

Geologisches über die Niedern Tauern

Geleitwort zum Erscheinen der Karte der Schladminger Alpen

Von Robert Schwinner, Graz

Die Zentralzone der Ostalpen erleidet östlich von dem Gebirgsknoten, der sich um die Hochalmspitze ballt, in scharfem Abfah eine Verminderung der Berghöhe und Veränderung der Landschaftsformen. Dem entspricht ein vielleicht noch schärferer Unterschied in der Bewertung durch das Publikum. Den Gletschern der Hochalmspitze wenden sich von Jahr zu Jahr größere Mengen der Bergwanderer zu und jeder einigermaßen passende Punkt ist auch schon mit einer Schutzhütte oder sonstigen Gaststätte versehen. Die Niedern Tauern dagegen, der lange Gebirgszug, der unmittelbar anschließt und sich ostwärts bis zur Linie Selztal—St. Michael erstreckt, ist, weil von außen unscheinbar und ohne anerkannte „Glanzpunkte“ und Schaustücke, als einförmig und langweilig verrufen; er spielt die Rolle des Aschenbrödelns zwischen seinen prunkenden Nachbarn und ist heute vielleicht weniger besucht und bekannt, als in alten Zeiten, einsamer, als er etwa am Ausgang des Mittelalters gewesen ist.

Damals warf ein, wenn auch nicht allzu üppiger, doch weit verbreiteter Bergseggen einen verklärenden Schein über die Wildnis und auf diesem fußte ein Wirtschaftsleben, das reges Treiben in die abgelegenen Winkel des Gebirges brachte. An heutigem Großbetrieb soll man den damaligen Tauernbergbau nicht messen, doch heißt es immerhin, daß Schladming in seiner besten Zeit an 1000 Knappen und Bergverwandte gezählt habe. Damals war Schladming eine Metropole des Bergbaus und die hier aufgestellten Ordnungen (Schladminger Bergbrief) fanden weithin im Rechtsleben Anerkennung und Nachahmung. Schließlich war dieses Städtchen ein Vorort der Neuen Lehre. Die Rolle, welche die Verbindung der stetigen Kraft des Bergbauern mit der geistigen Regsamkeit der Bürger und Knappen und den materiellen Hilfsmitteln eines Industriezentrums in der Zeit der Bauernkriege und Reformationswirren gespielt hat, wird deswegen nicht gebührend gewürdigt, weil vereinzelte glänzende Erfolge — Sieg der Bauern und Knappen über den Landeshauptmann der Steiermark, 1525 bei Schladming — durch den Schatten der schließlichen Niederlage verdunkelt werden. Es war das eigentlich keine Katastrophe, wie etwa das Blutmeer, in dem der schwäbisch-fränkische Bauernaufstand erstickt wurde — die dann doch ein schauerndes Bedenken bei Mit- und Nachwelt gesichert hätte. Es war ein schrittweises Weichen, Nachgeben, Unterdrücken, von dem kein Lied, kein Heldenbuch meldet und das auch der gewissenhafte Geschichtsschreiber schwer im einzelnen verfolgen kann. Kurz: Die protestantischen Bauern senkten die trostigen Nacken, verstedten die Lutherbibel im Geheimschrank ihrer Einödhöfe und gingen in Schladming in die katholische Kirche.

Unterdessen verfiel auch der Bergbau — aus verschiedenen Gründen. Gewiß hat die Vertreibung der tüchtigsten, aber auch unruhigsten Köpfe geschadet. Aber daß die protestantischen Knappen die Geheimnisse des Bergbaues mit in die Verbannung mitgenommen hätten — wie hier ebenso wie in Gastein und Kärnten die Sage erzählt — ist nicht richtig. Schwerer wog, daß das Kapital verschleucht wurde, einmal durch die Wirren überhaupt, insbesondere aber durch die rechtliche Unsicherheit, die mit der Gegenreformation verbunden war, und die natürlich die Bürger der prote-

stantischen Reichsstädte am meisten bedrohte, die bis dahin die Hauptgeldgeber des alpenländischen Bergbaus gewesen waren. An den Fürstenhöfen ergatterten nun meist welsche Abenteurer die Bergbaukonzessionen. Aber, wenn auch der Bergbau schon ein gewisses Maß von Abenteuerlust fordert, damit allein ist nicht getan, ein tüchtiges Maß bürgerlicher Tugenden gehört auch dazu. Raubbau und schlechte Wirtschaft hat also einiges getan, in der Hauptsache kamen die Baue der Niedern Tauern ganz gewöhnlicherweise durch Erschöpfung ihrer Erzvorräte zum Erliegen. Ich will dafür nur ein Beispiel anführen, keine Ziffern; denn der Schatzgräberei in den Bergamtsarchiven, welche die Montanisten so gern betreiben, stehe ich sehr skeptisch gegenüber: das Papier jener alten Verrechnungen war gewiß ebenso geduldig, wie jenes, auf das man heute Bilanzen schreibt. Aber wenn ein Vorderberger Radmeisterssohn, Hans Adam Stampfer, Freiherr von Walchenberg wird und sein Sohn Reichsgraf, so ist das ein ganz unzweideutiges Zeugnis für besagten „Walchenberg“ (bei Deblarn). Und es ist zweifellos echt und wahr, wenn Maria Elisabeth Stampferin in ihrem Hausbüchlein anmerkt, daß zurzeit ihres Kindbettes im Jahr 1668 Hans Adam eine Silberplatte aus der Walchen brachte, die so breit war, daß sie in keinem Kasten Platz hatte und schließlich unter dem Bett der Wöchnerin verstaubt wurde. Die Walchen ist eines der wenigen Tauernbergwerke, die bis in die letzte Zeit noch betrieben wurden, aber von Silberplatten und ähnlichen schönen Dingen war schon lang nicht mehr die Rede. Es wurde auf gemeinen Schwefelkies gebaut und heute ist der Betrieb eingestellt. Die Geschichte dieses Bergwerkes, die wir ja recht gut übersehen können, ist typisch für den ganzen Tauernbergbau und seinen Niedergang.

Die Entwicklung, welche das Verkehrswesen genommen hat, trug weiter dazu bei, die Gebirgstäler veröden zu lassen. Auch in den Niedern Tauern gab es alte belebte Pflstraßen: der Radstädter Tauern wurde schon von den Römern ausgebaut, der Söllpfaß im Mittelalter viel begangen. In der Neuzeit zog aber der Verkehr ins Tal; besonders die Eisenbahn hat hier die Gegensätze verschärft, ihr Einflußgebiet reicht vielfach nicht weiter als der Hall des Lokomotivpiffs; weiter drinnen ist einfacher als je, manche Winkel scheinen sogar in Rückbildung begriffen zu sein aus menschlichem Siedlungs- bzw. Nutzungsgebiet zu Reservationen für Hirsch und Gemse.

Auch die Bergsteiger haben nicht viel Leben in die verlassenen Täler gebracht. Es hat manches abschreckend gewirkt; so schon der Name „Niedere“ Tauern! Es fehlen ja wirklich alle besondern Schaustücke, zerriffene Gletscher, pralle Wände, kühne Türme. Nicht daß der Sportsmann nicht da und dort voll auf seine Rechnung kommen könnte, aber der scheut meist die langen Talmärsche und mühseligen Schinder. Für die Mehrzahl der Bergwege ist aber weniger Kletterkunst nötig, als sicheres Gehen, Wegfinden auch ohne die, in manchen Alpengebieten Überdruß verursachende Markierung, und — Ausdauer. Es wird immer eine kleine Gemeinde bleiben, welche von den Niedern Tauern angezogen wird. Und das ist gut; denn ein wesentlicher Teil ihrer Schönheit ist der Hauch der Einsamkeit, der Duft unberührter Natur, der über ihren Kären und Rämmen liegt.

In der Wissenschaft steht's kaum besser. Eigentlich sollte die ganze Gebirgskette von 120 km Länge und 3500 km² Fläche auf den geologischen Karten weiß bleiben. Schuld ist daran natürlich auch der geringe Verkehr — wo jährlich Tausende durchwandern, kommt wahrscheinlich auch öfter ein Geologe hin, hauptsächlich aber, daß der Genius der Landschaft dem Forscher nicht weniger spröde und ablehnend gegenübertritt als dem Naturfreund. Bis hoch hinauf deckt Wald und Alpwiese das ansehende Gestein, der Geologe muß lange Rammwanderungen und recht mühsame Touren unternehmen, wenn er den Zusammenhang im Gebirgsbau ergründen will. Man kann es den ältern Geologen wirklich nicht übel nehmen, wenn sie auf eine scheinbar recht einförmige Schiefergegend nicht so viel Mühe verwenden wollten; die

mannigfachen Probleme, die sich unter der unscheinbaren Hülle verbergen, erkannte man damals noch nicht, hätte sie auch kaum schon mit Erfolg in Angriff nehmen können. Es ist heute auf diesem Arbeitsgebiet noch vieles schwankend und ungeklärt¹⁾.

Der erste Schritt der sowohl zur alpinistischen als zur wissenschaftlichen Erschließung eines Gebietes geschehen muß, ist die topographische Erforschung, die Abschluß und Krönung in der Kartendarstellung findet. Von der bisher einzig vorliegenden Karte des Militärgeographischen Instituts will ich hier nichts Böses sagen — das besorgen hinreichend die Benutzer — ich will lieber die neue Karte der Schladming- und Tauern-Alpen begrüßen, als Einleitung und Grundlage zu einem neuen Abschnitt der wissenschaftlichen Durchforschung und der alpinistischen Betätigung in den Niedern Tauern.

Als Einleitung zur eigentlichen Besprechung der Geologie der Niedern Tauern seien hier einige allgemeinere Bemerkungen über den Baustein des Gebirges, seine Art und Entstehung gestattet. Bei der Entstehung der Gesteine der Alpen hat natürlich niemand zugehört, aber Gesteine entstehen anderwärts auch heute noch unter den Augen des Menschen. Wenn wir mit einiger Vorsicht den Satz, daß gleiche Ursachen die gleichen Wirkungen haben, verwenden, so können wir aus jenen unmittelbaren Beobachtungen immerhin einiges Licht in das Dunkel der Vorgeschichte der Alpen bringen. Verhältnismäßig am leichtesten gelingen solche Vergleiche bei der einen Gruppe, den Schicht- oder Abschiebungsgesteinen (Sedimenten). Kennt man die Schuttströme am Fuß der Dachsteinwände und die Schotterflächen der Enns, so wird man der Platte leicht verwitterten Schuttes, welche den Rand der Ramsau gegen Schladming bildet, keine andere Entstehung zubilligen. Und das Kohlenflöz unter dieser Platte war vor der Verschüttung nach den Pflanzenresten, die man drin findet, ein Torfmoor, wie sie auch heute noch ganz in der Nähe reichlich gedeihen. Für andere Gesteine ist der Vergleich weiter herzuholen. Das Haselgebirge, grauer Ton mit Steinsalz und Gips, das dem Besucher der Salzbergwerke bekannt ist, auch bis ins Ennstal vorkommt, wenn auch fast regelmäßig durch Schutt verdeckt, das erinnert doch sofort an einen schlammigen Meeresstrand, mit vereinzelt vertrocknenden Salztümpeln darin, wie er heute an den Küsten des Schwarzen und Raspischen Meeres vorkommt. Tone, Mergel und Sandsteine, wie sie streifenweise in den Kalkalpen ausbrechen, mahnen an den Wattenstrand der Nordsee, an den muschelreichen Sand des Lido usw. Für die Kalkmassen von Dachstein, Grimming usw. werden die Vergleichsobjekte aus der Jetztzeit wenigen bekannt sein, aber aus den Korallen, den Bänken mit riesigen Muscheln (die sog. Hirschtritte sind Querschnitte derselben) und Schnecken, wird man die Ähnlichkeit mit den Beschreibungen tropischer Riffbildungen leicht erkennen. Weniger offen ersichtlich sind die Zusammenhänge in der andern Gruppe der Gesteine. Zwar das ist auch für den Laien leicht zu erkennen, daß das Gestein, welches z. B. in der Oststeiermark ganze Höhenzüge zusammengesetzt, Basalt ist, genau wie die erstarrte Lava an Vesuv und Ätna. Allein wie die Lava unten im Vulkanschlot, und schließlich zuletzt im tiefen Vulkanherd erstarrt, das können wir nicht unmittelbar beobachten, und es hat eine Menge theoretischer und experimenteller Arbeit gekostet, die Zusammenhänge klarzulegen und zu erkennen, daß so verschiedene Gesteine, wie etwa eine Reihe vom Granit bis zum Basalt zeigt, sozusagen aus einem Schmelztiegel stammen, aus dem unterirdischen Schmelzfluß, dem Magma, durch Saigerungsprozesse, wie sie die Metallurgie kennen lehrt, ausgefondert wurden und durch die speziellen Umstände ihrer Erstarrung ihre eigentümliche Form und Struktur gewonnen haben. („Erstarrungs-Gesteine“, auch Massen-Gesteine, magmatische Gesteine — früher plutonisch und vulkanisch genannt.)

Sieht man genauer zu, so weisen viele Gesteine Merkmale auf, welche nicht mit der

Art ihrer Entstehung zusammenhängen, sondern mit Einwirkungen, die sie — oft lange nachher — als feste Bausteine des Gebirges erlitten haben. Beispielsweise sieht man der Braunkohle, die sich auf der Stoderalm (Brüner Hütte) bei Gröbming findet, die Herkunft aus Torf, die durch einige erkennbare Pflanzenreste gesichert ist, ebenso wie bei der vorerwähnten Schladminger Kohle, gewiß nicht mehr an, sie ist glänzend schwarz, dicht, von viel höherem Brennwert; allerdings, daß sie gar keinen festen Zusammenhang hat, sondern mit der Hand in kleine eckige Stüchchen zerkrümelt werden kann, läßt erraten, daß es großer Druck war (bei der Gebirgsbildung), welcher ihre Umwandlung bewirkt hat. Ein anderes Beispiel sind jene beim ersten Ansehen ganz normal granitischen Gesteine, wie man sie an mehreren Stellen im Wildstellenmassiv findet, oder am Preber, am Bauleited, dem Hüttenberg der Schöberhütte, am Bösenstein usw. Das Mikroskop zeigt da schon starke Veränderungen: der spröde Quarz ist zerbrochen, die Glimmerblätter auseinandergezogen und zerseht (der schwarze Glimmer überdies oft vergrünt), die Feldspate gebrochen, getrübt und zerseht. Wieder offenkundig Wirkung starken Druckes. Hervorzuheben, daß gewisse chemische Umsetzungen in beiden Fällen (dort Zunahme des Kohlenstoffgehaltes, hier Umwandlungen in Glimmer und Feldspat) schon mit dieser ersten Stufe der Metamorphose Hand in Hand gehen.

Die meisten Gesteine der Niedern Tauern haben aber eine viel wechselvollere Geschichte hinter sich und tragen die Spuren mehrfacher Umprägung. Am ältesten sind gewisse Kerne ehemals granitischer Gesteine samt ihren ursprünglichen Hüllschiefen, heute grünlich-weiße Flaser-, Lagen- und Augen-Gneise, sowie bräunliche und graue quarzreiche dünnplattige Schiefer-Gneise, mit schwarzen Glimmerschüppchen auf den ebenen Schichtflächen, welche die Hauptmasse im Wildstellenmassiv, an der Südseite des Hauptkammes der Schladminger Tauern und im Prebergebiet, sowie im Rottenmann-Sedauer Massiv ausmachen. Diese waren schon alt, zu einem Gebirge emporgestaut gewesen und dann zu flachen Buckeln abgetragen, als ein Meer heranwogte, dessen Bevölkerung wir gar nicht mehr kennen (älter als das Paläozoikum, das Altertum der Erde, daher eozoisches, proterozoisch, genannt, auch algonkisch nach amerikanischen Vorkommen). Dieses Meer setzte um die flachen Granitinseln gewaltige Mengen von Schlamm ab, stellenweise, wie Schutt vom Land eingeschwemmt wurde, Sand und Schotter; etwa in der Mitte der eozoischen Periode wurde nicht ganz gleichmäßig, aber doch weithin verbreitet auch Kalk abgesetzt, eine mächtige Lage bis zu 100 m (Gr. Sölk—Gumpened, Gegend von Zehring—Judenburg, Preber usw.) oder kleinere Lagen und Schichten, und gleich darauf eine mächtige Folge von Schlammfichten, die, sei es durch Einstreuung von vulkanischem Lodematerial („Aschen“) oder sonstwie, jene abweichende chemische Zusammensetzung hatte, welche daraus später „grüne Gesteine“ entstehen ließ. Zum Abschluß folgten wieder, das Ganze überdeckend, Tonmassen von mehreren tausend Metern.

Gegen Ende der eozoischen Zeit änderte sich das Bild. Aus jenem Meer wurde ein Kettengebirge emporgestaut: die alten Kerne hoben sich wieder empor und girlandenartig legten sich an sie Falten jener Abfallgesteine an, welche die Senken dazwischen erfüllt und schließlich alles überdeckt hatten. An diese Umwälzung schlossen sich auch gewaltige Außerungen vulkanischer Kräfte an. Große Granitmassen drangen empor, den Wegen jener ältern Granite folgend (Wildstellenmassiv usw. wie oben S. 27). Die Hauptmasse erstarrte tief unten, und bildete, jene vorerwähnten alten Granit-Gneiß-Kerne zusammenschweißend, den komplizierten Bau, den wir heute „Massiv“ nennen (einigermaßen erforscht ist bisher nur das Massiv des Bösenstein—Rottenmanner Tauern). Aber aus jenen tief gelegenen vulkanischen Herden stiegen Laven auf Spalten und Klüften weiter empor und erstarrten in diesen als „Gänge“ von Aplit (wie feinkörniger lichter Granit) und Pegmatit (grobes Quarz-

Feldspatgemenge mit großen weißen Glimmerblättern und schwarzen Turmalinsäulchen). Besonders das Viertel zwischen Brettstein, Seyring, Ober-Wölz ist ganz von ihnen durchwärmt, sonst sind sie nicht so häufig (Beispiel am Wetterkar, an der Gollingscharte, östlich vom Söllpaß).

Druck bei der Faltung, Erwärmung und Durchgasung von den vulkanischen Herden her veränderten alle älteren Gesteine. Aus den tonigen Abfällen wurde im Innern der Tauern, bei stärkerer Metamorphose also, Glimmerschiefer mit großen silberglänzenden Glimmerblättern und bis erbsengroßen Granaten, bei der schwächeren Metamorphose am Ennstalrand schwärzlicher Phyllit (wörtlich etwa Blatterschiefer; feinschuppiger Serizit, d. i. „Seidenglimmer“ um weiße Quarzlagen), bei Vorherrschen von Quarzsand, wie gegen die Radstädter Tauern zu, weißliche und lichtgraue Serizitschiefer und Serizit-Quarzite; in diesen ist ein Streifen gröberer Schotter in einen ganz eigenartigen „Ronglomeratschiefer“ (Quarzgerölle in der Serizitschiefer-Grundmasse) umgewandelt, deren Zug mir vom Forstau- bis zum Zauchtal bekannt ist. Aus dem Kalk wurde körniger Marmor, meist weiß, grau, gebändert, seltener rosa, gelegentlich sandig, selten Glimmer oder andere Silikatminerale in größerer Menge führend. In feinen Hangenden liegen gewöhnlich die grünen Gesteine, in der Hauptkette meist Amphibolite oder Hornblendeschiefer, hart, schwarzgrünlich, oft weiß gebändert, auch nicht selten Granaten führend; am Ennstalrand lichtergrüne Chloritschiefer (Chlorit etwa = grüner Glimmer), vom mittleren Großen Sölltal bis zur Plannerhütte (in Donnersbach) findet sich ein Strich mit prachtvollen Hornblendegarbenschiefen, in seidenglänzender Grundmasse bleistift- bis fingerdicke schwarze Hornblendesäulen, manchmal auch Granaten von entsprechender Größe.

Diese grünen Gesteine haben ein ganz besonderes praktisches Interesse. Wie dunkle Gesteine meistens, sind sie reich an Eisen, ihre Bänke daher schon von weitem an der rostbraunen Anwitterung kenntlich; „Branden“ nennt man sie im Schladmingischen, die bekanntesten und auffälligsten sind die in den Wänden des Hochgolling²⁾. Die Vorgänge, welche eine Konzentration herbeiführen, betreffen gewöhnlich nicht ein Metall allein, sondern eine ganze Gesellschaft: hier folgen dem Eisen Kupfer, Silber, Nickel, Arsen uff., haben auch hier und da abbauwürdige Lagerstätten gebildet. Daher findet man die Bergbaue ausschließlich auf oder in der Nähe der Brandenzüge und der grünen Gesteine; so die altberühmten Baue im Wetterkar (östlich vom Giglachsee); an der Zinkwand (richtiger wohl Zinkenwand, Zink kommt nicht vor!) ober der Keinprechtshütte; auch am Quisitzsee, in Bromtiefen, ja sogar am Hochgolling haben Einbaue bestanden. Auf der Hansenalp bei St. Nicolai (Gr. Söll) hat sich der Eisengehalt der Brande zu Kluffüllungen von Roteisenstein zusammengesogen, der eine Zeislang (als Farbstoff) abgebaut wurde. An einem Chloritschieferzug liegt das Rieslager der Walchen und ganz analog das im Nieder-Obalmer Graben, und ähnlich andere mehr. In Betrieb ist heute keiner dieser Bergbaue, vor kurzer Zeit war jedoch solcher noch in der Walchen und im Seekar (am Radstädter Tauern, eine ganz ähnliche, und ähnlich gelegene Kupferkieslagerstätte); Zinkwand und Nieder-Obalmer sind wenigstens wieder versucht worden. Summarisch über alle abzuurteilen, wäre vielleicht nicht richtig, es ist ganz wohl möglich, daß sich das eine oder das andere Vorkommen bei erneuter Prüfung doch wieder als rentabel erweist. Ein Wiederaufblühen eines Berglebens, das mit dem der Reformationszeit einigermaßen vergleichbar wäre, ist aber ausgeschlossen. Was leicht erreichbar war, haben die Alten ohnedem abgebaut — was damals nicht bauwürdig war, ist's heute wahrscheinlich noch weniger. Die kleinen, verstreuten, schwer zugänglichen Vorkommen der Niedern Tauern lohnen keine großen Zurüstungen — und doch ist die moderne Technik nur damit den Alten überlegen; dagegen ist die Handarbeit heute teurer und die Handwerksgechicklichkeit geringer. Es müßten ganz neue Lager aufgefunden werden! Allerdings

ist bis jetzt ein solcher Fund nicht gemacht worden; alle neueren Bergbauversuche griffen an Stellen an, welche die Alten bereits versucht hatten.

Seit Ende der eozöischen Zeit, als die Gneise und Schiefer des heutigen Tauerngebietes zum erstenmal zu einem Gebirge emporgestaut worden sind, dürften ungefähr um die 500 Millionen Jahre verflossen sein; es sind seitdem noch mehrere Gebirgsbildungsperioden gewesen, von denen zwei deutliche Spuren in den Alpen hinterlassen haben, die sich also mit denen der ältesten Gebirgsbildungen vermischen müssen; und nach mindester Schätzung sind seitdem 6000—8000 *m* Gestein abgetragen worden³⁾. Dabei sind die Schiefer, trotz mannigfacher Veränderlichkeit im einzelnen, im großen ganzen doch recht einförmig und man wird in dieser sonst kaum zu gliedernden Masse am besten die Marmorzüge als Spuren ehemaliger Falten herausgreifen. Diese scheinen zwei große liegende Falten beiderseits des Hauptkammes anzudeuten. Die eine würde in den Marmorzügen wurzeln, die vom Prebersee ostwärts durch das Gebiet der Krafau ziehen, und gegen Norden überliegen, wie die Marmorzüge in den südlichen Seitengraten vom Preber östlich bis zum Ruprechted, vielleicht bis zur Röhthelkirchspiz anzeigen⁴⁾. Die andere würde etwa bei St. Nicolai wurzeln und, in ihrem Hangendschenkel noch weiter geschuppt (Vervielfachung der Marmorzüge im Denneckgrat) gegen Süden überschlagen sein. Im Zwischenraum zwischen diesen gegeneinander drängenden Gesteinswellen stehen die Schichten steil nach Art eines gegen unten sich öffnenden Fächers, in dessen Achse, die ungefähr dem Hauptkamme folgt, kurze verquälte Marmorzüge eingeschaltet sind. Das läßt vermuten, daß in dem Fächer das eozöische Schichtpaket mindestens doppeltgenommen vorliegt. Ferner wiederholen sich von St. Nikolai talauswärts bis zur Enns die Marmorzonen noch zweimal (Karls spiz nördlich vom Knallstein und Gr. Sölk—Gumpened), was gleichfalls auf zweimalige Wiederholung derselben Schichtserie schließen läßt, die somit von der Enns bis zum Seebach sich mindestens sechsmal vorfinden würde, und das in dem Querprofil, das *S t u r* seinerzeit als das einfachste ansah — und das es vielleicht auch ist. Gegen Osten allerdings scheinen die Falten sich auszuflachen — besonders zwischen Ober-Wölz und Zeyring, aber wie die großen Marmorzüge, die von Brettsstein—Pusterwald nach Südsüdost laufen, am Pustereckfattel plötzlich einsetzen, fordert auch erst genauere Untersuchung. Auch am Südrand, an der Mur, scheint nicht nur eine einfache Umbiegung des Streichens, das in den Schladminger Tauern Westost bis höchstens Ost Südost war, in das Südsüdost-Streichen der Pöls—Lavantzone vorzuliegen, sondern auch verschiedene andere tektonische Komplikationen. Ohne Zweifel in höherem Grade verwickelt ist die Tektonik westlich vom Gr. Sölk, da hier die Linsen der Massive in die Falten eingeschaltet sind, die dadurch stellenweise abnorm geschoppt werden, und doch gerade hier die Marmorzüge verschwinden (bis auf kümmerliche kleine, kurze Lagen, wie im Sattel südlich vom Schladminger Raibling) und daher der einzige leitende Faden die Branden sind, deren Vorkommen nicht so regelmäßig und stratigraphisch eng begrenzt ist, wie das der Marmore. Über den feinem Bau der Hauptkette westlich vom Golling möchte ich noch keine abschließende Ansicht aussprechen. Im äußern Ansehen mag jenes urälteste Gebirge Ähnlichkeit gehabt haben mit dem heutigen Mittelbünden, wo ebenfalls Schieferserien vorherrschen; die Granitkerne, die heute den Landschaftscharakter der Schladminger Tauern bestimmen, waren damals noch von den Schiefeln verdeckt. Der Hauptstamm dieses Gebirges zog wohl nordwestlich-südöstlich vom Böhmerwald zu den alten Massiven der Balkanhalbinsel. Daß ein Verbindungsstück in dieser Richtung unter den Kalkalpen durchzieht, läßt sich aus der Beobachtung vermuten, daß nicht selten inneralpine Erdbeben in den Kalkalpen wenig oder gar nicht mehr gefühlt werden, jenseits aber im Alpenvorland und besonders in den kristallinen Gesteinen der „Böhmischen Masse“ an und über der Donau zu recht beachtenswerten Intensitäten wieder anschwellen⁵⁾.

Auf jene älteste Revolution folgte in der geologischen Geschichte unserer Tauern eine lange Friedens- und Ruhezeit, welche bis Ende des Alttertums der Erde (Paläozoikum) dauerte. Zuerst zerstörten Wind und Wetter das emporragende Gebirge und spülten seine Trümmer in die benachbarten Senken, dann leckte das Meer immer höher an dem eingeebneten Land empor. Ablagerungen, die durch reichere Fossilführung ihre Zugehörigkeit zu jener Zeit nachweisen, findet man in den Alpen allerdings nur in der Karnischen Hauptkette und um Graz. Aber bei Eisenerz, Trieben, Dienten usw. ist doch auch einiges wenigstens an Leitfossilien gefunden worden, so daß ein großer Teil der „Grauwadenzone“, der „Schieferalpen“ der Böhmischen Einteilung, längs Liefing—Palten—Enns—Salzachtal, mit guter Begründung hier eingereiht werden kann, z. T. ins ältere, z. T. ins jüngere Paläozoikum. Am nächsten liegen den Schladminger Tauern die Vorkommnisse von Lassing (südwestlich Selztal) und St. Martin (am Fuß des Grimming): dunkle, z. T. graphitisch abfärbende Tonshiefer und darin Kalklager mit Talk und Magnesit. Aber sogar am Südrand des Ramsauplateaus (nordwestlich von Schladming, ober Mauterndorf) fanden sich schwarze Schiefer, die möglicherweise hierhergehören⁹⁾. Auch spricht vieles für die Annahme, daß die Schiefer und Kalle des Gebirges um Murau (und die um Turrach) ebenfalls ins Paläozoikum zu stellen sind. Dessen Ablagerungen würden also die Niedern Tauern auf 3 Seiten fast geschlossen einrahmen, ob, und wenn ja, wie weit sie als Decke über diesem Gebirge gelegen hätten, haben wir gar keine Anhaltspunkte, weder dafür noch dagegen. Nur südöstlich von Irtdning, am Weg nach Oppenberg, findet sich ein schwarzer Schiefer ins Kristallin eingefaltet, der Verdacht auf Paläozoikum erweckt, allerdings mehr auf jüngeres, auf Karbon.

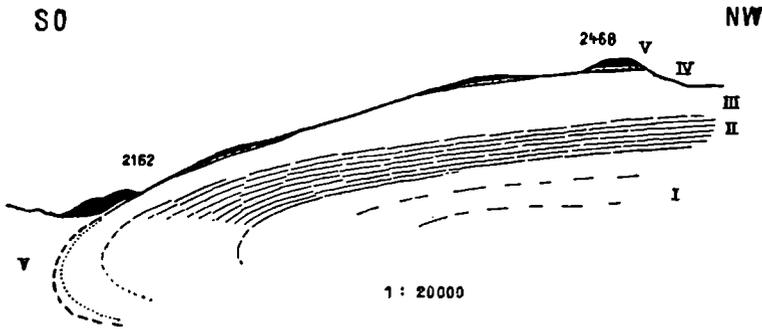
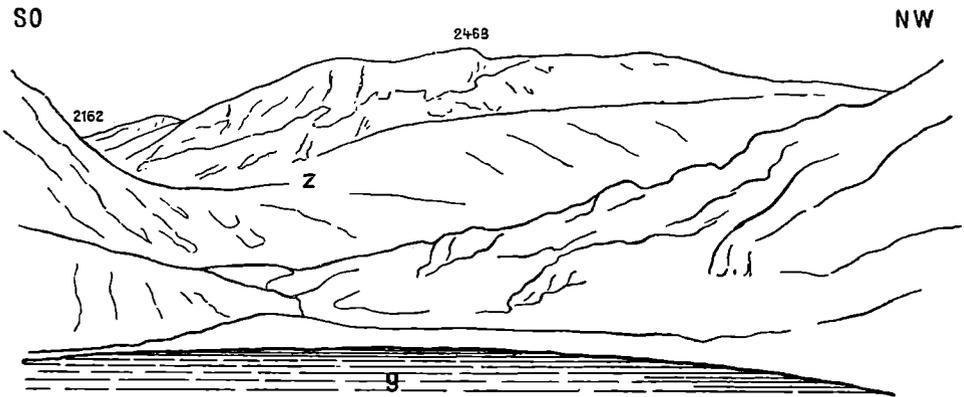
Auch dieses Weltenjahr schloß mit einer gewaltigen Revolution ab. Im jüngeren Paläozoikum, Mitte der Steinkohlenformation (Karbon) entstand wieder ein System von Gebirgen, das „varistisches“. Wie das im heutigen Alpengebiet ausgefallen haben mag, ist eigentlich noch schwerer zu enträtseln, als das doch so viel ältere algonkische Gebirge. In den Karnischen Alpen erkennt man deutlich ostwestlich streichende Faltenzüge dieses Alters; auch in der Grauwadenzone dürften Falten gleicher Richtung entstanden gewesen sein. Das deutet mit einigen ähnlichen Vorkommen in den Westalpen auf eine Gebirgskette, die von dem Gebirgsknoten im französischen *Plateau central* gegen Osten zog, die älteren nordwest—südöstlich streichenden Strukturen überkreuzend und abschneidend. Am liebsten möchte ich die Diabase, welche ich am Ennstalrand an der Preuneggmündung, bei Schladming und $\frac{1}{2}$ km südlich von Deblarn gefunden habe⁷⁾, ins Gefolge dieser Umwälzung stellen. An dem Sporn, um den sich der Ausgang des Schladminger Talbaches herumbiegt und den der Stollen des Elektrizitätswerkes durchbricht, schiebt man am leichtesten, daß dieses dichte, schwarzgraue, rostig anwitternde Gestein wie eine senkrechte Mauer durch die Schiefer emporsticht; es ist die erstarrte Füllung einer Eruptionsspalte (Vulkanischlot) und seine Längserstreckung ostwestlich fällt mit jener der varistischen Falten und Brüche zusammen. Da der Diabas sehr wenig Druckwirkung zeigt, so ist es doch wahrscheinlich, daß er jene Faltung noch nicht mitgemacht hat, erst nachher ist die Lava in einer der eben aufgerissenen Spalten emporgestiegen. Er wäre somit etwas jünger als jene Diabase, die im Altpaläozoikum Mitteleuropas so häufig sind, und die sich auch im Grazer Gebiet in den Devonischen als Lavaergüsse eingeschaltet finden. Von dem Gestein, das den Herd dieser Diabas (= Valfalt, wenigstens im wesentlichsten) liefernden Vulkane erfüllt hat, ist uns nichts aufgeschlossen. Es muß ein ebenfalls sehr dunkles Tiefengestein gewesen sein. Aus solchen entstehen nun durch eine Umwandlung (Wasseraufnahme, vielleicht eine Art Verwitterung) die schwarzgrünen dichten, mild-weich anzufühlenden Serpentine. Es könnten nun die Serpentine vom Hochgrößen (östlich von Irtdning) und vom

Klaffertessel, wenn auch nicht der Herd der nächsten Diabase (von Deblarn und von Schladming selbst), aber Abkömmlinge aus demselben Herd sein.

Sehr merkwürdig ist, daß man im Innern der Tauern noch nie eines der Gesteine gefunden hat, die für das Altpaläozoikum charakteristisch sind: Der „erzführende Kalk“, die rötlichen geneigten Sauburger Kalk (beides von Eisenerz gut bekannt), die schwarzen Kiefelschiefer, die nach ihrem häufigen Vorkommen in späteren Geröllablagerungen ursprünglich weit verbreitet gewesen sein müssen, und anderes mehr. Die Abtragung hat ja im varistischen Gebiet ziemlich tief gegriffen, aber im algonkischen Gebirge war sie offenbar noch tiefer und doch scheint uns die Serie der algonkischen Gesteine vollständig überliefert, allerdings nur deswegen, weil auch die jüngsten tief eingefaltet waren. Wir haben also zwei Möglichkeiten: entweder, die paläozoischen Ablagerungen haben den Kern der Niedern Tauern niemals überdeckt; diese wären also die ganze Zeit eine Insel gewesen — was mir eigentlich nicht sehr wahrscheinlich vorkommt. Oder, paläozoische Schichten hätten allerdings auch das Gebiet der Niedern Tauern überdeckt, sie wären aber nicht eingefaltet worden, die Masse der Tauern hob sich bei der varistischen Faltung nur als geschlossener Block in die Höhe, und daher wurden ihre obersten Deckschichten von der Erosion restlos beseitigt, während sie in den Randsenken, an Enns und Mur erhalten geblieben sind.

Über die Ruinen des varistischen Gebirges breitete sich in der obern Steinkohlenformation ein mächtiger Mantel von Schutt. Es waren das grobe Quarzschotter und graue Sandsteine (südwestlich von Murau und bei Turrach gut entwickelt) und schwarze Ton-schiefer, die in der Grauwadenzzone vorherrschen. Diese Ablagerungen sind auf dem festen Land gebildet, man findet manchmal noch deutliche Reste von Landpflanzen, und geringmächtige Lager von Kohlen, allerdings sehr stark, zu Anthrazit oder fast zu Graphit, umgewandelt. (Wird z. B. im Paltental ausgebeutet.) Gewisse Störungen in diesen Ablagerungen lassen ein letztes Nachzittern der varistischen Gebirgsbildung vermuten; dann folgt im Mesozoikum, dem Mittelalter der Erde, eine lange Zeit der Ruhe, und das Meer dringt neuerlich in unser Gebiet vor.

Für den Beginn des Mesozoikums (Untere Trias) sind die Umrisse einer zentralalpiner Insel noch ziemlich deutlich zu erkennen, in den folgenden Zeiten werden die Spuren aber sehr undeutlich. Die Radstädter Tauern wurden damals vom Meer überflutet. Ist die Ausbildung ihrer mesozoischen Gesteine auch etwas ärmlich im Vergleich zu den Kalkalpen, so wird die geringere Mächtigkeit ihrer Kalk- und Dolomite durch heftige Verfaltung in sich selbst und mit den Serizitschiefern, Quarziten, Grünschiefern und Diaphthoriten^o) des Grundgebirges ausgeglichen, und auf diese Art manche kühne und eigenartige Bergform gebildet. Auf dem Kartenblatt der Schladminger Tauern sind die beiden Kalkspitzen^o) ein Beispiel dafür: wer mit einigermassen offenen Augen in den Bergen wandert, wird nicht übersehen haben, daß verwunderlicherweise gerade zu oberst auf den Kalk- und Dolomitmassen Gipfelkappen von kristallinem Gestein liegen. Natürlich sind diese kleinen Lappen nicht so isoliert etwa aus der Luft herabgefallen, sie sind die Reste einer ehemaligen geschlossenen Deckfalte, die von Süden her über den ganzen Gebirgsstock drüber geschlagen war. Weiter im Westen dürfte diese ohnedem schon schwache Sedimentdecke gänzlich ausgeföhrt haben. Man nimmt, gewissen Anzeichen folgend, wenigstens meistens an, daß die Massive der Hohen Tauern für die Zeit des Mesozoikums sich als Inseln behauptet hätten und nicht vom Meer überflutet worden wären. In den im Osten anschließenden Schladminger Tauern und weiter in den Sölker—Wölzer—Sedauer Alpen ist von mesozoischen Ablagerungen keine Spur zu finden; wir geraten da in die gleichen Schwierigkeiten, wie wir sie schon im Paläozoikum hatten und stehen vor demselben Dilemma: ursprüngliches Fehlen oder spätere restlose Beseitigung. Ich



- | | |
|--------------------------|--|
| 2462 Lungauer Kalkspitz | III gelblicher zuckerförmiger Dolomit (Norisch?) |
| 2162 Lantschfeld-Scharte | II schwarzer mergeliger Kalk (Rhaet?) |
| Z Znachsattel | I lichter gebändeter Kalk (Jura?) |
| G Biglachee | IV weißgrünlicher Serizitquarzit |
| | V Grundgebirge (Kristallin, meist Amphibolite u. Hornblendegneise) |

Aus: Zeitschrift 1916 (Vollbild auf S. 38)

Biglachee und Lungauer Kalkspitz.

Schon in der Photographie erkennt man den Unterschied des hellen Radstädter Kalkeß (Trias—Jura, I—III) und des dunklen kristallinen Grundgebirges (im Vordergrund meist Amphibolite.) Die Kalke bilden eine liegende Falte, einstmal ganz eingehüllt von Kristallin, von dem heute noch eine Scholle auf der Lungauer Kalkspitz erhalten ist und zwei kleinere, die man den Südoßgrat hinab trifft. An der Lantschfeldscharte taucht der Kalk mit schärferer Biegung (sehr schön im Kar jenseits des Znachsattels zu sehen) ganz unters Kristallin. Zwischen beiden liegt überall, vom Kalkspitzgipfel, wie an der ganzen Grenze vom Znachsattel gegen Ursprungalm hin ein Serizitquarzit unsicheren Alters (untere Trias?).

Um den Biglachee typische Rundhöder-Gletscher-Landschaft. Besonders nett die kleinen „Schären“artigen Inselchen. (Allerdings nicht mehr im Bild.)

wäre eher geneigt, für die zweite Möglichkeit zu entscheiden; denn — im Gegensatz zum tirolischen Südrand — zeigt der Rand der Kalkalpen gegen das Ennstal in keiner der Ablagerungen, welche aus der mesozoischen Zeit stammen, Einflüsse von einem zentralalpinen Ufer her¹⁰⁾, ferner bestehen zwischen den Faunen, welche damals die Meeresgebiete, die heute das Salzkammergut bilden, belebt haben, und denen von Bosnien, Albanien, Griechenland u. s. f. enge Beziehungen, welche auf eine unmittelbare Verbindung hinweisen, die nicht leicht anders als über die Senkungsgebiete von Ostkärnten, des mittleren Murgebietes und denn schließlich doch wohl über Teile der Niedern Tauern geführt haben dürfte¹¹⁾. Daß von den Abfällen jenes Meeresarmes in den Tauern jede Spur weggewischt worden ist, ebenso wie früher vom Paläozoikum, ist nicht eine rein willkürliche Hilfshypothese, sondern erscheint nach der Entwicklung, welche die Alpenfaltung genommen hat, recht gut begründet. (Wie wir weiter unten sehen werden.)

Wir haben bereits zwei Perioden der Gebirgsbildung erwähnt, allerdings ohne viel mehr hervorzuheben, als daß durch jene großartigen Ummwälzungen jeweils der Schlupfunkt hinter ungemein lange Zeit ruhiger und allmählicher Entwicklung in der Erdgeschichte gesetzt wird; daß die Faltung, Hebung, Emporstauung die nivellierende Tendenz der sonst die Erdoberfläche formenden Kräfte überwindet, und aus den langweiligen Flächen bis zur Tiefenebene abgetragenen und abgeschwemmten Festlandes und flach aufgefüllter Meeresbecken neue kühne Formen des Erdreliefs hervorgaubert. Von dem verwickelten Mechanismus jener Vorgänge haben wir wenig und von ihrer Dauer gar nicht gesprochen. Die Perspektive der ungezählten Jahrmillionen, die seit der algonkischen und auch noch seit der variszischen Gebirgsbildung verfloßen sind, rechtfertigt diese Vereinfachung. Bei Betrachtung der letzten Gebirgsbildung aber, deren Bau noch jetzt als Alpenkette vor uns steht und deren Ausklingen, wenn auch nicht gerade die heutigen, so doch die ältern Menschengeschlechter erlebt haben, dürfen wir nicht so schnell zufriedengestellt sein. Fürs erste können wir an dieser, der eigentlichen „alpinen Faltungsära“ feststellen, daß sie sich über einen auch geologisch nicht ganz kleinen Zeitraum erstreckt hat, aber nicht etwa als kontinuierliche stetige Bewegung; die Faltung schreitet episodisch vor; geologisch kann man nur unmittelbar feststellen, daß von Zeit zu Zeit der Alpenbau um einen tüchtigen Schritt vorwärtsgekommen ist, dann aber ziemlich lange in Ruhe bleibt und dabei natürlich durch zerstörende Wirkung von Wind und Wetter mehr oder minder nivelliert wird. Da bei dieser Echterner Springprozeßion schließlich doch ein Fortschritt erzielt worden und allem Gegenwirkenden zum Trost ein mächtiges Gebirge entstanden ist, muß die episodische Faltung und Emporstauung den zerstörenden Kräften im ganzen weit überlegen gewesen sein. In dem Zeitmaßstab, den die geologischen Überlieferungen geben, erscheint eine solche Faltung jedesmal allerdings als ein plötzlich verlaufendes Ereignis; das kann aber nur besagen, daß sie wesentlich schneller abläuft, als die Sekunden unserer geologischen Uhr. Als kleinstes Zeitmaß gilt da jene Zeitspanne, in der sich in einem Gebiet ungestörten Abfases unterscheidbare Gesteinschichten gebildet haben, und zwar, um die Zufälligkeiten der örtlichen Lage auszusparen und weiterhin vergleichbare Maßstäbe zu bekommen, unterscheidbar nach den Resten von Tier und Pflanzen, welche in ihnen begraben liegen. Daß sich die Lebewelt stetig verändert, ist ja seit Darwin eine allgemein verbreitete Anschauung, hier müssen wir aber darauf hinweisen, daß das in menschlichem Zeitmaß recht langsam vor sich geht, in den Jahrtausenden des historischen Gedenkens ist die Umprägung wenigstens noch nicht klar zu merken. Was in diesem Maßstab plötzlich erscheint, ist in bürgerlicher Zeitrechnung ungemein langsam; als Beispiel sehen wir etwa Skandinavien an, das vor unsern Augen jedes Jahrhundert sich etwa um 1 m emporhebt (und dabei ein bißchen schildförmig aufwölbt); oder, wenn schon etwas Gewalttätig-

keit gewünscht wird, jene großen Erdbeben, nach denen (S. Francisco z. B.) Verschiebungen benachbarter Stücke der Erdkruste von 1 bis wenigen m gegeneinander festzustellen waren; da solche Erdbeben sich an derselben Stelle doch nur nach Jahrhunderten zu wiederholen pflegen, so ist auf die Dauer die erzielte Bewegung von der gleichen Größenordnung als bei der ganz unmerklichen Emporwölbung Skandinaviens. Derart und sicher nicht wesentlich viel schneller verlief auch die Emporfaltung der Alpen. Ganz wie heute fiel der Regen auf das werdende Gebirge und raufchte als Bach zu Tal, hier den Felsen unterwühlend, zerstörend, dort Schotter und Sand aufschüttend und stets langsam das Gebirge verkleinernd. Pflanzen und Tiere, ja bei den allerletzten Faltungsepisoden auch schon der Mensch, belebten das Alpengebiet, ohne von den Vorgängen der Gebirgsbildung mehr beunruhigt zu werden, als ihre Nachkommen heute in Japan, Mittelamerika, oder andern interessanten Gegenden der Erde.

Abgesehen von kleineren einleitenden Bewegungen zu Beginn der Kreidezeit, spielte der erste Akt der Alpenfaltung sich in der Mitte derselben ab (ein bißchen früher als die berühmte norddeutsche Schreibkreide gebildet worden ist). Damals wurde in den Kalkalpen, gerade im Salzkammergut, also im Norden von unsern Niedern Tauern ein beträchtliches Gebirge aufgestaut. Das Gebiet der Schladminger Tauern selbst ist aber nicht in jene Faltung einbezogen worden¹²⁾ und blieb im Verhältnis tief gelegen. Als es an die Zerstörung jenes Gebirges ging, häuften sich die Schuttmassen vielfach in den Senken an und wurden zu Sandsteinen und Konglomeraten (verfärbte Schotter), die man nach dem schönsten Vorkommen „Gosau“ nennt. In solchen Gosau-Ablagerungen hat man vielfach ausschließlich Gerölle aus Kalkalpengesteinen gefunden — besonders auffallend gerade in der Zone Steinach—Wörtschach—Liezen —, in manchen auch Gesteine der Grauwadenzone, paläozoische Schiefer, Diabase, Porphyroide, wie sie heute im Ennstal allerdings stellenweise unterbrochen, die an die Kalkalpen südlich anschließende Gebirgszone zusammensehen. Gesteine aus den Schladminger Tauern oder aus den Zentralalpen überhaupt sind noch nirgends in der Gosau festgestellt worden. Wären diese Gebiete damals hochgelegen gewesen, so hätten Schotter von ihnen alpenauswärts gespült werden müssen, wie es heute geschieht. Diese abnorm tiefe Lage der Zentralzone dauerte bis über das Ende des Mesozoikums an. Bei Radstadt sind — allerdings nicht auf ursprünglicher Lagerstätte, sondern als Gerölle in viel jüngerer Lehmlagerung — Nummulitenfalte gefunden worden, Gesteine des Eozän (griechisch: *eos-kainos* etwa „Morgenröte der Neuzeit der Erde“ bedeutet dieser Formationsname) mit den Überresten von Meerestieren darin eingeschlossen. Wenn irgendwo um Radstadt Meer mit derartigen Kaltriffen war, so können auch die andern Teile der Tauern nicht allzuhoch emporgeragt haben, vermutlich ging sogar die Verbindung mit dem freien Meer, wie schon im Mesozoikum, über die Tauern und die steirisch-kärntnerischen Senkungsfelder gegen Süden¹³⁾.

Das gesamte Gebiet der Niedern Tauern wurde zum erstenmal in den Verband des werdenden Faltengebirges mit einbezogen und stärker emporgehoben am Anfang der Miozänperiode (d. i. etwa Mitte Känozoikum = Neuzeit der Erde¹⁴⁾). Aus jener Zeit stammt auch die erste Anlage des Ennstales, allerdings nur als flache Senke am Rande der vorläufig auch nur als mächtig hohe Welle aufgewölbten Niedern Tauern, erfüllt mit Sumpf und Moor, deren Torf an einigen Stellen noch als Braunkohlen uns erhalten geblieben, hauptsächlich aber mit Schutt der werdenden Alpen. Wir haben schon die bemerkenswerte Tatsache erwähnt, daß die ältern Geröllablagerungen (Gosau) auch am Südrand der Kalkalpen ausschließlich oder vorwiegend Kalk und Dolomit führen, daneben Gesteine, die aus der Grauwadenzone stammen, nie aber solche der Zentralalpen. Die Sand-

steine und Konglomerate, in denen die miozänen Braunkohlen liegen, enthalten, auch dort wo sie heute unmittelbar an den Fuß der Kalkwände anstoßen¹⁵⁾, wie bei Lipschern (östlich Gröbming) und Wörtschach, Quarz, Phyllite des südlichen Ennstalrandes, vielleicht auch Gesteine der Zentralalpen, aber keinen Kalk! Das Korn der miozänen Schuttablagerungen ist fein, die Formen des Gebirges, von dem er abgespült worden, müssen daher sanft, die Bäche von geringem Gefälle gewesen sein — die heutigen Tauernbäche transportieren viel gröbren Schutt. Daß Gerölle und Sand von Quarz vorherrschen, beweist, daß viel aus Wiederaufarbeitung einer alten verwitterten Schuttdeckung stammt; denn bei solcher Aufbereitung werden stets die Quarze, die chemisch fast gar nicht und mechanisch nur schwer angreifbar sind, stark angereichert, während die leicht verwitterbaren gemengten Gesteine zurücktreten¹⁶⁾. Wesentlich ist, hervorzuheben, daß im Miozän die Richtung des Geschiebetransportes eine ganz andere war, als zur Gosauzeit, daß also auch inzwischen die großen Züge der Oberflächengestaltung sich in unserem Gebiet weitgehend geändert haben müssen.

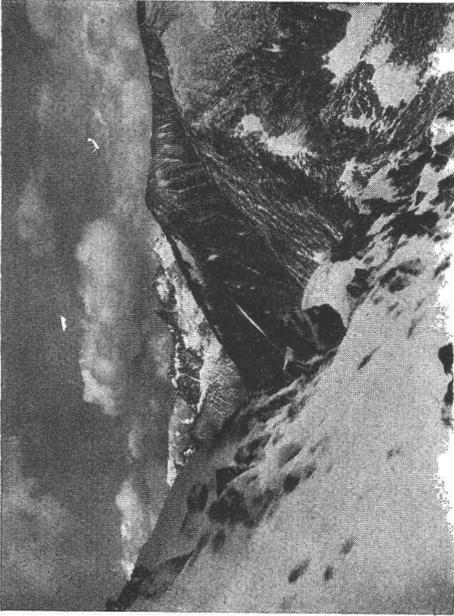
Wie die Gestaltung der äußeren Oberfläche mit dem inneren Bau des Gebirges zusammenhängt, wie also sich Morphologie und Tektonik verknüpfen, darüber hat man in der Geologie sehr verschieden gedacht und vieles geschrieben, kluges und — anderes. Zuerst in der Zeit der klassischen Geologie, die man auch die heroische oder naive nennen kann, verband man beides als Ursache und Wirkung mit jener Einfachheit und Selbstverständlichkeit, mit der sonst das Gebirgsvolk merkwürdige Oberflächenformen durch das Eingreifen übernatürlicher Mächte zu erklären liebte: jener Berg stand so hoch da, weil er soeben von vulkanischen Kräften emporgehoben worden — etwa nach Art der klassischen Walpurgisnacht — (Vers 938 bis 1016, 1236—1381), — ein wildes schluchtartiges Gebirgstal war eben bei solchen gewaltsamen Hebungen als klaffende Zerrspalte aufgerissen worden. Das war nun nachweislich falsch; gerade bei einigen der wildesten „Spaltentäler“ ließ sich zeigen, daß der Fluß zuerst oben drüber geflossen war, und dann geduldig Meter für Meter in die Tiefe genagt hatte. (Ein Beispiel aus der Nähe liefert das Gesäufel¹⁷⁾.) Wie gebräuchlich verfiel man nun auf das gerade Gegenteil; man leugnete, daß die Tektonik überhaupt einen Einfluß auf die Oberflächengestaltung habe, und schrieb alles der modellierenden Arbeit des rinnenden Wassers zu. Heute endlich beginnt man sich auch von dieser Einseitigkeit freizumachen und versucht zu verfolgen, wie sich Hand in Hand innerer Bau und äußeres Bild zum Hochgebirge entwickelt haben¹⁸⁾. Natürlich kann dieser Parallelismus nicht unbegrenzt in die Vergangenheit zurück verfolgt werden. Bleibt ein Stück Festland in Ruhe durch eine geologisch einigermaßen erhebliche Zeit den zerstörenden Kräften ausgesetzt, so ist das Ergebnis auf alle Fälle äußerlich das gleiche, das Land ist in geringer Höhe über dem Meeresniveau völlig eingeebnet, eine sogenannte „Rumpfebene“. Ein genetischer Zusammenhang jüngerer mit ältern Oberflächenformen kann nur soweit zurückverfolgt werden, als noch keine derartige Nivellierung stattgefunden hat, sei es, daß die Zeit überhaupt kurz war oder daß tektonische Veränderungen die Erosion nicht zur Ruhe und zur Erreichung eines Endzustandes haben kommen lassen.

Wir haben gesehen, daß das Tauerngebiet an den ersten Episoden der Alpenfaltung wenig teilgenommen hat, insbesondere, daß seine Höhe dabei stets hinter der der Kalkalpen zurückgeblieben ist. Die lange Ruhezeit des Alt-Tertiär dürfte die Ein-ebnung desselben vollendet haben, so daß am Anfang Miozän die Tauern als eine glatte, flache, beiderseits gleich sanft abdachende Wölbung von Ostweststreichen auftauchten. Nur auf einer solchen Unterlage von fast geometrischer Regelmäßigkeit konnten die Tauerntäler entstehen, in regelmäßigen Abständen, geradlinig vom Firn zu den Randsenken hinablaufend, so wie etwa die Regenrunsen auf einer frisch abgestochenen Erdböschung oder die Rarrenfurchen auf einer geneigten Kalkplatte.

Das ist entschieden das primitivste Entwässerungssystem, das eine Gebirgskette aufweisen kann; ganz ursprünglich ist es aber heute auch nicht mehr. Man stelle sich den Vorgang mehr im einzelnen vor. Gleich wie im Tauerngebiete sich die erste Aufwölbung zeigte, mußten die auf ihren Flanken ab rinnenden Regenwässer Runsen einschneiden, wohl in der Fallrichtung, wie die spätern Tauerntäler, aber mehr, enger gedrängt und ohne regelmäßige Abstände. Wie sich das Gebirg weiter hob, grub das Wasser tiefer, damit mußte aber die Talrinne auch weiter werden, es entstand zwischen den benachbarten Wasserläufen ein „Rampf ums Dasein“, den wir nicht bis ins einzelne auszumalen brauchen; denn als Ergebnis konnte nur folgen, daß bei einer gewissen Höhe des Hauptkammsfirstes über den Randsenken, die durch die Gebirgsbildung bestimmt wird, und bei einem mittleren Böschungswinkel, der vom Gestein abhängt, auf einer gewissen streichenden Länge der Gebirgsflanke nur so und so viel Täler Platz haben. Die durchschnittliche Steilheit der Talflanken dürfte in den Niedern Tauern nicht viel schwanken, aber die Talbreite ist auf beiden Seiten verschieden: Auf der Südseite, gegen die Tiefenlinie Mauterndorf—Ober-Wölz (51 km) gehen 14 Täler hinab (Taurach, Weißbriach, Liegnitz, Göriach, Lessach, Preber-, Ranten-, Etrach-, Günstler-, Ratsch-, Feisstrich-, Eselsberger-, Hintereggen-, Schöttl-Graben). Dagegen fußen im Norden auf der Tiefenlinie Altenmarkt—Jrdning (60 km) nur 10 Täler (Flachau, Zauch-Tal, Taurach, Forstau, Preunegg, Schladminger Obertal, Schladminger Untertal, Kl. Sölk, Gr. Sölk, Donnersbach). Die Täler der Nordseite brauchten also mehr Raum als die der Südseite, waren somit tiefer eingeschnitten, offenbar weil schon in dem ersten Stadium seiner Entstehung die Aufwölbung der Tauernkette ungleichseitig war, ihr Nordfuß im Ennstal tiefer lag, als ihr Südfuß im Lungau. (Zum Vergleich noch die Nordflanke der Hohen Tauern zwischen Radstadt und Krimml (100 km) mit 13 Tälern, deren relative Höhe wie vermutet, noch etwas größer war).

Von der ursprünglichen Oberfläche jener ersten Aufwölbung (im Anfang des Miozän) dürfte gar nichts mehr erhalten geblieben sein. Vielleicht daß die Gipfel um den Hauptkamm noch ungefähr bis in jenes Niveau hinaufreichen, daß also eine durch sie gelegte Fläche, die „Gipfel flur“, noch eine gewisse Vorstellung von damals gäbe. Danach wäre zu vermuten, daß die ursprüngliche Wasserscheide weiter im Süden gelegen wäre; denn vielfach überragen Gipfel der südlichen Seitenkämme den Hauptkamm: Preber, Ruprecht, Schöderkogel, Röthel-Kirchspitz, Schoberspitz. Die kürzern und viel steilern Täler der Südseite hätten dann schneller sich rückwärts eingefressen. Anzeichen solcher Verschiebung der Wasserscheide finden sich ja mehrfach; am Oberhüttensee und am Inachfattel scheint der südliche Graben den Oberlauf des nördlichen erobert zu haben, das nun mit einer flachen Talstrecke torföähnlich beginnt; und Etrach- und Ratschgraben scheinen durch schnelles Rückwärtseinschneiden den zwischen ihnen liegenden Günstlerbach überholt und dann durch seitliche Ausdehnung ihm die Ausdehnungsmöglichkeit nach Norden abgeschnitten zu haben. (Vielleicht ist sogar der Sauofen ursprünglich über die niedrige Scharte im Süden entwässert worden und erst nachträglich vom Etrachgraben her angezapft worden?)

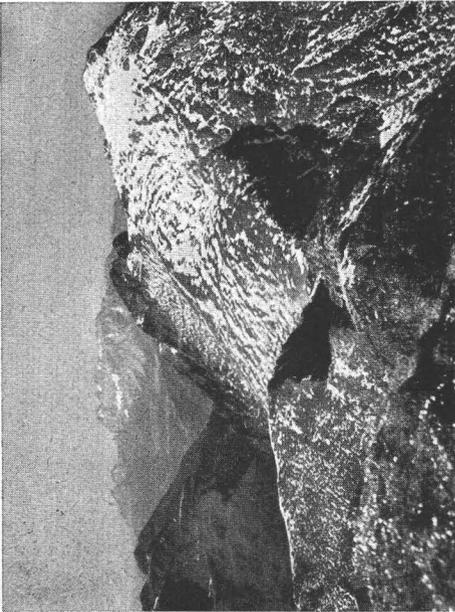
Eben weil sonst die Anordnung der Tauerntäler so regelmäßig ist, können wir aus kleinen Unregelmäßigkeiten auf z w e i s e k u n d ä r e A u f w ö l b u n g e n schließen, welche etwa im Ost-südost—West-nordwest (d. i. dem Streichen der ältesten, der algonfischen Falten) schief über die Nordflanke hinabziehen. Die eine entspricht etwa der Längsachse des granitischen Massivs der Wildstellengruppe, sie hat das Schladminger Untertal aus der normalen Süd-nordrichtung abgelenkt und zur Vereinigung mit dem Obertal gebracht, in der Ost-südostverlängerung zwang die Querrippe die drei Quellbäche vom Kl. Sölk zur Vereinigung beim Sagschneider (Spitze des Wildstellen-



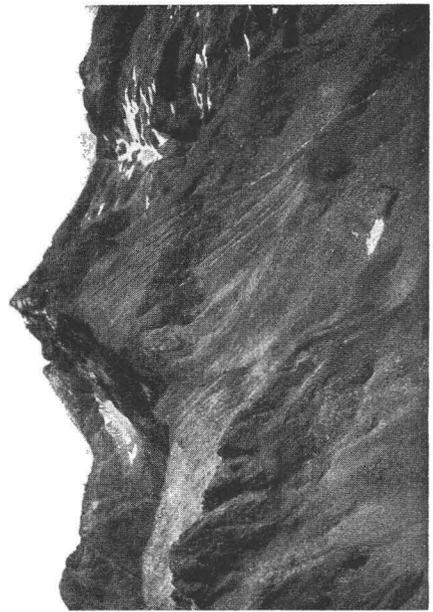
Sichtbild von Dr. A. Emekal, Wien
Gr. Snaßstein vom Lachkogel



Sichtbild von A. Birnmayr, Gröbming
Gröbming gegen Stobergköpfen



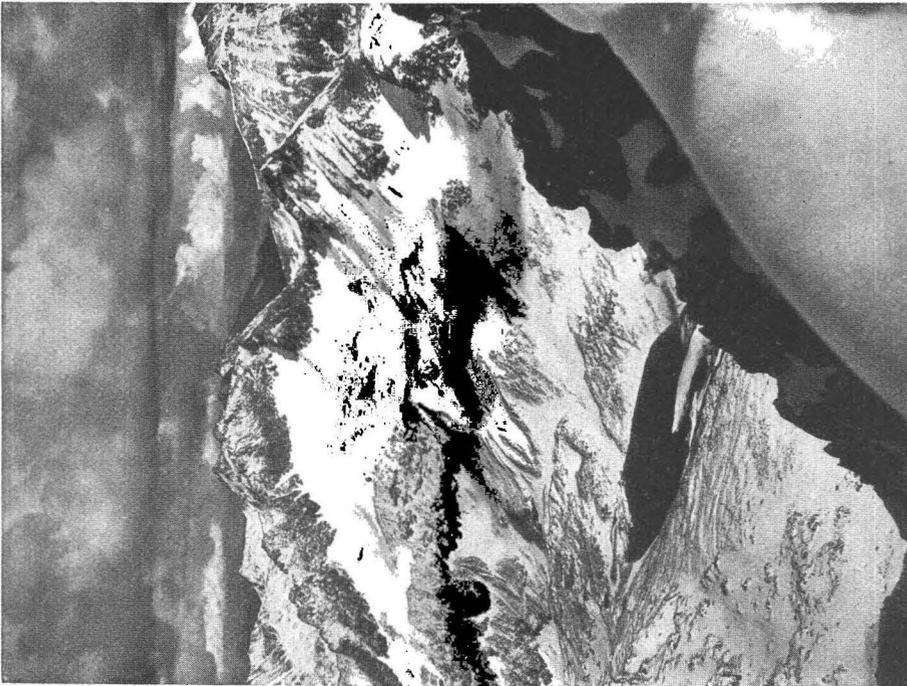
Sichtbild von Dr. A. Emekal, Wien
Krauenberg und Greifenberg von der Pöllerhöhe
(Im Hintergrund der Dachstein)



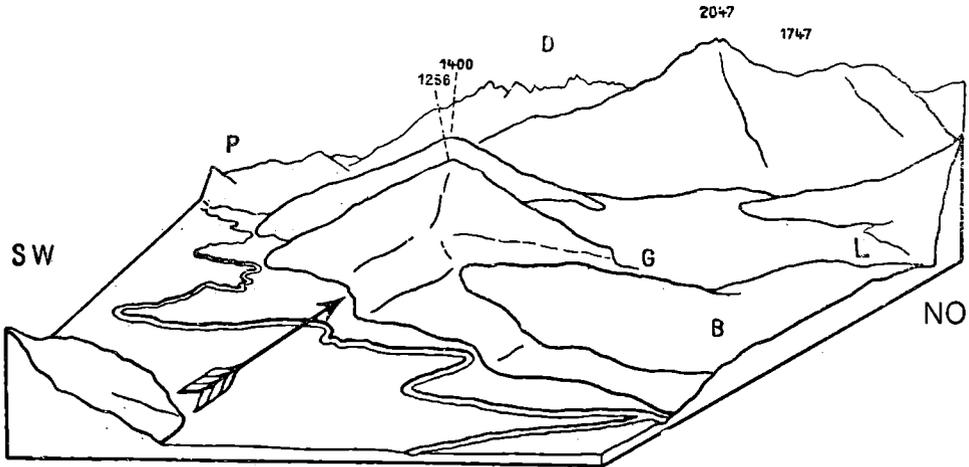
Sichtbild von Otto Esler, Wien
Hochwildstelle von Söden



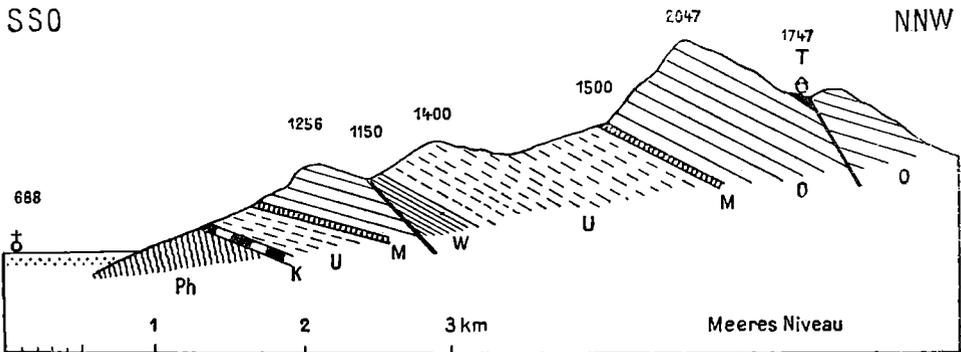
Blickbild von Otto Gefer, Wien
Der Todensee vom Seerigtal
Im Hintergrund l. der Nordengintfen, r. der Rammspitz



Blickbild von Dr. v. Smetsch, Wien
Eißfließ und Schimpfsee vom Gjaibed



Der Pfeil deutet die Richtung des untenstehenden Profilschnittes an



Bezeichnung der Schichtgesteine

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <i>T</i> miozäne Braunkohlenformation | <i>W</i> grüne Werfener Schiefer |
| <i>O</i> Dachsteinfalt | <i>K</i> schwarze Schiefer (Karbon?) |
| <i>M</i> Mergel (der ob. Trias, <i>Cardita</i> Sch.?) | <i>Ph</i> Phyllit des Grundgebirges |
| <i>U</i> Dolomite und Kalk d. u. t. Trias | |

Bezeichnung der Ortschaften

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 2047 Stoder-Zinken | 688 Pruggern |
| 1747 Stoder-Alpe (Brünner Hütte) | <i>B</i> Gröbminger Mitterberg |
| 1500 Stoder-Brünnl | <i>D</i> Dachsteingruppe |
| 1400 Sonnwendkogel | <i>G</i> Ort Gröbming |
| 1256 Freienstein | <i>P</i> Berge um den Mandlingpaß |
| 1150 Affacher Schartl | <i>L</i> Weg nach Lengdorf |

Erläuterung. Man sieht im Vordergrund die nachzeitlichen Aufschüttungen des Ennstales und die Mäander des Flusses darauf. Der Gröbminger Mitterberg (*B*) ist der Talboden der ältern Eiszeit, bestreut mit Moräne, die kleinen Kuppen vom Freienstein 1256 bis zu den Bergen um den Mandlingpaß (*P*) sind Reste eines Talbodens des jüngsten Tertiär.

Der Sockel des Gebirges nördlich der Enns ist überall Phyllit (und Grünschiefer) des Grundgebirges, darauf hier und da schwarze Lösschiefer (Karbon?). Darüber die keilförmigen Schuppen des Trias (siehe Profil) [die Deutung der Mergel (*M*) vom Stoderbrünnl und vom Purscher am Freienstein ist allerdings noch ganz unsicher!]. Tertiär auf der Stoderalm 1747 (hinter dem Sockel im Bilde); ob das Miozän von Lengdorf (*L*) unter den Schottern des Gröbminger Baches bis ins Bild hereinreicht, ist nicht bekannt, wäre aber möglich.

Anmerkung. Durch ein unlesbares Versehen ist Lichtbild auf Seite 37 „Gröbming gegen Stoderzinken“ auf $\frac{1}{4}$ Seite verkleinert worden. Natürlich sollte es auf S. 38 oben in gleicher Größe und Richtung wie die obenstehende Umritzzeichnung gedruckt werden.

massiv) und die Quellbäche vom Gr. Sölk bei Mötsna und St. Nicolai. An Stelle des durch das Wildstellenmassiv abgelenkten Quertales erster Ordnung, das im Hauptkamme hätte wurzeln sollen, entwickelten sich auf seiner Nordflanke vier kurze Hangtäler (Dürrenbach-, Gumpen-, Seemig-, Sattenbachtal). Ähnlich, nur kleiner, aber mit gleicher Richtung ging eine sekundäre Aufwölbung durch Gumpeneck (Dachstein), zwang die beiden Sölbäche zu verfrühter Vereinnigung und ließ an ihrer Nordseite ebenfalls ein kurzes Seitental zum Ersatz entstehen, die Walchen.

Das Talnetz der Niedern Tauern bildet also ein einheitliches eigenartiges Ganzes, wie es einem recht selbständigen Gebirgs-glied entspricht, einer schlichten westöstlich streichenden Welle, zwischen den beiden Tiefenlinien Mauterntorf—Ober-Wölz und Radstadt—Jrdning. Jenseits dieser Randgräben findet dieser Plan keine Fortsetzung, da folgt das Talnetz ganz andern Leitlinien. Wenn trotzdem vielfach die Ansicht vertreten wird, daß ursprünglich die Alpen in ihrer ganzen Breite eine einheitliche Aufwölbung zeigten, die ursprünglichen Quertäler in der Falllinie vom Hauptkamme bis ins Vorland hinausliefen und erst nachträglich durch die großen Längstalfuchten sozusagen entzwei geschritten worden wären¹⁹⁾, so gründet sich dieser Gedankengang auf gewisse tektonische und morphologische Theorien²⁰⁾, aber nicht auf Beobachtungen. Insbesondere zeigt ein Blick auf die geologische Karte, daß im Gebirge nördlich der Enns die Züge der Gosau und ebenso die heutigen Haupttiefenlinien im großen und ganzen der Richtung südöstlich—nordwestlich folgen. Nicht etwa daß aus der Gosau Kanäle oder Fjorde vererbt worden wären. Es ist in beiden Fällen nur der Ausdruck für die gleiche tektonische Tendenz: ein Wiederaufleben der alten Faltenrichtungen im Grundgebirge. In der Ennstalzone und südlich davon hat dagegen die darübergelegte jüngere Faltenrichtung (ostwestlich) dauernd die Oberhand behalten, wir sehen jene alte Faltenrichtung nur mehr in den sekundären Wellungen der Wildstellen und Gumpeneck—Antiklinale nachklingen. (Weiter östlich, in den Kottenmanner, Sedauer Tauern und Hinab über Judenburg ins Lavanttal sind dagegen jene alten Leitlinien bis in die jüngste Zeit aktiv geblieben.) Der tektonische Gegensatz der Gebiete nördlich und südlich der Enns wird durch den Unterschied im Rhythmus der Gebirgsbewegungen beiderseits noch verschärft: In der Kreide traf die Faltung hauptsächlich die Kalkalpen, die Tauern blieben zurück; dafür wurden sie Anfang Miozän stark gehoben, die Kalkalpen weniger und Ende Miozän scheint sich das Verhältnis wieder umzukehren. Hält man sich diese Tatsachen vor Augen, so wird man nicht mehr erwarten, daß das Talnetz für beide Gebiete jemals nach einem einheitlichen Plan angelegt und weitergebildet worden wäre, und sich nicht fruchtlos bemühen, für die süd-nördlich fließenden Tauerntäler Fortsetzungen nördlich der Enns zu suchen²¹⁾. Solche gab es nie, zwischen beiden so ungleichen Gebirgsgruppen lag stets eine Tiefenzone; was noch durch den Umstand begünstigt wird, daß eine Kalktafel über Schiefem stets nach der Seite, wo sie sich heraushebt, eine steile Stirnseite zeigt („Cuesta“ Davis). War der Kalkalpen-südrand vielleicht früher nicht so hoch wie heute, äußerst fühlbar wird diese Landstufe immer gewesen sein. Nach dem gegebenen Gebirgsbau²²⁾ führt der natürliche Ausweg aus der Innensenke an der obem Enns in die „Bucht von Weyr“. In der Höhe, welche der miozäne Talboden gehabt haben muß, standen dem keine Kalkriffe entgegen, der Fluß konnte sich in den mürben Sandsteinen der Gosau durcharbeiten, von denen heute noch genug Zeugen der einstigen Verbreitung vorhanden sind: Laferwald bei Admont, Hochscheibenalm, Waag bei Hieflau, Gams. Erst nachdem diese ausgeräumt waren, mußte die Enns in die festen Kalle und Dolomiten einschneiden, da gab es aber kein Ausweichen mehr. Das Einzugsgebiet jener Ur-Enns dürfte talaufwärts vielleicht sogar etwas weiter als das heutige gereicht haben, westwärts in den Pongau hinein; denn der Salzadurchbruch ist verhältnismäßig jung (wie wir später sehen werden, S. 43).

Gebirgsbildende Bewegungen sind also in den Schladminger Tauern seit Anfang Miozän im Gang, eine geologisch gar nicht lange Zeit, in gewöhnlichen Jahren aber heute auf 8,4 Millionen geschätzt. Das genügt vollkommen, um zwischen die einzelnen Epifoden heftigerer Faltung und Hebung lange Zeiten tektonischer Ruhe zu legen, deren Spur die zerstörenden Kräfte in Gestalt von Terrassen und Talstufen dem Alpenkörper eingekerbt haben. Diese Runenschrift ist zwar grob und doch nicht leicht zu entziffern, aber sie gibt für den Verlauf der Oberflächengestaltung wenigstens eine geordnete Überlieferung. Der Bach kann nur von oben her anfangen: der Talboden ist älter als die Schlucht, die ihn zerschneidet und die tiefere Terrasse jünger als die höhere, räumliche Verteilung und zeitliche Folge gehen — mit kleinen Ausnahmen betr. Aufschüttung — grundsätzlich parallel. Die innere Seite der Gebirgsbildung, die Faltungen, Verwerfungen, Klüftungen in der Gebirgsmasse selbst, ist viel schwerer in eine zeitliche Folge einzelner tektonischer Akte aufzulösen. Abgesehen davon, daß in so einförmigen Schiefergebieten nicht alle tektonischen Vorgänge deutlichen Ausdruck im Gebirgsbau finden, so vermischen sich auch die Spuren aller Gebirgsbewegungen, welche das Gebiet seit altersher mitgemacht hat zu einem tektonischen Bild und nur wo Beziehungen zu jüngern Ablagerungen oder zu gewissen Oberflächenformen erkennbar sind, können wir jüngere und ältere Tektonik trennen.

So zieht nördlich vom Siglachsee gerade westwärts eine Verwerfung, welche zuerst die Amphibolite der Kampfpitze, aber auch die Trias der Kalkspitze abschneidet. Da diese frühestens in der Kreide gefaltet worden ist, im Alttertiär aber in den Tauern tektonische Ruhe herrschte, so kann diese Verwerfung kaum älter als Anfang Miozän sein. Allzu jung kann sie auch nicht sein; denn sie kommt in der Oberflächengestaltung gar nicht mehr zum Ausdruck. Da bei und westlich der Ursprungalm Serizitschiefer an den Triasfalk stößt, muß der Gesteinsblock nördlich der Verwerfung gehoben worden sein; die Kammhöhen sinken dagegen sowohl nördlich vom Kampfpitz als nördlich von der steirischen Kalkspitze schnell ein gutes Stück, als ob im Gegenteil der Nordflügel gesenkt worden wäre. Derartige Umkehrung des tektonisch bedingten Reliefs braucht aber Zeit. Etwas enger könnten wir den Zeitpunkt dieses tektonischen Vorganges begrenzen, wenn wir annehmen, daß alle die Verwerfungen, die in den Schladminger und Sölker Tauern ungefähr ostwestlich streichen, eine zusammengehörige Gruppe gleichzeitiger Entstehung sind. Solche sind sehr häufig, allerdings in den einförmigen Schiefen oft nur als Schnitt im Felsen zu erkennen, wie an der Gollingscharte, zwischen Gr. und Kl. Knallstein; besser dort, wo Marmorzüge von ihnen abgeschnitten werden, wie am Seekarl ober der Tuchmatralm (Kl. Sölk), und am Hohen See (St. Nikolai). Nur wenig weiter nördlich treffen wir in den kleinen Marmorzügen südlich vom Gumpeneck eigenartige S-Falten mit steilstehender Achse und der große Marmorzug unter Schloß Gr. Sölk ist durch eine Störung ein Stück weit (bis über die Straße nach Kl. Sölk) verdoppelt, wie wenn er spitz abgeschnitten (etwa durch eine Fläche Nordwest—Südost) und der östlich und nördlich gelegene Teil des Gebirges im Verhältnis zum andern gegen Westen ein Stück vorgehoben worden wäre. Ganz ähnliche Störung trifft man im Sattenbachgraben, und soweit ich trotz Schnee sehen konnte, wahrscheinlich auch in der hintern Walchen an. Nimmt man noch eine gewisse Hebung des Nordflügels dazu, so könnte der Bewegungssinn dieser „Blattverschiebungen“ auch der unserer vorerwähnten ostwestlich streichenden Verwerfungen sein. Daß die Tiefenlinien des Sattenbach-, Sölk-, Komertales gerade mit den Störungen im Marmorzug zusammentreffen, ist kein Zufall mehr; jene Blattverschiebungen bzw. Verwerfungen kamen auch in Unebenheiten jener Oberfläche zum Ausdruck, auf welcher die erste Entwicklung des Talnetzes der Tauern stattfand, und haben dadurch die Stelle, wo der betreffende Bach seinen Ausweg durch die Gumpeneckaufwölbung fand, bestimmt (vgl. S. 36). Das geschah nach unsern frühern An-

nahmen Anfang Miozän. Im östlichen Teil kennen wir ein zweites Störungssystem, Verwerfungen mit nördlichen bis nordnordöstlichen Streichen. Zu dieser Schar gehören die Verwerfungen, die in den Erzlagern der Walchen lange schon bekannt und gemessen worden sind, aber auch jenseits der Enns Klustsysteme im Magnesit von St. Martin und im Dachsteintal des Grimming (auch die Schlucht des Paß Stein dürfte mit einer Verwerfung dieser Schar in Zusammenhang stehen). Soweit man über die Tertiärsandsteine von Lipschern bei dem sehr schlechten Aufschluß etwas sagen kann, so scheinen Klüfte dieses Systems darin nicht vorzukommen, die müßten also älter sein. Dann könnte diese Klustschar auch Anfang Miozän entstanden sein, oder höchstens in der Kreide. Was offen bleiben muß, bis weitere Beobachtungen vorliegen.

Je älter ein Oberflächenstück seiner Entstehung nach ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß es uns unverändert überliefert wird. Von dem, was am Anfang Miozän Oberfläche gewesen ist, ist vielleicht eine Andeutung in der Gipfelflur erhalten geblieben. Von der Oberfläche, welche durch die Erosion des Miozän daraus geformt worden ist, sind da und dort vielleicht doch noch einige Stücke bis auf unsere Zeit überliefert worden. Ich möchte mit einiger Reserve folgendes hierher rechnen: die hohen Terrassen um den Siglachsee (hauptsächlich am Kamp), dann im höchsten Teil des Gebirges, zwischen Golling und Wildstelle die flachen Hänge westlich vom Greifenberg (siehe S. 38) und die Hochfläche des Klaffer²³⁾, vielleicht auch die obersten Stufen von Sonntags- und Weitzkar. Ähnliche Abfälle wie am Greifenberg finden sich auch an Bauleited—Gjaided²⁴⁾. (Ohreued—Edkar), ebenso dürfte die oberste Terrasse um den Schimpelsee (am Sühleitedweg) (s. S. 37) hierhergehören, das Plateau zwischen Sauosen- und Reicha-Scharte, und die Strachböden am Südgrat des Dennek (bei St. Nikolai). Die Gipfel überragten damals die nächstgelegenen Talböden um etwa 300—400 m = mäßiges Mittelgebirgsrelief; überhaupt war das Gebirge damals ein ziemlich schwach gegliederter Klotz, die Talrinnen, die heute so tief und scharf eingeschnitten sind, waren damals erst in ihrem obersten Teil als flache Furchen herausgenommen. Auch die absolute Höhe bezogen auf das Alpenvorland, das damals ohnedem noch vom Meer überflutet war, muß geringer gewesen sein, um wieviel, können wir ziffernmäßig nicht angeben. Jedenfalls blieb damals, als jene ersten Anlagen der Tauerntäler eingeschnitten wurden, schon im Ennstal der Schutt liegen. Von den Höhen des Gebirges waren die jüngeren Abfälle (Paläozoikum und Mesozoikum) damals schon völlig entfernt, aber über die Ennstallinie reichte ihre Decke wohl noch etwas weiter nach Süden als heute, allerdings mit Ungleichmäßigkeiten, welche frühern Erosionsperioden zugeschrieben werden muß. Das Paläozoikum ist noch bis zur Salza gut entwickelt, graphitische Schiefer, welche vermutlich der Steinkohlenzeit angehören, sind noch nordöstlich von Schladming gefunden worden; bei Radstadt aber liegt die Trias unmittelbar auf dem viel ältern Phyllit, sie ist hier am äußersten Rand der Kalkalpen aber überhaupt dürftig entwickelt und im Osten tritt sie zurück. Von Lengholz und Lipschern ab liegt die Braunkohlenformation unmittelbar auf dem Paläozoikum²⁵⁾.

Auf diese Zeit ruhiger Aufschüttung von Sand, feinem Schotter und Torf, wie sie die miozäne Braunkohlenformation bildeten, folgten ungefähr an der W e n d e z w i s c h e n M i o z ä n u n d P l i o z ä n Gebirgsbewegungen, welche die Ennstalgegend aufs heftigste umgestalteten. In der Hauptsache stiegen die Gebirge im Norden und im Süden empor, die Furchen zwischen ihnen wurde (relativ) tiefer und enger. Der Rand der Sedimenttafel, der wie wir oben gesehen, schon von früher unregelmäßig gelappt war, wurde vollends zerstückelt. Der südlichste Streifen wurde mit der emporsteigenden Masse der Tauern aufgebogen, seine steil nördlichfallenden Dolomite und Kalk bilden den sogenannten „M a n d l i n g - Z u g“, eine Reihe niedriger Berge, von der evangelischen Kirche Gröbming über Freiensstein—Eich B.—Kesting B.

—Sattel B.—Kulmberg (das Rückgrat der Schladminger Ramsauterrasse) und über Halfer B.—Saumer B. — die Enns am Mandlingpaß kreuzend — zum Ober-Zaim. Die Fortsetzung westlich von Radstadt ist, in einzelne Klippen aufgelöst, in gleicher Richtung bis ins Salzachtal zu verfolgen. Nördlich vom Mandlingzug entstand eine tiefe Mulde, in welche die ihm ursprünglich aufgelagerten Miozän-Sandsteine hinabgedrückt wurden und daher an einigen Stellen vor der Abtragung bewahrt geblieben sind. In dem klarsten Profil, dem durch den Stoderzinken (westlich von Gröbming) sieht man nun, wie sich auf die obersten Schichten des Mandlingzuges am Wtsacher Schartel grüne (Werfener) Schiefer legen, die von hier westwärts über der Ramsau bis zur Austriahütte und weiter in zusammenhängenden Streifen die Basis der Kalktafel des Dachstein bilden. Der Stoderzinken ist als Fortsetzung dieser Tafel anzusehen; er trug auf dem pultartigen Abfall gegen Norden ursprünglich eine Decke von Sandsteinen und beaugitähnlichen Tonen mit Braunkohlen. Erhalten ist davon nur jener kleine Zipfel geblieben, der von der nächsten, nach ähnlichem Bauplane, aber nicht soweit vorgeschobenen Schuppe überdeckt und so vor der Abtragung geschützt geblieben ist. Durch diese dachziegelartige Aufeinanderchiebung der Kalktafeln ist die Fortsetzung des Miozäns, das heute noch bei Tipfchern (Gröbming) im Tal etwa 700 *m* über dem Meeresspiegel liegt, auf die Stoderalpe (Brünnerhütte) im 1747 *m*, d. i. 1000 *m* höher gehoben worden, allerdings stark zerdrückt und zerrüttet. (Vgl. S. 27.)

Die Ennstal fürche ist bei diesen Gebirgsbewegungen scharf eingemuldet und gegenüber den anstoßenden Gebirgen tiefer gestellt worden, in bezug aufs Vorland scheint aber auch sie gehoben worden zu sein, denn danach wird nicht, wie in der Braunkohlenzeit, darin Schutt abgelagert, sondern ausgeräumt, der Fluß muß dabei ein stärkeres Gefäll bekommen haben. Reste des dadurch entstandenen Talbodens sind die vielen „Mittelberge“ im Ennstal zwischen 1200 und 1400 *m*. Allerdings sind die nachträglich so stark von Wasser und Eis weiter bearbeitet worden, daß ihre Höhen sehr verschieden geworden sind. Der Ennstalboden dürfte damals ungefähr an die Höhe des Tauernkörpers angeschlossen haben, die heute 1400 *m* über dem Meeresspiegel liegt. Von da mit mäßiger Steigung taleinwärts kommen wir zu jenen Felsleisten, Talfstufen, Rarrändern, die heute mit den schönen „Meeraugen“ der Tauernhochseen geziert sind, die höchsten Almen und die Schutzhütten tragen. Damals (im Miozän) gab es in den Niedern Tauern schon relative Berg Höhen von 1000 *m*, und wenn auch die Formen viel runder und sanfter waren als heute, das Bild war bereits das eines Gebirges. In jener Zeit entstand auch das Talsystem der Salzach durch ein eigenartiges Zusammenwirken von Gebirgsbewegungen und Flußerosion. Auf dem Senkungsfeld von Hallein—Golling fußten mehrere Bäche, deren Wasserläufe sich nach rückwärts in die südlich gelegene Dachsteinkalktafel hineintrafen. Geblüßt wurde diese technische Aufgabe von zweien, der Salzach und der Lammer. Die Kalktafel blieb aber unterdessen nicht in Ruhe. Wir sehen den ganzen Südrand der Kalkalpen entlang eine Zone von keilartig untergestopften Kalkschuppen, wie im Profil von Gröbming dargestellt ist. Unmittelbar nördlich von den beiden Gipsfeilern des zentralalpiner Widerlagers, nördlich vom Wildstellenmassiv und nördlich vom Hochalm-Antogelmassiv stauten sich diese Keile eng übereinander und hoben die Tafel der Kalkalpen zu den beherrschenden Höhen des Dachstein und Hochkönig, im Zwischenraum (dem sogenannten „Schuppenland von St. Martin-Werfen“) konnte die Faltung (bzw. Schuppung) sich breiter ausleben, die Hebung war daher geringer. So entstand eine quere Einmuldung in der Kalkalpenzone, und gerade in diese drang die Salzach ein und riß deren Gewässer an sich²⁰⁾. Die Lammer dagegen zielte gegen das Hebungszentrum im Dachsteingebiet hin, und sie blieb daher, trotzdem sie die harte Kalktafel bewältigt hatte, in den weichen Schiefen südlich davon stecken.

Etwa nach Ablauf des Miozän, noch vor der Eiszeit, erfolgte neuer-

dings eine starke Hebung, die anscheinend Zentral- und Kalkalpen und die Furche dazwischen in beträchtlichem Ausmaß gemeinsam betraf. Ob außerdem irgendwelche tektonischen Störungen vorfielen, haben wir keine Anhaltspunkte, weder für noch gegen. Die allgemeine Hebung im Verhältnis zum Vorland war sehr bedeutend, der Fluß konnte tief einschneiden und weit ausräumen. Der neue Talboden liegt fast 400 *m* tiefer als der von Anfang Miozän, er entspricht der breiten Hochfläche der Schladminger Ramsau, des Gröbminger Mitterberges usw., von der man, den letzten Einschnitt der Enns weggedacht, gleichsohlig in die Tauerntäler hinein- und ohne eine Stufe zu treffen, weit gebirgsinwärts kommt. Noch heute ist dieser Talboden das eigentlich charakteristische Niveau, das Bild, welches sich in den Tauerntälern damals dem Auge bot, muß ungefähr das heutige gewesen sein.

Vielleicht hat schon der geneigte Leser bemängelt, daß die Südseite der Niedern Tauern bei der bisherigen Schilderung ungebührlich vernachlässigt worden sei. Das hat aber einen guten Grund, es liegen viel weniger Anhaltspunkte vor, nach denen man ihre Geschichte beschreiben könnte. Der Abfall der Tauern gegen Süden ist kurz und steil; die Täler sind hier heute so tief eingeschnitten, daß die zwischen ihnen liegenden Querkämme wenig mehr sind als die Verschneidung zweier Talflanken mit Maximalhöschung. Für weitere Gliederung ist kein Platz mehr; Terrassen, Stufen, Rückfallkuppen und ähnliche Zeugen der allmählichen Ausgestaltung der Talform sind fast alle der Ausräumung zum Opfer gefallen, und mangels an Urkunden muß die Geschichte sich kurz fassen. Sehr deutlich ist nur der Talboden, welcher im Norden der Schladminger Ramsau und den auf sie basierten Gerinnen entspricht. Das ist die niedere Terrasse im Lungau²⁷⁾ (Schloßhügel Mauterndorf — Höhen nördlich von Tamsweg—Krafaudorf—Kammersberg usw.). Von dieser Basis gehen die Täler gleichsohlig ganz nahe bis zum Hauptkamm zurück; auch die Stufen im Längsprofil, die in den nördlichen Tauerntälern so auffällig sind, erscheinen hier förmlich an die Wand gedrückt und vermischen sich mit Felsleisten von geringerer Bedeutung in ganz undeutlicher Weise.

Von der ersten Hälfte der Eiszeit ist uns im Gebiete der Niedern Tauern und Nachbarschaft kein Zeugnis überliefert worden, die ersten Anhaltspunkte finden wir für die Verhältnisse der großen Zwischeneiszeit, jenes langdauernden Rückschlages in gemäßigtes Klima, der fast überall seine Spuren hinterlassen hat und die einfachste und natürlichste Einteilung der Eiszeit in Alt- und Jung-Diluvium liefert²⁸⁾. Das Klima war damals ebenso, wenn nicht wärmer als heute, und die Niedern Tauern daher eisfrei. Der Talboden, den die Gletscher freigegeben hatten, war der eben beschriebene der Schladminger Ramsau mit gleichsohlig mündenden Seitentälern — aber mit einigen Umgestaltungen. Heute liegt bei Schladming jener alte Talboden mehr als 200 *m* über der Enns, bei Stein nur 100 *m* höher, und zwischen beiden Gebieten vermittelt nicht allmählicher Übergang, sondern eine schmale Grenzzone zwischen Nisch und Pruggern mit vielen schwer einzuordnenden terrassenähnlichen Absätzen übereinander. Es handelt sich um ein Wiederaufleben der Gumpened-Aufwölbung, die hier das Ennstal schief kreuzt, im Alt-Diluvium. Das Gebiet südwestlich von ihr ist im ganzen um 100 *m* gehoben worden, der Rand gegen die alte Antiklinale am meisten²⁹⁾, so daß im Ennstal ein Gegengefäll entstand und ein 6—8 *km* langes abflußloses Stück, zuerst See, dann Moor, dessen Torfbildungen von Nisch bis Mauterndorf (östlich von Schladming) längs der ganzen Ramsauleiten nachgewiesen sind. Diese Kohlen von Schladming sind kaum viel mehr als ein gepreßter Torf. Diese Kohlen viele in der Struktur wenig veränderte, nur plattgedrückte Holzstücke und zerfallen beim Trocknen blätterig („Schiefertohlen“ nennt man diese Sorte in der Schweiz). Viel wert sind sie gerade nicht, waren aber in den Jahren der Kohlennot 1919—1920 doch eine sehr erwünschte Aushilfe.

Das Ende jener Zwischenzeit kündigte sich durch ein Überhandnehmen der zerstörenden Kräfte an. Die Gebirgsbäche begannen Massen von grobem Schutt zu fördern; über das Ramsauer Torfmoor legten sich Schotter des Schladminger Talbaches, über den nördlichen Rand der Ramsau Kalkschutt von den Dachsteinwänden her. Zu festem Gestein (Konglomerat und Breccie) zusammengebadet, bildet diese Schuttlage heute den Ennstaler Rand der Ramsauterrasse und die klosigen Abbrüche der Wald-Vorberge am Dachsteinfuß. Der Schutt, der sich gleichermaßen in den Tauerntälern angehäuft haben mag, ist nachher wieder ausgefegt worden, nur in der Walchen (oberm Bergwerk), wo die Marmorschutthalde schnell und fest durch Kalkabsatz verkittet wurde, ist ein Rest in Form einer Breccie, ganz ähnlich der Ramsauer, erhalten geblieben²¹). Ursache dieser Umwälzung war zum Teil die bereits einsetzende Verschlechterung des Klimas, hauptsächlich aber eine Hebung des Gebirges gegenüber dem Tal, wodurch die Bäche steileres Gefäll bekamen und eine allgemeine Hebung des ganzen Alpengebietes, wodurch auch die Hauptflüsse neu belebt wurden. Die Enns begann gleich danach in jene groben Murauffschüttungen einzuschneiden, dann in den liegenden Felsjodel. Wie tief der Felsboden jener Rinne unter dem Schotter des heutigen Talbodens liegt, ist nicht bekannt, nach verschiedenen Erfahrungen bei Pfeilerfundierungen, Bohrungen usw., die man in den Alpentälern gemacht hat, kann das recht tief hinab sein. (Vgl. auch S. 47.)

Bald darauf setzte eine entschiedene Verschlechterung des Klimas ein, und die jüngere Eiszeit brachte die Gletscher wieder ins Ennstal heraus. Reste von Ufermoränen fanden sich am Ausgang des Schladminger Untertales und des Kl. Söltales, beidesmal ungefähr 1600 *m* über dem Meerespiegel; das entspricht auch der Höhe, bis zu welcher fremde Gletschergeschlebe am Brandriedel unter der Austriahlütte gefunden werden²²). Das gibt eine Mächtigkeit des Gletschereises über Ramsau, Gröbminger Mitterberg und dem Boden am Ausgange der großen Tauerntäler von 700—800 *m*, über der tiefsten Talrinne der Enns von mehr als 900 *m*. Die Tauerntäler waren von gewaltigen Talgletschern ausgefüllt, über ihre Stufen (Preinthal-, Gollinghlütte uff.) hingen riesige Eisbrüche herab. Immerhin tauchten die höchsten Gipfel an die 1000 *m* aus der Eisüberflutung heraus; es war ein sehr stark vergletschertes Gebirge, nicht aber ein Inlandeis wie das heutige Grönland.

Den Rückzug der letzten Vereisung kann man überall in mehrere „Stadien“ gliedern; d. h. der Gletscherschwund erfolgte nicht in einem Zug und nicht gleichmäßig, sondern entsprechend Rückfällen des Klimas ins eiszeitliche blieb der Gletscher in gewissen Zwischenlagen zwischen einst und heute eine Zeitlang stationär, solange wenigstens, bis eine kenntliche Stirnmoräne aufgeschüttet war; dann ging der Rückzug weiter. Von diesen Rückzugsstadien hat nur eines in den Tälern der Niedern Tauern deutliche Spuren hinterlassen. Seine Moränen liegen im Schladminger Untertal beim W. H. Letter (dahinter ein verlandeter Stausee), in Kl. Sölk am Ende des Schwarzen Sees, in Gr. Sölk von Mösna bis und über St. Nikolai. Wie sie in den andern Tälern liegen müßten, ist leicht auszurechnen, sie sind aber stark verwaschen und undeutlich. Die Schneegrenze der letzten Eiszeit („Würm“) lag in 1600—1700 *m*, die des beschriebenen Rückzugsstadiums in 1900 *m*²³), die heutige wahrscheinlich über 2600 *m*.

Der Eiszeit verdanken die Niedern Tauern — wie ja die Alpen im allgemeinen — die endgültige Ausgestaltung ihres Formencharakters; was wir als bezeichnend für Hochgebirge ansehen, ist fast ausschließlich Werk des Gletschers; nicht die Zerschneidung und Talbildung im ganzen — wir haben ja gesehen, daß vor den Vereisungen die Täler fast ebenso tief eingeschnitten waren als nach denselben — wohl aber die letzte feine Zifelierung. Das fließende Wasser nivelliert: es untergräbt die Felswände, zerschneidet die Kiegel und schüttet an den Fuß von Wänden

und Stufen ausgleichende Schuttkegel. Der Gletscher dagegen räumt alles Lockere aus und hat die Neigung, angetroffene extreme Formen (Wände, Stufen, Riegel) nicht bloß zu erhalten, sondern auch weiterzubilden und zu übertreiben. Die Stufen im Längsprofil der Täler sind die Folgen einer absatzweise entsprechend dem Rhythmus der Hebung und Gebirgsbildung gesteigerten Erosionskraft des fließenden Wassers, der Gletscher aber hat erst daraus jene Felsriegel geformt, welche Riffachersee, Hütten- und Obersee im Seewigtal, Hohensee in Gr. Sölk und viele andere abschließen. Überhaupt ist die Verbreitung der Alpenseen ganz auf das ehemals vergletscherte Gebiet beschränkt, die der vielen kleinen Hochseen, deren dunkle Augen die sonst etwas einförmige Landschaft der Niedern Tauern so anmutig beleben, hält sich sogar ganz in jenen Grenzen, welche noch von dem Gletscher des Rückzugsstadiums bedeckt waren, das die Moränen beim Letter, Schwarzen See und bei St. Nikolai abgesetzt hat, ja mit ihrer größten Häufigkeit bezeichnen sie einen noch engeren Gürtel, vermutlich das Gebiet eines spätern Rückzugsstadiums. Nicht daß diese Felsbedecken erst in jenen Rückzugsstadien ausgeschürft worden wären, aber nur die Überdeckung mit Gletschereis hat sie vor der Zuschüttung bewahrt, die sonst Gebirgsseen in sehr kurzer Zeit zum Verschwinden bringt.

Hier muß auch auf eine Eigentümlichkeit der Rämme und Grate der Niedern Tauern aufmerksam gemacht werden, ihre einseitige Ausbildung und zwar einseitig mit regelmäßiger Bevorzugung einer Himmelsrichtung. Bei ungefähr meridionalen Rämmen, die bei dem fiederförmigen Bau der Tauernkette ja fast Regel sind, steigt die Seite, welche gegen Westen schaut, glatt, gleichviel ob mehr oder minder steil, kaum durch Wandeln und Abfähe unterbrochen, der Höhenlage entsprechend bewachsen, in einer Flucht vom Talboden empor. Gegen Osten bricht der Grat zu oberst in felsiger Steilwand ab, ebenfalls unabhängig von der Lage des nächsten Talweges. Ist wenig Platz, so fällt die Wand in einem Zug ins Tal (Preber gegen Osten in den Prebergraben). Weiter Spielraum vermindert aber nicht die Steilheit des obersten Abbruches, sondern es schalten sich dann zwischen diesen und dem untersten Steilhang (den sogenannten „Trog“) weite Kare (Kamm zwischen Schladminger Ober- und Untertal) oder breite Karplatten (Kamm zwischen Gr. Sölk und Donnersbach, zwischen Gr. Sölkbach und Seisrieding. Ebensovienig wie von der durchschnittlichen Neigung der Flanken³⁴) ist diese Einseitigkeit abhängig von Gestein oder Lagerung; sie findet sich in Gneis und in Schiefer, auf Hängen quer und parallel zur Schichtung. Die Verbreitung dieser Erscheinung ist beschränkt auf das Gebiet, in dem auch Kare und sonstiger Formenschatz der ehemaligen Vereisung zu beobachten ist. Beispielsweise fehlt sie in den mittelhohen Bergen um Zeyring, ist aber in der Bösensteingruppe sofort wieder da. (Vgl. die Bilder in dieser Zeitschrift 1916, S. 33, Abb. 1 und hier S. 37 und 38.) Nach allen diesen Umständen dürfte die Ursache der beschriebenen Einseitigkeit der Rämme in meteorologischen Verhältnissen zu suchen sein: Die vorherrschenden Westwinde pappen an die Wetterseite auf alle Fälle eine glatte Schneedecke, die den Fels einen großen Teil des Jahres vor Sprengung durch wechselndes Erfrieren und Auftauen, sowie vor Abpflung durch das Wasser schützt, aber auch durch Schneedruck und Grundlawinen alles Lockere hinabsegt. Was über die glatte Hangfläche vorsteht, ist ungeschützt und wird besonders stark angegriffen, wird also bald zerstört sein. Auf der Leeseite legt sich oben die Wächte hinaus; darunter im toten Winkel ist der schneearmste Teil des ganzen Rammes, da ist der Fels dem Spaltenfrost preisgegeben, der sich in den Berg hineinkriecht wie in einen hohlen Zahn. Ist einmal so der Anfang gemacht, so entwickelt sich die Form im gleichen Geleise weiter. Auf der Wetterseite wirkt alles dahin, den Hang gleichmäßiger zu machen, auf der Leeseite entwickelt sich — wie seit *Richter* schon oft geschildert — aus der ersten Kerbe ein Kar.

Die Umgestaltung, welche die Landschaft der Niedern Tauern seit der letzten Eiszeit, d. i. in den letzten 10000—20000 Jahren, erlitten hat, ist nicht sehr bedeutend. Von den Seen sind einige zugeschüttet worden, andere offenbar nicht weit davon. Gletscherschliffe sind meist abgewittert; im Schiefer halten sie, wenn verdeckt gewesen, so an dem Kreuz an der Wegbiegung vor St. Nikolai und an der Alm gegenüber, sonst findet man solche nur mehr an harten Gesteinen, Granitgneis (Wödlhütte, Riffacheralm), Quarzit (oberm Landauersee) oder Amphibolit (Siglachsee, der in einer ganz eigenartigen, echt glazialen Landschaft liegt). (Vgl. das Bild, diese Zeitschrift 1916, S. 38.) Auch die Felsriegel und Talstufen sind ziemlich vergängliche Gebilde und können dem Ragen des Wassers nicht lange widerstehen. Daher finden wir Wasserfälle nur mehr in den härtesten Gneisen: im Seewigtal z. B. und den Riffacher Wasserfall im Schladminger Untertal. Die andern Riegel sind, seitdem sie das Gletschereis freigegeben — oder sind sie von Gletscherbächen unter dem Eis schon angegriffen worden? — durchgefägt, und meistens, besonders am Ennstalrand, sind die Schiefer so weich, daß sie sofort nachbrechen, daß also nicht einmal eine Klamm entstanden ist, sondern bloß eine engere, aber oft noch gangbare Schlucht. Ein letztes (gar nicht so unbeträchtliches) Wiederaufleben alter tektonischer Tendenzen hat das Ennstal an zwei Stellen betroffen. In Fortsetzung der alten Hebungswelle des Wildstellenmassives bildete sich nach der letzten Eiszeit abermals eine Aufwölbung, die noch heute an der Versteilung des Gefälles der Enns im Mandlingpaß zu spüren ist. (Gefäll bei Radstadt 3,5‰, im Mandlingpaß 10‰, unmittelbar darunter 5,2‰, bei Schladming 2‰). Der Teil südwestlich von dieser Welle ist im ganzen gesenkt worden: Der interglaziale Talboden liegt heute mit der Mündungsstufe von Preunegg in 1050 m über dem Meerespiegel, d. i. fast 300 m über der heutigen Enns, in Radstadt 856 m über dem Meerespiegel und knapp über den heutigen Talauflüchtungen, auf welche die Täler der Radstädter Tauern gleichsöhlig hinauslaufen. Wegen der Stauung am Mandlingpaß ist das Tal zwischen Mandling und Radstadt versumpft (große Torfgewinnung und -verarbeitung) und der Fritzbach konnte, durch die Senkung begünstigt, von Westen her soweit einschneiden, daß er (bei Eben) das Niveau der Radstädter Enns fast erreicht und eine Ablenkung ihres obersten Gebietes zur Salzach nur wenig mehr erfordern dürfte. Noch stärker war die Einmündung des Ennstales um Admont. Beim Gefäufeingang hob sich eine Felsenschwelle auf 624,5 m über dem Meerespiegel; dagegen traf eine Bohrung im Wörtschacher Moor (und zwar an der Seite, nicht in der Mitte!) den anstehenden Fels erst 195 m unter Tag (d. i. 444 m über dem Meerespiegel). Der dadurch aufgestaute See, der mindestens 180 m tief war und bis gegen Jrdning hinaufreichte, ist seither völlig aufgefüllt worden, unten mit Sand, Schotter, Letten, zu oberst mit Torf. Tieferlegung der Gefäufschwelle (heute 611,5 m) hat dann die Enns wieder einige Meter einschneiden lassen und das versumpfte Gebiet zum Teil drainiert³⁹).

Denkt man alle in der letzten Zeit erst eingetretenen Verbesserungen weg, so kann man sich leicht vorstellen, daß noch vor etlichen Jahrhunderten, besonders aber in prähistorischer Zeit, das Ennstal einen recht unwirtlichen Anblick geboten haben mag. Das mag daran Schuld sein, daß vorgegeschichtliche Funde aus dem Ennstal bisher überhaupt nicht vorliegen, obwohl doch (in der Hallstattzeit wenigstens) so bedeutende Bergstädte wie Hallstatt selbst, Hallein, Mitterberg ganz in der Nähe lagen. Zur dauernden Ansiedlung mochte die versumpfte und vermurte Wildnis kaum locken, es waren nur wenige Jäger, vielleicht auch schürfende Bergleute, welche hier durchkamen, und die werden wohl auf ihre Werkzeuge und Waffen gut achtgegeben haben. Da kann nur gelegentlich einmal ein Stüd verloren worden sein, und es wäre ein überraschender Zufall, wenn man das dann wieder finden würde.

Dies ist in kurzen Zügen die geologische Geschichte unseres Gebirges, wie sein

Bau und seine äußere Erscheinung von den ältest erkennbaren Anfängen sich entwickelt und gewandelt haben. Das geologische Werden ist aber mit dem Heute nicht abgeschlossen; insbesondere die Kräfte, die von außen Form und Gestalt des Gebirges gemodelt haben, wirken heute wie ehedem, Frost, Wind und Wetter nagen an den Felsgerüsten der Berge, das rinnende Wasser führt die abgebröckelten Trümmer zu Tal, für gewöhnlich langsam, in kleinen Mengen, wenn auch dauernd; manchmal in Massen als wilde Murbäche. Wer Katastrophen — etwa wie das letzte Hochwasser 1920 — beobachtet hat, wird schätzen können, wie in ausgiebiger Weise und in kurzer Zeit die Gestalt von Berg und Tal dadurch verändert werden kann. Die Kräfte des Erdinnern, denen die Emporhebung des Gebirges zu danken ist, haben allerdings heute ihre Tätigkeit größtenteils eingestellt, nur zwischen Jrdning und Admont ist in häufigen, wenn auch schwachen Erdbeben ein Ausklingen der Gebirgsbewegungen zu merken³⁹⁾; bezeichnenderweise gerade in jener Gegend, die noch zu allererst, nach der Eiszeit, eine beträchtliche tektonische Störung in Form einer tiefen Einmuldung erfahren hat. Sonst ist das Gebiet der Niedern Tauern sehr ruhig. Ähnlich häufig erschütterte Gebiete wie um Admont finden sich erst weiter im Südosten, am Neumarkter Sattel, und um das Mischfeld (Judenburg—Johnsdorf—Obdach).

Allerneuestens, im Zeitalter der Technik, hat auch das Wirken des menschlichen Formen angenommen, welche geologische Beachtung verlangen können. Wenn schon den Naturgewalten nicht ebenbürtig, vermag jetzt der Mensch doch, die ihm zur Verfügung stehenden beschränkten Energiemengen auf einen eng umschriebenen Raum zusammenlenkend, in diesem dann das Antlitz der Erde wirklich zu verändern. Die Beschränkung erinnert noch ein bißchen an Homunculus in seiner Retorte, aber gewachsen ist der Kleine sicherlich. Die Schätze, welche heute die menschliche Begierde in unsern Bergen sucht, liegen nicht im Bergesinnern vergraben, es sind die ungeheuren Energiemengen, welche vom Himmel auf Grat und Kar und von dort in den Gerinnen zu Tal strömen. Wenn der große Plan der Ausnützung aller Wasserkräfte des Ennsgebietes zur Durchführung kommen sollte, so würde das Aussehen manches Tauernales durch Staubecken und Elektrizitätswerke geändert werden. Es ist kein Zweifel, daß die altehrwürdige orthodoxe Anschauungsweise im Alpinismus jeden derartigen Eingriff in die Alpennatur fast als persönlichen Angriff empfinden wird. Ich kann diese Gedankengänge ganz gut verstehen und die Beweggründe voll anerkennen, möchte aber trotzdem die Frage aufwerfen, ob es gut wäre, wenn die Gesamtheit der Alpinisten diesen Standpunkt zu dem ihren machen und durch ihre Organisation vertreten lassen wollte. Von vornherein muß man von dem Gedanken absehen, daß ein Protest Vergnügen macht und nichts schaden kann, obwohl gerade letzteres wahrscheinlich richtig ist. Wenn ein solches Riesensprojekt einmal bis zur Inangriffnahme gefördert ist, wenn große wirtschaftliche und politische Interessen damit verknüpft sind, dann nützt und schadet das bloße Dreintreden und Protestieren gar nichts mehr. Es fragt sich aber, ob die Gemeinde der Bergsteiger die Verantwortung auf sich nehmen könnte, ein derartiges Unternehmen zu verhindern, gesetzt sie hätten dazu die Macht, womit zugleich die Frage entschieden ist, ob sie der Vorbereitung desselben Schwierigkeiten in den Weg legen sollen, was sie ja sicher können. Ich würde antworten: Nein. Ein armes, ausgeplündertes Volk kann den Boden, den ihm der Feind lassen mußte, nicht bloß nach ästhetischen Stimmungen verwerten. Das Vergnügen, das einige beim Anblick des stäubenden Wasserfalles genießen, ist mit der Abhängigkeit aller von den Herrn fremder Kohlengebiete zu teuer bezahlt. Was unsere Abhängigkeit zu mindern geeignet scheint, muß gefördert werden, ohne auf die Opfer zu sehen. Natürlich, unnötigem Vandalismus soll man steuern; und das kann man am ehesten, wenn man nicht von vornherein Forderungen gestellt hat, die fast alle als unerfüllbar und kaum ernstgemeint ansehen. Im übrigen mag man auf die Alpennatur vertrauen. Die

Wunden, welche solcher Eingriff in die Landschaft schlägt, vernarben schnell und die gleiche Patina verbindet dann Berg und Menschenbau zu einer ästhetischen Einheit, wie wir es an unsern alten Alpenbahnen sehen, die auch kaum ein Zeitgenosse mehr als störendes Element im Landschaftsbild empfindet. Übrigens, wer nicht hypochondrisch nörgelnd an dem Gegenstand seines Mißvergnügens kleben bleibt, wer den freien Blick, die großen Perspektiven der Höhen gewöhnt ist, der wird sich in den Alpen durch Menschenwerk die Bergfreude nicht lang trüben lassen. Wie es sich auch brüsten mag, es verschwindet in dem Maßstab, in dem hier gemessen wird. Stolz und frei heben die ewigen Berge ihre Häupter den Wettern des Himmels als Ebenbürtige entgegen, hoch über all dem Zwergenzeug, das an ihren Fuß geduckt mit Müß' und List sein dürftiges Dasein vor den Launen der Riesen verteidigt.

„Land ist das Gebilde von Menschenhand“³⁷.)

I. Erläuterungen zu den Bildern

Titelbild Hochgolling von N.

Horizontale Schichtung. Die „Branden“ sind kenntlich, obwohl weniger deutlich als in Zeitschrift 1918. Vgl. S. 28. Im untern Wanddrittel kleine aber typische Kar-Nische.

1. (S. 38) Sühleited, 2509 m, und Schimpelsee vom Gjaided, 2522 m (von NW her).

Granatführende Glimmerschiefer und Gneise, die Schichten steil in Art eines Fächers gestellt, dessen Achse O—W, also vom Sühleited-Gipfel schief rechts vorwärts läuft. Parallel damit in den Felsköpfen der obersten Karstufe ein Marmorzug.

Der weite Boden des obersten Schimpelkars, in den der See eingesenkt ist, entspricht einem ältern tertiären Talboden; an der Pyramide des Mitterkared, 2458 m, (Mittelgrund, rechts) sieht man die Einseitigkeit der Kammbildung: rechts die glatte SW-Flanke; links die steilen Felsabbrüche der NO-Seite.

2. (S. 38) Bodensee im Seewigtal gegen N.

Das Tal liegt ganz im Ennstaler Phyllit und zeigt dessen weiche Formen. Im Mittelgrund die breite ebene Fläche der Talstufe etwa 1200 m ü. d. M., die aufs genaueste den Vererbungen am dahinter liegenden Freienstamm (bereits jenseits der Enns, bei Gröbming, vgl. S. 38 u. 39) entspricht. Im Hintergrund zwischen Kammspitze (Mitte) und Stoderzinken (links am Rand) erscheint die Hochfläche des Kammergebirges (um 1700 m). Rechts hinten das Lote Gebirge.

3. (S. 37) Wildstelle von NW.

Geologisch wenig zu bemerken; höchstens eine Andeutung von einseitiger Ausbildung der Grate. (Vgl. S. 46.)

4. (S. 37) Stoderzinken und Gröbming von den Höhen östlich von Stein a. d. Enns.

Diagramm, Profil und Erläuterung finden sich auf der Seite nebenan.

5. (S. 37) Gr. Knallstein vom Lachkogel (von SSW, vom Huberhauertörl her).

Granat-Glimmer-Schiefer und Gneise, wechselnd, meist steil einfallend, wenig widerstandsfähige Gesteine, weswegen der Fau gar nicht zum Ausbruch kommt. Beachtenswert das in den langen horizontalen Kammstücken erhaltene Stück der ältesten (miozänen?) Landoberfläche.

6. (S. 37) Greifenberg und Rauhenberg von der Pöllerhöhe (von S).

Schiefer- und Augen-Gneise. (Im W-Grat des Greifenberges, rechts, ober dem aus dem Schnee auftauchenden schwarzen Felsen, steckt eine kleine Serpentinlinse.) Obwohl sehr hartes Gestein, sind die Formen oben sanft und flach; ein Überrest der ältesten (miozänen) Landoberfläche. Im Hintergrund der Dachstein, vor ihm die Terrasse der Ramsau.

(S. 46) Vollbild Klein-Sölter Obertal von der Hochgangspitze gegen N.

Das Tal ist größtenteils in das Gneismassiv der Hochwildstelle eingeschnitten. Auf den Spitzen des begrenzenden Kammes zum Teil schon das flachliegende Schieferdach, an der vordersten Kuppe, dem Spated 2256, Phyllit mit Pegmatitlagergängen

Querschnitt des Tales U-förmig, der typische Trog vergletschert gewesener Täler. Rechts im Hintergrund die Kalkfelsmauer des Grimming (jenseits der Enns). Zu beachten, wie die so verschiedenen aufgebauten Gipfel doch zu einer ziemlich gleichmäßigen Gipfelslur zusammenfließen.

7. (S. 20) Hohe Wildstelle von SW gesehen (vom Klaffersteig).

Die in der Gipfelregion prachtvoll zum Ausdruck kommende Schichtung zeigt die flachkuppelförmige Aufwölbung des Massivs, indem die Bänke sowohl links (NW) zur Neualmsharte, als rechts SO zur Trattenhart in mäßiger Neigung vom Scheitel der Kuppel, der nicht weit vom Gipfel der Wildstelle selbst liegt, abfallen.

Rechts in der breiten schwach geneigten Fläche des obern Trattenkares einer der ältesten Talbodenterrasse (s. S. 42).

8. (S. 20) Wildstellstod vom Klaffersteig (von SW).

Zeigt noch besser als 7. die vom Gipfel gegen NW abfallenden Gneisplatten, ferner den Gegenatz in den Formen der plattigen Schiefergneise der Wildstellenkuppel (rechts) und der mäßigen Granitgneise der Höchsteingruppe (links). Die Zone flacher Hänge im Mittelgrund ist wieder ein alter Tertiärer Talboden, in den das junge Tal (rechts vorn) scharf eingeschnitten ist.

II. Bemerkungen zu einigen weiteren Bildern:

(A. In diesem Bd, beigegeben dem Aufsatz von H. Wödl.)

S. 88 Vollbild Himmelreich von S.

Flache Schichtung des Daches der Gneiskuppel der Wildstelle (vgl. S. 20 und Erl. dazu). Links unten Steilabfall von der Terrasse der Preintalerhatte zum Talboden der Riffacheralm.

B. Zeitschrift 1916.

S. 38 (Vollbild) Gigsacksee mit Lungauer Kalkspiz (gegen SW).

Skizze danach, Profil und Erläuterung eingeschaltet in den Text, S. 9.

S. 24 (Vollbild) Hüttensee mit Wildstellstod (gegen S).

Gneislandschaft, die in Fig. 7 und 8 dargestellte Schichtung der Wildstellenkuppel von der andern Seite gesehen. Mittelgrund Stufe (mit Wasserfall) in der Kartrette des Seewigtales.

S. 33, Abb. 1 Dreisteden und Hochheide vom Bösenstein (gegen N).

Einseitigkeit der Grate: (links) im W, der Wetterseite glatte, in einer Flucht abfallende Hänge, im Lee (rechts) Abbrüche zu prachtvollen Kären.

S. 33, Abb. 2 Ausblick vom Bösenstein gegen Sedauer Tauern (gegen SO).

Vordergrund Grat im blockig-floßigen Granitgneis (vgl. die Bilder aus dem Höchsteingebiet s. oben) schöne parallellepipedische Zerklüftung. Mittelgrund Kar, Hintergrund die flachwelligen, nur wenig vom Eis modellierten Sedauer.

S. 34, Abb. 3 Höchstein und Wildstelle von der Steirischen Kalkspitze (gegen ONO).

Die Gipfel des Wildstellen-Gneismassivs ragen deutlich über die allgemeine Gipfelflur empor: härteres Gestein? nachträgliche Hebung? Wahrscheinlich beides Ursache! Vgl. Text S. 36.

S. 34, Abb. 4 Gigsackseehütte gegen Engelfarpiße und Hading (gegen SO).

Die Terrassen in halber Höhe sind Reste des ältesten Talbodens (vgl. Text S. 42).

S. 51, Abb. 2 Dachsteingruppe von der Planei (gegen NW).

Die bewaldeten Sporne unter den Dachstein-(Kalk-)Wänden und die runden Waldberge links bestehen aus Werfener Schieferen und Paläozoikum der Grauwackenzone, ihre Höhen sind aus einer alten Talflur (um 1400 m herum) herausgeschnitten. Im Mittelgrund die breite Terrasse der Ramsau — der nächstjüngere Talboden (der der ältern Eiszeit); der waldige Rücken des Kulmberges mitten darauf ist Dolomit der Mandlingtrias.

Zeitschrift 1918.

S. 103 (Vollbild) Ausblick vom Greifenbergfattel (gegen OSO).

Zu beachten, wie die Terrasse im Vordergrund (Klaffersee) ferner im Mittelgrund (an der Kaiserhart 2294 m) entspricht, quer übers heute tief dazwischen eingeschnittene Tal.

S. 110 (Vollbild) Hochgolling Nordwand vom Klaffersteig.

Wie diese Zeitschr, Titelbild, aber die „Branden“ sind hier deutlicher gekommen.

S. 120, Abb. 3 Bild vom Greifenberg (gegen NO).

Zeigt (etwas unklar zwar) ähnlich wie diese Zeitschr. (S. 20) die beiderseits flach abfallende Kuppel des Wildstellenmassivs und die großen Verebnungsflächen der ältesten Talböden, an Klaffer, Trattenkar usw.

Anmerkungen

¹⁾ Ein ziemlich vollständiges Verzeichnis der Schriften, welche auf die Geologie der Niedern Tauern Bezug haben, findet man in „R. Schwinner, Die Niedern Tauern. Bis-herige Ergebnisse, Aufgaben und Ausblicke der geologischen Erforschung“. Geolog. Rundsch. XIV, 26—56, 155—163. 1923. Gesteinskundliches siehe bei Angel Fr., Petrographie der Steiermark, Mitt. naturwiss. Ver. f. Steierm. 1924. B.

²⁾ Siehe diese Zeitschr. Bd. 49, 1918, S. 110 und hier Titelbild.

³⁾ Schwinner, Niedere Tauern, S. 52.

⁴⁾ Preberprofil mit der „Bischofswand“, siehe Heritsch und Schwinner. Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark Bd. 60, 1924. Vgl. im übrigen die Karte in Heritsch Fr., Geologie von Steiermark, Mitt. des naturwiss. Vereins f. Steiermark Bd. 57, B. Graz 1921. Die Granitgneismasse im Prebergebiet, die dort nach älteren Arbeiten übernommen worden, ist in einzelne Linsen und Lagen aufzulösen und überhaupt stark zu reduzieren.

⁵⁾ Heritsch Fr., Analogien im seismischen Verhalten der nordöstlichen Alpen und der Westkarpathen. Geol. Rundsch. 10, 1919, 118—126. Vgl. auch Anmerkung 36.

⁶⁾ E. Veren in einer Dissertation, Graz 1924.

⁷⁾ Heritsch Fr., Geologie der Steiermark 1921, S. 133, Fig. 21; Schwinner R., Niedere Tauern, S. 40. Ausführlicher bei Veren, s. oben. Daß ich diese Vorkommen ursprünglich für Porphyroide hielt, liegt an der fast ganz gleichen Habitus erzeugenden nachträglichen Umwandlung.

⁸⁾ Fr. Bede hat nachgewiesen (Bericht über geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Hochalpenfernes, Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-nat. Kl. Bd. 118, Abb. 1, 1919, S. 1058 ff.), daß gewisse Gesteine aus der Gegend von Tröng eine doppelte Umwandlung erlitten haben, zuerst aus irgendeinem Ausgangsmaterial bis zu echten Gneisen, dann aber rückwärtend bis zu täuschender Ähnlichkeit mit Phylliten und Serizit-schiefern, die normalerweise eine Metamorphose von geringerer Intensität als die zu Gneis führende mitgemacht haben; und nannte solche Gesteine, die im Grundgebirge der Radstädter Tauern nicht selten sind, „Diaphthorite“.

⁹⁾ Vgl. das Bild in dieser Zeitschr. 1916, S. 38.

¹⁰⁾ Gerade am Rand des Ennstales sind fast alle Gesteine (ober der untersten Trias) un-gemein reiner Kalk, während von einem Ufer, das aus kristallinen Gesteinen besteht, Ver-unreinigung, wenn nicht Sand und Geröll, so doch erdige und tonige Bestandteile hätten eingeschwemmt werden müssen.

¹¹⁾ Über die Verwandtschaft aller dieser Tiergesellschaften „Hallstätter Art“, die haupt-sächlich aus den Anmoniten bestehen, wie sie im Salzkammergut so massenhaft in den bunten Marmor liegen, so daß sie sogar regelmäßig zu Erinnerungsgegenständen verarbeitet wer-den, vgl. R. Schwinner, Hallstätter Fragen. Ein Auschnitt aus dem Bild des Ab-lagerungs- und Faltungsgbietes der Nordalpen. Geolog. Archiv Bd. III. 1924, wo auch die möglichen Meeresströme ausführlicher erörtert sind.

¹²⁾ Dagegen würde ich vermuten, daß die Radstädter Tauern und überhaupt die ganze Zone östlich vom Hochalpenmassiv damals mitgefaltet wurden. Die Ablagerungen des Me-sozoikums, welche sonst höchstens mechanische Beeinflussungen zeigen (Rüftungen, Zerbrechun-gen, Zermalmungen) sind hier wirklich metamorph geworden, und zwar um so mehr, je mehr man auf der Radstädter Tauernstraße nach Süden kommt. Hand in Hand damit geht die rückwärtende Metamorphose im Grundgebirg, (vgl. Anmerkung 8), so daß beides auf einer mittleren Linie zusammenkommt. Interessant ist das Vorkommen von Pyritvorkommen (Eisen-oder Schwefelkies, bis ½ cm lang) sowohl in Ton-schiefern der Trias („Pyrit-schiefer“) als in den Diaphthoriten des Grundgebirges.

¹³⁾ Es freut mich, daß ich mich mit dieser Vermutung in Übereinstimmung befinde mit Robert L., Bericht über die geotektonischen Untersuchungen im östlichen Tauernfenster und seiner weiteren Umrahmung. Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-nat. Kl. Bd. 121, Abb. 1, 1912, S. 456. Die gegenteilige Anschauung (von Norden her eingreifender Fjord) vertritt F. Trauth, Das Cozänvorkommen bei Radstadt im Pongau. Denkschr. Akad. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 95, 1918, S. 207.

¹⁴⁾ Das Känozoikum (auch Tertiär genannt) teilt man ein in Cozän, Oligozän, Miozän, Pliozän.

¹⁵⁾ Geyer G., Über den geologischen Bau der Warfenedgruppe im Toten Gebirge. Verhandl. der k. k. Geol. Reichs-Anst. 1913, S. 306.

¹⁶⁾ Oft liest man, daß die Sandsteine und Konglomerate der Ennstaler Braunkohlenfor-mation identisch wären mit den „Augensteinen“, jenen kleinen, glänzend polierten Ge-röllern (meist Kiesel), die vereinzelt, in Nestern und kleinen Schotterlappen vom Steinernen Meer bis zum Wiener Schneeberg auf den hohen Kalkplateaus gefunden werden, und daß diese nur durch Flüsse dahin gebracht werden hätten können, welche auf der Höhe jener Ver-

ebnungen von den Zentralalpen direkt gegen Norden abgefloßen wären, quer über die Ennslinie, längs der damals noch keine Talsfurche eingeschnitten gewesen sei. Das sollte man nicht so bestimmt behaupten, solange die Gesteinsgesellschaft der Augensteine noch so ungenügend bekannt ist. Bis jetzt ist noch kein Augenstein mit einem Gestein der Zentralzone wirklich identifiziert, ich meine mit einem genau bestimmten Typus. Die vagen Angaben lassen oft eher auf Grauwackenzone raten. Das Vorherrschende der Kiesel läßt erkennen, daß auch die Augensteine „Reisshotter“ sind, und die müssen, ganz gleich wie das Ausgangsmaterial gewesen sein mag, immer ziemlich gleich ausfallen. Dafür in den Augensteinen neu umgelagerte Reste von älteren Schutttablagerungen zu sehen, wie sie im ganzen Mesozoikum der Nordalpen häufig sind, hat sich Machatschek entschieden „Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen“, Ostalpine Formenstudien I/1, Berlin 1922, 265—270.

¹⁷⁾ Am Ennsed bei der Heföhütte liegen Schotter eines verhältnismäßig langsam fließenden Flusses, der noch in ganz junger Zeit (Ende Tertiär) „aus der Rottenmanner Gegend“ (?) hier oben durchfloß. Vgl. Geyer O., Zur Morphologie der Gesäueberge. Diese Zeitschr. 1918, S. 25; sowie unten S. 40.

¹⁸⁾ Ausführlicheres darüber: R. Schwiner, Die Oberflächengestaltung des östlichen Suganer Gebietes (Südosttirol). Ostalpine Formenstudien III/2, Berlin 1923, S. 118 ff. (Allgemeines).

¹⁹⁾ N. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913, S. 49, und andere mehr.

²⁰⁾ Die Dedentheorie Termierischer Spielart, welche die Nordalpen von der Drau herüberschiebt, verlangt natürlich die einbettliche Aufwölbung, die Davidschule mit ihrer Überschätzung der „Subsequenz“ die nachträglich e Entstehung der Längstäler. Letztes gleich unfinnig. Vgl. Davids W. M., Die erklärende Beschreibung der Landformen, 1912, S. 99; Schwiner R., Ostalpine Formenstudien III/2, 1923, S. 129.

²¹⁾ Machatschek f. o. S. 244 meint, daß das Sölketal sich durch den Paß Stein gerade fortgesetzt habe. Darauf hoffe ich bei Gelegenheit zurückkommen zu können. Über den Salzachdurchbruch (l. c. S. 148) ebenfalls später. Einiges s. S. 43.

²²⁾ Vgl. die Arbeiten von Geyer in den Veröffentlichungen der Geolog. Reichsanstalt (Wien) und zwar besonders Geolog. Spezialkarte, Blatt Weyr.

²³⁾ Vgl. die Monographie Hans Wödl, Der Klafferkeßel in den Schladminger Alpen. Diese Zeitschr. 1918, S. 101—124, bes. die Bilder S. 119/120, Nr. 1, 3, 4.

²⁴⁾ Wenn alle andern Namen hochdeutsch gegeben werden, kann „Goaded“ der Spez.-Karte nicht bleiben.

²⁵⁾ E. v. Mofjssowics (Verh. f. f. Geol. Reichs-Anst. 1899, S. 14, Bericht des Direktors) hat hervorgehoben, daß weder Gosau, noch Miozän jemals unmittelbar auf dem Kristallin der Zentralkette liegen.

²⁶⁾ Natürlich ist der Salzachdurchbruch auch dadurch begünstigt worden, daß er eine „Zone stärkerer Gesteinsbeanspruchung“ traf (Machatschek l. c. S. 148). Das führt sich aber auf dieselbe Grund- und Hauptursache zurück. Das Gestein ist da zertrümmert, wo der Zug oder Riß der Quermulde durchgeht.

²⁷⁾ Besteht z. T. ebenfalls aus stark gestörtem Braunkohlen-Tertiär.

²⁸⁾ Damit soll nicht gesagt sein, daß man nicht vielleicht die Einteilung weiter fortsetzen kann. Doch will ich auf diese ziemlich strittige Frage nicht eingehen, weil wir hier eine feinere Einteilung nicht brauchen. Das ist aber heute glücklicherweise allgemein anerkannt, daß eine Dreiteilung: ältere—jüngere Eiszeit und dazwischen eine lange Zwischeneiszeit (= Mindel—Riß Interglazial Penck und Brüdner) die Hauptzüge der Geschichte des Diluviums gibt, für inneralpine Verhältnisse ist einzig diese einfache Gliederung brauchbar. Diesen Standpunkt der „praktischen Diluvialgeologie“ vertritt ich übrigens schon ziemlich lange (Schwiner R., Verh. f. f. Geol. Reichs-Anst. 1912, 176 Anmerkung und 177).

²⁹⁾ Man kann natürlich auch an Auskolkung durch den Gletscher denken. Aber da ganze Terrassenzüge verstreut sind, und zwar gerade an einer auch anderweit belegbaren tektonischen Linie, so würde eine solche Erklärung kaum befruchtigen.

³⁰⁾ Ausführlicheres bei Zailer W., die Entstehungsgeschichte der Moore im Flußgebiete der Enns. Zeitschr. f. Moorkultur und Torfverwertung, Wien 1910, S. 3/4. Ferner Rubart, B., und R. Schwiner, Interglaziale Schieferkohlen von Schladming.

³¹⁾ Böhm A., Die alten Gletscher der Enns und Steyr. Jb. f. f. Geol. Reichs-Anst. 1885, S. 522.

³²⁾ Böhm A., l. c. S. 444; Penck (Alpen im Eiszeitalter, S. 270 ff.) — ihm folgend Rebeleisberg, Die eiszeitliche Vergletscherung der Alpen. Diese Zeitschr. 1913, S. 32 — gibt zwar größere Höhe des Eisstromes, aber die Funde auf den nördlichen Kalkplateaus, auf die er sich stützt, können als alles mögliche Interessante gelten, nur nicht als verlässliche Zeugen der letzten Eiszeit.

³³⁾ Vgl. Schledel, Die Niedern Tauern. Diese Zeitschr. 1916, S. 11 ff. (Begründung

für die verschobene Bezifferung, siehe Anmerkung 32.) Die höhere Schneegrenze stimmt auch besser dazu, daß die Vergletscherung im Osten schon vor Wald ganz aufhört, als die Penck'sche Schneegrenze von 1400 m bei Schladming!

³⁴⁾ Die hier besprochene Erscheinung hängt also nicht zusammen mit jener „Asymmetrie der Täler“, die Hilber B. („Asymmetrische Täler“ Petermanns Mitt. 1886, 171—177) zuerst beschrieben hat. Bei jener handelt es sich um Durchschnittswerte (von den zwei Flanken eines Kammes hat jene die geringere Steigung, welche auf dem tiefern Tal ruht — was auch in den Niedern Tauern meist stimmen wird). Hier wird der Unterschied zwischen Grashang und Felswand hervorgehoben, d. i. zwischen Detailsformen anderer Größenordnung.

³⁵⁾ Zailer B., l. c. S. 10.

³⁶⁾ Vgl. Heritsch Fr., Die Ennstaler Erdbeben des Jahres 1918. Allgemeiner Bericht und Chronik der in den Jahren 1916—1921 in Osterreich beobachteten Erdbeben. Nr. XIII. Amtliche Veröffentlichung d. Zentral-Anst. f. Meteorologie und Geodynamik in Wien, 1922, S. 22—25, Heritsch Fr., Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen. Mitt. d. Erdbebenkommission der Akad. d. Wiss. Wien, N. F. Nr. 53, 1918, S. 31. Vgl. auch Anmerkung 7, wo auf die Bedeutung der Transversalbeben für die Erkenntnis des Alpenbaues hingewiesen ist.

³⁷⁾ Theodor Fontane, Die Brück' am Fay.