprünglichen Stufe, die oberen $\frac{2}{3}$ scheinen zurück-erodiert. Auch die Nachbarstufe vom Schimpelkar hat ihre Eigentümlichkeit: einen langen, schrägen Rundbuckelrücken, den Schimpelrücken, der über die Stufe herabhängt und eine ausgeprägte Schattenrinne, die dem Wandfuß entlang läuft, konform der früheren begrenzt. Anders beschaffen ist der Deneckkamm, die rechte Begrenzung des Tales. Ihm fehlen bei seiner Steilheit eigentliche Kare. Ihm eigen sind besonders Karanfänge, welche Gattung Krebs bezeichnenderweise Kar-embryonen genannt hat. Sie kennzeichnen $\frac{1}{4}$ - oder $\frac{1}{3}$ kreisförmige Wandgürtel mit Miniatursohle, entstanden durch Schneefeldeinsitzungen einer tieferen Firnlage, so neben dem vorgenannten Zungenlappen und dann nahe dem Außenende des Kammes unter einem Hänge- oder Gipfelkar, das eine schüttige Gipfelfläche (des Deneck, 2430 m) urzubilden begann, aber in seiner Entwicklung ins Stocken geriet (s. Gipfelkare, Montblancgruppe und Hohe Tatra I. c. S. 65 u. S. 137). Die Kammlinie ist ziemlich gerade, wenig gespalten, was auch der Karlosigkeit der Flanken und der Rinnendurchfurchung entspricht. Doch ist sie nicht unverletzt und zwischen mehr feststehenden Außenstellen in der überwiegenden Strecke verletzt und gezackt. Es ist jedoch die Ausgangsstellung eines Kammes vor Einschneiden der eigentlichen Gipfelbildungen unter angenäherter Erhaltung der vorhergehenden Restlinie, die einen älteren Kammquerschnitt vor Ausbrechen der Zwischenfugen erkennen läßt.

Wenden wir uns dem eigentlichen Knallsteingebiet zu, in

dessen Hochtal, das zu ihm führt, bei der Mürbheit des Gesteins Trogwandungen ebenso fehlen wie im Hohensee-Haupttal, wo nur kurze Felsstreifen, etwa 100 m über Tal, an die Ufereinfassung des letzten Talgletschers erinnern. Wir finden da über der Eberl-Alpe den bewaldeten, felsigen Talschluß, im N aber eine ausgesprochene, am 2145 m hohen Kamm entspringende Bühmulde, die ein Waldpfeiler von einem Bühldoppel-Kare trennt, dem Kaltherbergtale mit schmuckem Jagdhaus, das bis zu seinem Ausgang ebenso mit Bühleis erfüllt war wie das Tal mit der Eberl-Alpe bis zu seinem Ausgang ins Hohenseetal, so daß hier die Stufenfolge dreier Täler vorliegt, deren Eisfüllung einander, wenigstens in einer der letzten Etappen (des Bühlstadiums) zu berühren schien. Im kleinen Kaltherbergdoppeltal haben wir wieder den schönen Fall der deutlichen Auseinanderlegung des Bühlstadiums. Die Außenmoräne, wieder bei 1600 m etwa, hängt in 2—3 Wällen über die Stufenkante hinab (entspringt links als Ufermoräne bei etwa 1720 m). Gleich darauf folgt kurz abgesetzt ein runder Moränenwall, auf dem die Kaltherberghütten 1613 m stehen. Nach einer ein kleines Zungenbecken deckenden Rasenfläche folgt ein neues rundes Wallgebilde auf grünem Mittelgrund und darüber das wieder sehr regelmäßig gebildete und große, einen Kessel dahinter abschließende Wallgebiet der Jagdhütte mit linker Ausflußöffnung und einem kleinen (fünften) Walle im Hintergrund am Fuße der Stufe zum obersten Hochtal(kar), das die Bühlumfassung in der Höhe von über 1900—2145 m besitzt. Diese Stufe ist asymmetrisch, und zwar links durchschnitten und bildet mit Sonnseitrinne soweit eine Ausnahme (Überwehungsrinne)¹. Rechter Hand aber folgt ein mächtiger Rasenpfeiler, und damit bereits eine der Stützen des eigentlichen Knallsteingebietes. Links ist die Trogunterschneidung in verwitterten Felsfacetten deutlicher. Der nur wenig felsige Kamm darüber, ziemlich unverletzt, zeigt vor dem Stufenquerschnitt des Tales eine deutliche Unterbrechung, eine jüngere bogenförmige Verletzung, die als breite Kammschartung die Bühlkammstrecke (gesenkt) von der Wärmkammstrecke begrenzt und genau einem kleinen, moränenumwallten Doppelkar (besser einer Doppelmulde) der Bühlzeit entspricht, die sich als seitliche, geringe Einnehmung bis zum Grund des Hochtales herabsenkt.

Und damit gelange ich zu jenem Abschnitt, um dessentwillen dieser Aufsatz geschrieben ist, über dem Talschluß der Eberl-Alpe zum Knallsteinkargebiet. Vorausgeschickt sei, daß dieses zusammengesetzte Kargebiet einen etwa viereckigen Rahmen von 2400—2599 m Höhe besitzt. Der

¹ Vgl. hiezu P a r t s c h, Die Hohe Tatra zur Eiszeit 1923, S. 175 f.

linke Eckpfeiler zum Hohenseetal ist das 2235 m hohe Steinrinneck, dessen Abfall wenig gegliedert zur Talkonfluenz sich senkt, dessen Gipfel, aus der Gschnitzzeit herrührend, sich wenig verändert bis in den heutigen Tag gerettet hat. Unter dem Wandgürtel setzt ein Daunschutthaldenzug an und an dessen Basis liegt ein wenig merklicher, beraster Schneehaldenfußwall der Gschnitzzeit¹, darunter folgt Bühlterrain. Dieses Kambbild ändert sich aber mit geringer Kammerhöhung alsbald. Der folgende Gipfel ist schon flankenabgeschürft; die Schürfzone reicht schon in die Haldenzone herab und gleich darauf ist ein kleines Kammkar entwickelt, das erste dieser Art an diesem Kamme, welches bei einer Höhe von über 2300 m und Nordauslage, wohlumgrenzt, wohl der Daunzeit zugehören dürfte. Hat man weiter unterhalb den Gschnitzauslauf, weiter oberhalb den Daunauslauf im Bergrahmen (schon Kote 2297 O. A.), so tritt hier eine der merkwürdigsten Deformationen, die wohl kaum noch beobachtet wurde, in Erscheinung. Von der Kote 2297 geht nämlich ein schmaler, kurzer Pfeiler aus, viel schmaler, als er sein sollte, eigentlich eine Gefällskante, welche die Außengrenze des Knallsteinkarraumes bildet. Statt der gewöhnlichen Verbreiterung zu einem Pfeiler findet sich an der Basis der Kante ein bogenförmiges Kleinkar, anscheinend wie ein Kreisbogen um seinen Radius, und dieses Kleinkar ist umwallt, und das ist das Merkwürdige: von einem (auf der O.-A.-Karte richtig verzeichneten) Felsstück, einem Felsbogen, in welchem der seltsame Fall eines reduzierten Pfeilerfußes vorliegt, der vom Oberteil durch ein kleines, isoliertes und vorgeschobenes Halbmondkar losgespart ist (s. Karte). Kare in Pfeilerspitzen sind häufig; diese höchst merkwürdige Form der Lossparung eines Pfeilerfußes durch erosives Kleinkar, wieder ein Beleg für die Selbständigkeit der Karerosion, die mit fluvialer nichts zu tun hat, dürfte selten sein. Allein die Hauptsache betrifft den Mitteltrakt des Gesamtkarraumes. Es ist das ein vorgeschobenes Mittelkar, und da es tiefe Lage hat, ein tiefgelegenes vorgeschobenes Mittelkar (s. K.) Es knüpft unten unmittelbar an den oberen Rand des zerschnittenen und bewaldeten Trogschlusses an und wird nach oben umrahmt von einem Halbkreis an der er Kare, die sich in scharfer Trennung um dasselbe scharen und dasselbe von dem eigentlichen Bergrahmen vollkommen sondern und lossparen. Eigentümlich ist die Form der Karumsäumung. Es ist ein tieferer Kamm, umrahmt von einem höheren: ein Kamm im Kamme. Es sind die beiderseits nach oben spitz zulaufenden Kanten einer segelförmigen, nach innen gehöhlten Fläche, deren unterste, durch eine Felsvorlage halbverdeckte Kartasche, den

¹ Vielleicht z. T. Ufermoränen-Ansatz der Bühlzeit.

eigentlichen Boden der gehöhlten Dreiecksfläche bildet. Die rechte, südliche Grenzkante, ein Rundbuckelrand, schwingt sich, von Felsstufen unterschritten, zur Spitze Ost 2246 m empor; ähnlich beschaffen ist der linke nördliche Rand, der von den Karen des Klaffer- und des Seekar-sees trennt. Die genannte Spitze der Karumfassung liegt nicht in der Kammlinie, sondern ist durch eine tiefe andere Karspanne von ihr entfernt. Dagegen geht von der Spitze eine Nahtlinie aus, die etwas schräge zum SO-Fußeck des Knallstein leitet, mit dem sie in Verbindung tritt und deren nähere Beschaffenheit von unten aus nicht beurteilt werden kann. Der Innenraum dieses Kares mit seiner Rasen- und Krummholzbedekung sieht älter aus, nicht nur wegen der tieferen Lage, sondern auch der mehr abgetragenen Felsformen wegen. Als Nachbar des früher er-

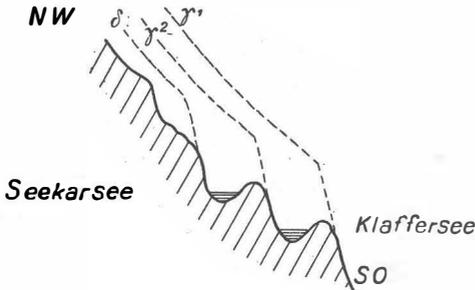


Abb. 1. Schematische Darstellung der Wandzurückverschiebung der Knallstein-Ostseite.



Abb. 2. Zurückverschiebung der Knallstein-Gipfelwand seit der Bühlzeit.

wähnten Bühlkares und im S von einer aus dem oberen anderen Kare ausgehenden Schattenrinne, von der 1800-m-Isohypse geschnitten, ist es das Bühlkar der Karraummitte. Am Grenzpfiler beider Bühlkare setzt der Knallsteinweg an, der weiter oben an der Nordkante dieses mittleren Bühlkares emporleitet. Wenig flüchtiges Rotwild bezeugt, daß die Touristik die Wünsche der Jägerei beachtet. Bei etwa 1840 m passiert er die einige Dutzend Meter lange wulstförmige Bühlmoräne an ihrer Ansatzstelle. Oberhalb aber beginnt eine Felsumwallung und damit das zweistufige andere Kargebiet, im Nordflügel des Hufeisens, das die genannte, etwas asymmetrisch gelegene Natlinie, nur scheinbar unterbricht. Über dieser Karfolge, auf die ich noch zurückkomme, kommt eine höhere Karterrasse, ein Karanfang mit Unterscheidungswand darüber, und darüber der seitlich zum Hauptkar gelegene trapezförmige Knallstein-Gipfel, ein kurzer W-O-Grat, mit zwei trapezförmigen und zwei Dreiecksseiten, die sich paarweise gegenüberliegen. Steht man auf der Spitze, 2246 m, unweit der Bühldreiecksseiten, so übersieht man den

größten Teil des höchst eigenartig gestalteten ganzen Karraumes, namentlich den ganzen Südflügel des Hufeisens. Man erkennt sofort, daß es sich um mindestens zwei verschieden alte Kargruppen handeln müsse. Das zentrale Bühlkar ist vollkommen losgespart und hat keine Berührung mit der anderen Kargruppe, dem Randhufeisen, das sich, mannigfach gestaltet, an die Höhenlinie heftet. Diese Höhenlinie geht von einem östlichen Eckpunkte, dem Steinrinneck, 2235 m, bis Punkt 2440 m nach W, von dieser Umbiegungsstelle über Punkt 2520 m etwas ausbiegend nach N zum Großen Knallstein, 2599 m, und von diesem, der wahrscheinlich ein Nebelfänger und früh seinen Wolkenhut aufsetzt, erst östlich, dann NO zum Schönwetter, 2145 m. Es ist daher die Ausgangslage für Gschnitzgletscher und damit G s c h n i t z k a r e gegeben, da die Gschnitzschneegrenze durchschnittlich 2100 m Höhe hat. Relatives (und absolutes) Tieferreichen der Gschnitzgletscher kann durch größere Überhöhung, tiefere Gschnitzschneegrenzlage durch stärkere Beschattung veranlaßt sein. Beiden Modifikationen passen sich die in Rede stehenden Kare an. Es sind dies sowohl das Treppenkar im Osten des großen Knallstein, wie die Karfolge der südlichen Schattenrinne mit ihren verschiedenen Eintiefungsgraden. Da ist das Gschnitzkar im durchlochten Pfeilerfuß mit dem Gregelsee (O. A.) 2009 m, das folgende Kar im WNW mit dem länglichen Boden 1960 m, das Kar des schönen, langgestreckten Ahornsees 2050 m darüber. Das bestgeschützte, rein NO exponierte und daher tiefste ist das mit dem länglichen Boden. Das beim Gregelsee ist nur ein Schneehaldenkar, aus Lawinenkegeln geformtem Eiskuchen entspringend, der kaum über den kleinen rundlichen Karraum herausging, immerhin über die Felsumwallung etwas herausing und diese bogenförmig ausschloß. Das Ahornseekar, schräg seitenständig zu dem mit dem langen Boden gestellt und wie dieses von je einem muschelförmigen Felsrand umfaßt, ist — vom Kamm aus — ostexponiert. Bei der Kare lange Böden sind mehr schattenrinnenmäßig kammparallel als querständig (quergestellt). Vergleichen wir ihre unter sich verwandten Sohlenhöhen von etwa 2000 — gut harmonisierend mit der Gschnitzschneegrenze von 2100 m — mit der des Bühlkares, so ergibt sich ein Sprung auf 1740 m, also um volle 250 m, was dem Intervalle zwischen Gschnitz- und Bühlschneegrenze von 300 m nahe kommt. Die Karsohlen von Kargletschern müssen ja tiefer liegen als die zugehörigen Schneegrenzen. Allein die Karsohlenlage ist von zu vielen Momenten abhängig, als daß wir uns auf Übereinstimmung von altersverschiedenen Karsohlendifferenzen und Schneegrenzdifferenzen versteifen sollten und sie als *conditio* bezeichnen würden. Es genügt ein ungefährender Anhaltspunkt und an dieser Stelle können wir mit dem Resultate zufrieden sein. Diese

Gschnitzkare sind relativ moränenarm; doch sind immerhin Gschnitzmoränen, darunter ansehnlichere im NO des Ahornsees am Gregelkar-
ausgang und sonst, als akkumulatives Seitenstück der erosiven Räume
vorhanden¹). Auch die von der anderen Seite aus sich gut abhebende
Bühlkante wurde von diesen Karen aus, die ihr benachbart sind, nicht
wesentlich durchschnitten und gelappt. Von diesem Gschnitzkarraum
erfolgten keine wesentlichen Übergreifungen, es ist der kammparallele,
in sich beruhende und schatten- und höhenmäßig bedingte Erosions-
raum der Gschnitzzeit. (Man kann der Ansicht zuneigen, daß zum
Außenrande des Mittelkares (Kamm im Kamme) die Fußlinie nahe
liegt oder mit ihm zusammenfällt, an dem das erhaltene β -Kar von dem
heute zerstörten β -Kamm seinen Ausgang nahm, so daß die mehrgliedrige,
auch vielleicht altersverschiedene, eben besprochene Gschnitzkarreihe
in dem unteren Teil des früheren Bühlkammes sich eingelassen hat.)

Nichts anzufangen jedoch weiß man mit dem letzten und höchsten
Kar am Kamme, mit der größten Sohle, dem Kare des Weißen Sees.
Weißen See heißt dieser herrliche Alpensee am Südfuße des Knallstein,
bei seiner schwarzblauen Farbe offenbar wegen der Firnflecken seiner
Nachbarschaft. Er ist eines der schönsten Tatra-Meeraugen in den
Alpen. Eine W-ONO ziehende Schwelle entlang seinem Südrand, die ab-
flußgelocht und mit Stufe, ihn zum Ahornsee entwässert, ist felsig im
Westteil, doch mit Moränen-Auflage im östlichen und kupft in Punkt
2246 m, der mehrgenannten Bühlkantenspitze, dessen als Natlinie be-
zeichnetes Verbindungsstück zum Fuße des Knallsteingipfels, sich
nunmehr als breitflächige Sattelregion erweist, zu der ähnlich beraste
Moränenwälle aus dem See heraufsteigen, und sich auf die andere Seite,
nämlich nach ONO hinabneigen. Das Rätsel, das dieses Kar umgibt,
liegt in seiner Höhenlage von 2232 m, also weniger als 250 m über der
bisher mittleren Gschnitzkarsohle, weshalb man es der Daunzeit zu-
weisen sollte, mit einer durchschnittlichen Schneegrenzhöhe von 2400 m.
Allein gerade hier sieht man, daß man nicht schablonenmäßig verfahren
kann. Denn die westliche, schmale Kammüberhöhung liegt heute nicht
viel über 2400 bis 2484 m, die Knallsteinlehne, die dem Weißensee zuge-

¹ Das Problem der Unstimmigkeit zwischen erosivem Hohlraum und der
akkumulativen Masse, das da lautet: wenn wir die sichtbar und benachbart vor-
handene Masse in den gleich alten Erosionsraum zurückversetzt denken, würde
stets ein mehr oder minder großer Teil des letzteren unausgefüllt bleiben; —
betrifft fluviale Verhältnisse (z. B. Schuttkegel und zugehörige Tobel) wohl
ebenso, viel mehr aber glaziale, wegen des kontinuierlichen Abtransportes schwe-
bender und namentlich gelöster Substanzen, und den viel stärkeren Zertrümme-
rungs-, Zerreibungs- und Lösungsmöglichkeiten im Bereiche der Schneegrenze.

kehrt ist, dürfte jedoch wegen ihrer Südexposition eine über 2400 m gelegene Dauerschneegrenze besessen haben. Des Rätsels Lösung liegt wohl darin, daß wir hier ein schwach westgedecktes (und junges) Gschnitzkar in Südexposition vor uns haben, mit deshalb stark gehobener Karsohle. Das Hinlaufen der Kare dem Schattenrande entlang und ihre Drehung dem Schattenwinkel zu, im Klafferkessel¹ 1924 schön feststellbar, erfährt hier eine Erweiterung durch Drehung nach dem Höchstpunkt hin und die Zwei-Drittel-Hufeisenrinne mit dem asymmetrischen Scheitel im Knallstein erscheint hier gleichzeitig verknüpft mit stufenweisem Anstieg der Karsohlen aus Schattentiefe in Sonnseitlage — wiederum ein Argument für die Selbständigkeit der Karerosion gegenüber fluvialer, aber bei Abhängigkeit von Schattenlage. Die Sonderung der 4 Gschnitzkare ohne Verfließen in eine Einheitsrinne, ist z. T. gipfelbedingt, da der Kammern-Kamm gipfelbetont ist und die Karschwellen seitenkammbedingt sind. D. h. die Gschnitzzeit setzte früher aus, bevor hier die Seitenastrudimente durchgeschliffen werden konnten. Weniger Gewicht lege ich dem Moränenhabitus bei, welcher sich durch runde Form und kräftige Berasung kennzeichnet, sehr zum Unterschied von den frischen Trümmerwällen dahinter. So sehr hier der formale Gegensatz zugunsten einer stadialen Trennung spricht, so schließt die nahe Nachbarschaft die Zugehörigkeit beider Wallgruppen zu einer Daunzeit vielleicht nicht aus. Ohne mich voreilig, vor Abwartung geeigneterer Beispiele zu entscheiden, glaube ich doch, daß hochgelegenes Gschnitzstadium (Bindekar im Hufeisen) und tiefreichende Daun-Schneehaldenschüttwälle sich hier auf Seebreite nähern.

Denn D a u n stadium ist vorhanden. Das folgt aus der Höhenlage des Kammes; mehr noch aus der frischen Anschürfungszone, die im obersten Höhenhalbkreis überall zutage tritt. Ihm gehören die frischen halbkreisförmigen Trümmerwälle in der Fallinie des Knallsteingipfels über dem See, ebenso die im Westen, eine Felsnische über dem Weißen See säumend, an, zudem sind die Felsen geglättet, geschliffen und trümmerbesät, zum Teil mehr in loser Auflage, denn in Form von Halden, Schneehaldenfußwällen und Moränen. Besonders der helle, abgeschliffene Pfeilerfuß im Süden über dem Wandgürtel des Ahornsees ist ein prächtiges Beispiel jungstadialer Felsabschleifung. Wer in ähnlicher Auslage doch einige 100 m höher die ungemein kräftige Einwirkung der Daunzeit an Gipfelwänden und Pfeilern kennengelernt hat, bringt die Vorstellungen mit, auch hier die abgeschwächten Deformationen im

¹ Lucerna R., Der Klafferkessel in den Schladminger Alpen. Ztschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins 1924.

Höhenumkreis zu erkennen. Dort, wo der Kamm niedriger und breiter wird, sind sogar zwei getrennte Vertiefungen, Kammkare, Karembryone im Sinne Krebs' ¹, frei mündend über dem Steilhang (s. Karte), die man wegen isolierter Hochlage und sonstiger Dauer der Daunzeit nur dieser wird zurechnen können. Sie bilden einen ähnlichen seitlichen Auslauf der Daun-Abschürfungszone, wie ihn in tieferer Etage weiterreichend die Gschnitzzeit bietet. Trägt man die Grenzen des Daunraumes in die Karte ein, so ist er auffällig breit gegenüber dem Gschnitzraum, auf dessen Kosten er den Kamrand meißelte; während der Gschnitzraum wieder Buhlgebiet aufgezehrt hatte. Die Veränderung des Gschnitzgipfels des Knallstein zur Daunzeit auf seiner Südseite scheint unbedeutend und sich nur auf die Nische in der Fallinie zu beschränken. Im SO ist ein Pfeilerfuß frisch zertrümmert; das ist alles.

Anders auf der Ostseite. Über dem Bühlpfeiler haben wir das untere und obere Gschnitzkar des prächtigen Klaffersees und des Seekarsees mit sohlennahen Höhen von etwa 1880 und 1935 m, also in Höhen, die sonst Rahmenpunkte von Bühlkaren bilden können. Wer die beiden imponierenden Stockwerke der prachtvollen Karschwellen dieser Seen übereinander betrachtet, hat den nahen Eindruck, daß die vorgeschobenen Fußgestelle eines einst ausgebreiteteren, größeren, heute nach oben zu verjüngten Knallsteins vorliegen (Abb. 1). Beide Seeschwellen haben Ausfluß, Durchschnitt und Schattenrinnen im S im Schatten der sie, wenn auch nur wenig überhöhenden Bühl-Nordkante. Die sonstige Zertrümmerung der Schwellen-Außenseiten, die sich auch sonst in manchen Gesteinsarten (Zillertaler Gneis, Aargranit, Tatrargranit) in großartigem Maße findet, gehört in einen anderen Zusammenhang. Auch Nordkerben der Schwellen sind vorhanden, unschwer als Randkerben im früheren Sinne erklärt, so daß zentrale Schwellenerhöhung übrig bleibt. Daß diese Schwellen aus den Seen 20 und 30 m unter einem Steilwinkel über 45 Grad, einem enormen Ausschürfungswinkel, der sich ähnlich an den Wangenitzsee ² oder dem Kamm parallelen Mühlendorfer See (Reißeckgruppe) findet, ansteigen, ist kaum vorstellbar und steht diese Tatsache in starkem Gegensatz zu dem bekannten Anschleifen vor Bergsturstrümmern durch Gletscher, ohne sie zu verschieben, und seinem Stehenbleiben vor Grashalmen. Beides kann er. Die großen, von Rundbuckelkämmen begrenzten Rinnen, die von der Natlinie (s. o.) zu diesen Seekaren herableiten, sind heute schwach trümmererfüllte Rund-

¹ Krebs N., Die Ostalpen des heutigen Österreich. 1928, I. Bd., S. 70.

² Lucerna R., Landschaft um Wangenitz, Festschr. d. Alpenvereines Moravia, Brünn 1929

buckelstufen und Eisrinnen der Gschnitzzeit, die den Weißen See mit den tieferen Seekaren verbanden.

Wir sind am Schluß angelangt. Bleibt noch: Wie sah es früher aus, bevor der Gschnitzraum die Randregion der Bülhzeit deformierte? Von den Bülhkanten weg müssen wir uns fächerförmig den Karraum über die heutigen Kammlinien hinweg verlängert denken, in welche Randzone unter Herauspräparierung eines dem heutigen nahen Kammes und Nachschürfung der Daunzeit eine Hufeisenrinne eingelagert wurde, die nicht so weit gedieh wie im stärker erodierten Klafferkessel der Schladminger Alpen. Dabei war der Knallstein der ausgehenden Bülhzeit und beginnenden Gschnitzzeit — die Wirkung der interstadialen Zwischenzeit wird als gering angenommen — vermutlich die leitende Erhebung, an die sich die Kargruppierung hielt, doch der Bülhkantenspitze entsprechend mehr nach S vorgeschoben und höher. Wir wollen nicht Titanen gleich den Ossa auf den Pelion und Fels auf Felsen ungemessen türmen, sondern uns bescheiden mit Grenzwerten. Diese sind hier gegeben durch den geringen, wenig gegliederten Anstieg des Steinrinnquerkammes zum hauptsächlichlichen Kamm, dessen Profil uns eine durch Karzerschneidung auf Restriedel reduzierte Kammplattform noch nicht bestimmten Alters veranschaulicht, deren Seitenstück sich in den breiten östlichen Ausladelinien des Knallsteingipfels findet und die durch Kareinsenkung und Westverschub sowie verschiedene Gipfelreduktionen in die heutige westgelegene Kammlinie aufging.

Als Hauptergebnisse dieser Darlegung erachte ich:

1. Es gibt Stadialkare.
2. Die altersverschiedenen Kare sondern sich oft deutlich voneinander ab und sind ihrer Höhenlage nach stadienweise und innerhalb eines Stadiums der Höhe nach expositionsweise verschieden.
3. Kare können unabhängig von fluvialen Vorformen entstehen oder diese in gänzlich abweichenden Formen der Eigenprägung umbilden wie aus dem häufigeren Vorkommen hufeisenförmiger Rand- und Schattenrinnen, einem Pfeilerfußkar, Zentralkar mit Randumschneidung und Umfassungskar, sowie an Lawinenzüge und Schattenlinien geknüpften Randrinnen hervorgeht, während die fluviale Entwässerung zentrale Tiefenlinien bevorzugt, die jedenfalls von seitlichen Lawinenlagern und Schattenrinnen unabhängig ist.
4. Das häufigere Vorkommen von Hufeisenkarreihen ist eine Ausgangsform für weitere Entwicklung.
5. Die Westverschiebung der Käme durch Kare — die keine abschließliche ist — wird, wo vorhanden, expositionell verstärkt.

6. Man unterscheidet Erhebungskerne, an die sich Kare heften, und Kammlattformen, die in Restrücken erhalten, ursprünglichere Kamm-breiten vor der expositionellen Westverschiebung anzudeuten scheinen.

7. Durch Schalenabwurf jüngerer Kare gehen verzüngte Kernpyramiden, erhöht im Sockel, erniedrigt in der Spitze, hervor.

Und noch eines: Die Kare der Niederen Tauern sind so lehrreich, daß ich sie mir, wenn irgend möglich, vorbehalten möchte.

Und endlich: Blickt man von Schwarzlechener (OA) nach NO, so sieht man zwei hochgelegene Gipfel, die zusammenpassen, durch tiefen Kareinschnitt getrennt, den zu schließen gedanklich so leicht fällt, wie man etwa grüne Vorhänge über eine Türöffnung zusammenzieht. Doch das fällt außerdem in ein anderes Kapitel, das vielleicht besser im N der Enns aus der Natur abzulesen ist.

Bemerkung zum Kärtchen. Karsignaturen sind dort angewandt, wo der Kamm entsprechend in die karbildende Schneegrenze auftrug. Wo dies nur unbedeutender geschah, ist die Signatur des älteren Kares verwendet. Man sieht dann die geringfügigen Teile der Gestaltung durch jüngere Schneegrenze an feineren Isohypsen. Die unbedeutende hohe Nischenreihe der Daunzeit ist, weil sie ein geschlossenes Band bildet, gesondert ausgeschieden. Expositionelle Änderung bewirkt schon bei geringem Auftragen in die Schneegrenze Gestaltenwechsel. Deutlich tritt die hufeisenförmige Umfassung des zentralen Bühlkares durch die Gschnitzererosionszone hervor. Die Gschnitzererosionszone ist der Raum, über welchen sich zur Bühlzeit noch ein kammähnliches oder kammverwandtes Gebilde ausbreitete. Interessant ist die Natlinie von Kote 2510 m (über 2246 m) zur Spitze des Bühlkares. An ihr ist das Kar des Weißen Sees als Anwachskar an das Gschnitzkar angeschlossen. Das Kar des Weißen Sees ist wiederum ein Januskar mit doppeltem Ausgang; die zweite Lücke ist im Osten, zwischen Bühlkarspitze und Knallstein, zu der Moränen ansteigen. In der Bühlzeit lag der SO-Knallsteinfuß an der Bühlkarspitze. Seitdem ist er in der Gschnitzzeit (vielleicht etwas in der Daunzeit) um etwa 300—375 m in NW-Richtung zurückgeschoben worden (Abb. 2). Der Gipfel wurde dadurch verzüngt und erniedrigt. Demnach ist das Trapezkar des Weißen Sees die Basisfläche einer älteren Knallsteinausbreitung nach Süden, deren Südseite sich unter Kolkung des Beckens in ihre heutige Lage zurückverschob. Die schmalen Wülste oberhalb des Seekar- und Klaffersees sind parallele Rundbuckelzüge mit Zwischenfurchen. So sieht ein in Trümmer gelegter Felspfeiler eines früheren Gletscherufers aus, der unter harter Eisarbeit in das Gletscherbett einbezogen wurde. Die Gschnitzkarzone erscheint mir gegliedert, auch der Zeit nach. Doch halte ich mit dieser Meinung zunächst noch zurück, um die Auffassung nicht zu erschweren. Von den Moränen sind nur die größeren verzeichnet.