

Über naturgetreue Darstellung orogentektonischer Erscheinungsformen.

Mit einigen Bemerkungen zur Frage der Gebirgsbildung.

(Mit 1 Tafel.)

Von Emanuel Christa.

Bedeutendere Massenverlagerungen im Deckgebirge lassen sich als solche meist nur gedanklich erfassen; finden sie doch morphologisch nur sehr selten ihren unmittelbaren und zugleich eindeutigen Ausdruck. So werden Überfaltungen und Deckenschübe in der Regel erst durch eine sorgfältig durchgeführte geologische Kartierung klargestellt. Und wenn wir einmal im Landschaftsbilde selbst oder auf einem alle Einzelheiten scharf wiedergebenden Lichtbilde großtektonische Gegebenheiten erkennen oder zu erkennen glauben, so sind uns dabei, ohne daß uns dies immer zu Bewußtsein kommt, meist in recht weitgehendem Maße gedanklich gewonnene Vorstellungen zu Hilfe gekommen. Der wohl stets nur in örtlich engster Umgrenzung mögliche Aspekt eines an Ort und Stelle gesehenen großtektonischen Überschiebungsrandes berechtigt uns beispielsweise trotz so mancher hier wahrnehmbarer durchaus charakteristischer Eigentümlichkeiten nicht ohne weiteres zu der Annahme einer Deckenüberschiebung; denn an sich könnte es sich hier, worauf in der Literatur oft genug hingewiesen wurde, ebensogut nur um ein mehr oder weniger bedeutungsloses randliches Übergreifen der hangenden Gesteinsmasse über einen seitlich abgesunkenen Schichtkomplex handeln. Im Forschungsgebiete der Ostalpen hat sich denn auch, wir brauchen das heute nicht mehr in Abrede zu stellen, die allgemeine Erkenntnis von dem Vorhandensein weiträumiger Deckenüberlagerungen erst nach zähem Widerstreben durchgesetzt, was übrigens angesichts der anderwärts weit rascher und ausgiebiger sich geltend machenden deckentheoretischen Schematisierungsversuche auch wieder sein Gutes hatte.

Ein den Ostalpen entnommenes Beispiel derartigen Deckenschubs von kaum übertroffener Evidenz — das überschobene Areal beträgt an dieser Stelle allein mindestens 100 km^2 — haben wir im Gebiete des Hochvogels und der Hornbachkette vor uns. Hier kommen bekanntlich an der Basis der die Gipfelketten und die eigentliche Felsregion aufbauenden, vorwiegend triassischen Schichtpakete mitten am Hang der breiten Erosionsfurchen des Hornbachtals allenthalben die jungen Schichten des Jura zutage, u. zw. nach oben hin umfaßt von einer die beiden Schichtkomplexe trennenden Grenzlinie, die, wie die sehr sorgfältige Kartierung¹⁾ ergab, fast nach Art

¹⁾ Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Lechtal 1 : 75.000, ausgegeben 1914.

einer Isohypsenkurve in all die kleinen Seitentälchen buchtförmig eingreift. Obendrein befindet sich hier eine fast ganz isoliert dazwischengestellte triassische Aufragung, der ansehnliche Gebirgszug des Lechlerkanzes, welcher sich mit seinen lappenförmig zerschlitzten, fast an Laubsägearbeit erinnernden Umrißlinien als ein durch die Talerosion aus heterogenem Untergrunde herauspräparierter Deckenrest zu erkennen gibt. Ist auch die Lagerung der hier beteiligten Schichten keineswegs durchgehend horizontal, sondern mehrfach gestört bei teilweise steilem Einfallen, so lassen Verlauf und Lage jener Grenzlinie schlechterdings nur die Annahme eines ausgedehnten Deckenschubs zu. Für eine Vorstellung, als wären hier, etwa längs Verwerfungsspalten, Schollen mit erhalten gebliebenen jüngeren Schichten just im Ausschnitt der genannten Täler in die Tiefe gesunken, bliebe kein Raum mehr. Solche Beispiele warnen geradezu vor einem allzu beharrlichen Skeptizismus in der Interpretation typisch alpiner, von horizontalen Dislokationen nun einmal beherrschter Großtektonik. Mit Nachdruck auf sie hinzuweisen erscheint auch heute noch nicht ganz überflüssig.

Aber selbst in diesem eklatanten Falle findet sich gerade das nicht verwirklicht, was ich mit dem Leitgedanken meiner nachstehenden Ausführungen im Auge hatte: die Möglichkeit einer naturgetreuen Darstellung orogen-tektonischer Phänomene. Wohl macht sich bei diesen Allgäuer Landschaftstypen der morphologische Gegensatz zwischen Jura- und Triassschichten auch dort in aller Schärfe geltend; über die hier ausschlaggebende Frage der tektonischen Auflagerung der beiden voneinander getrennten Schichtkomplexe aber sagt uns das Landschaftsbild eigentlich nichts. Sollten demnach Beispiele der gewünschten Art in der Natur so schwer zu finden sein? Nun kennen wir ja nicht nur in den West-, sondern auch in den Ostalpen weitausgreifende Liegendfalten, die sich prachtvoll im Landschaftsbilde abzeichnen. Allein hier handelt es sich in der Regel mehr um eine bloße Verstärkung der gewöhnlichen Faltung als um Deckenbildung, also jenes Phänomen, dessen tiefere Entstehungsursache auch heute noch zu den großen tektonischen Problemen zählt.

Um schon aus der Betrachtung des Naturobjektes selbst guten Einblick in den Mechanismus einer Überschiebung oder Deckengleitung zu gewinnen, wird man zweckmäßig in Gebieten zu fahnden haben, wo die Massenbewegungen im Deckgebirge besonders heftiger Natur gewesen sind. Das ist wohl der Fall bei den Lechtaler Alpen, deren Bauformel von derjenigen der Berge des bayerischen Allgäus, wie es uns Ampferer in seinen Arbeiten¹⁾ so lebendig dargestellt hat, bereits merklich in dem angegebenen Sinne abweicht.

Ein hervorragendes Belegstück dieser Art ist mir im Sommer 1931 im hintersten Sulzetal, einem unweit Holzgau mündenden Seitentale des oberen Lechs, bekannt geworden. Ampferer äußert sich über diese Örtlichkeit (a. a. O. S. 557) unter Beifügung einer gut orientierenden,

¹⁾ O. Ampferer und W. Hammer, Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu bis zum Gardasee, Jahrbuch der österreichischen Geologischen Bundesanstalt 1911 (Bd. 61), Wien 1911.

schematisch geologischen Ansichtsskizze (Fig. 10 des zitierten Werkes) überaus treffend, wie folgt: „Die Wirkung des Vordringens einer Schubmasse auf ihre eigenen Schichtlagen und auf die Komponenten ihres Untergrundes und Verbandes ist in geradezu ausgezeichnete Klarheit und bis in die feinsten Details lesbar an diesen steilen Berghängen verzeichnet“. Der gewiß nicht so sehr vom alpinlandschaftlichen, als vom rein geologischen Gesichtspunkte aus selten schöne Gebirgsausschnitt schien mir eines zeichnerischen Versuches seiner möglichst naturgetreuen Wiedergabe wert zu sein. Die wohl zunächst hier auftauchende Frage: warum nicht photographische Wiedergabe anstatt des umständlichen und gewiß nicht mühelosen Umweges der Zeichnung, läßt sich am ehesten durch Hinweise auf gewisse, einer zeichnerischen Darstellung besonders zugängliche Eigentümlichkeiten des hier in Frage stehenden Geländeteiles beantworten.

Den bereits erwähnten Mangel an schärfer ausgeprägten Berggestalten steht ein wahrer Reichtum an geologisch interessierenden Einzelheiten gegenüber, welche selbst wieder — normale bis unter-normale Sehschärfe des Beobachters vorausgesetzt — zum nicht geringen Teil nur mit Hilfe eines Fernglases in der hier wünschenswerten Deutlichkeit wahrgenommen und festgehalten werden können. Einer derartigen Betrachtungsweise kann man bei einer für naturwissenschaftliche Zwecke gedachten bildlichen Wiedergabe solchen Berggeländes so wenig entraten, wie etwa bei einer ungenau überhaupt nicht denkbaren Aufnahme eines Gipfelpanoramas, wo sie sozusagen eine *conditio sine qua non* bedeutet. Teleaufnahmen können zwar im vorliegenden Falle an sich zum mindesten das gleiche leisten. Allein gerade der von Punkt 2545 ausgehende und beiderseits von muldenförmigen Tälchen eingefasste, nach vorne etwas plump sich rundende Mittelrücken (siehe das Bild) würde in Zusammenhalt mit allen weiter zurückliegenden Partien des Hintergrundes sehr verschiedene Einstellungen des Objektivs bedingen, und die hier nun einmal notwendige Zusammenfügung der so entstandenen Teleaufnahmen zu einem brauchbaren Gesamtbilde dürfte technisch vorerst noch auf ziemliche Schwierigkeiten stoßen.

Ein weiterer für die photographische Wiedergabe im vorliegenden Falle höchst mißlicher Umstand ist die Dunkelheit der Schatten, die oft gerade die feineren Details verbirgt.

Damit in unmittelbarem Zusammenhange steht ein dritter wichtiger Faktor. Im Hochgebirge mit seinem komplizierten Oberflächenrelief spielt für die Betrachtung die Art des jeweiligen Tageslichtes eine eminente Rolle. Gerade der Zeichner, und zwar dieser weit mehr noch als der Maler, kann, darf und soll während seiner Arbeit die ihm zeitlich und örtlich jeweils günstig erscheinenden Bedingungen ganz nach seinem Gutdünken ausnützen, ein Umstand, der für die photographische Momentaufnahme des Landschaftsbildes so gut wie ganz außer Betracht bleibt.

Es ist vielleicht angebracht, auf das, was im folgenden mit naturgetreuer Darstellung gemeint und gewollt ist, nochmals zurückzukommen. Schematisierende Skizzen sind in der Geologie, da ihre vereinfachende Darstellungsart das Verstehen erleichtert und ihre Anfertigung rein technisch kaum größeren Schwierigkeiten begegnet,

außerordentlich beliebt. Speziell auf tektonische Verhältnisse bezogen, dürften sie als bildliche Belege im allgemeinen ihren Zweck erfüllen. Wenn nun aber wie hier die Natur selbst uns tektonische Schaustücke von klassischer Bedeutung und ungewöhnlicher Anschaulichkeit darbietet, wird man deren naturgetreue Wiedergabe wohl als erwünscht gelten lassen dürfen, zumal eine solche Darstellung dann selbst zu einem Gegenstand eingehenden geologischen Studiums werden kann. Naturgetreu im strengsten Sinne des Wortes kann nun aber als Abbildung eigentlich nur eine solche in Farben sein, und ich stehe nicht an, zu behaupten, weiß mich auch darin eins mit namhaften Autoren, die diese Frage schon berührt haben, daß gerade im Hochgebirge, aber auch in allen gebirgigen Gegenden mit spärlicher oder fehlender Vegetationsdecke die Farbenanwendung für die bildmäßige Darstellung speziell stratigraphischer Erscheinungsformen angestrebt werden sollte. Mit in erster Linie die Lechtaler Alpen liefern in ihren schon weit in die vegetationslose Hochregion hineinragenden zentralen Teilen eine überraschende Anzahl dafür besonders geeigneter Objekte. Daß die Farbenphotographie bisher in diesem Sinne nur unvollkommen befriedigende Ergebnisse gezeitigt hat, ist hier nicht weiter zu erörtern.

Die mehr das Körperliche als das Stoffliche betonende und daher für das tektonisch Gegenständliche in der Natur besonders geeignete Zeichnung in Schwarz, wie sie hier gewählt ist, wird übrigens gewisser schematisierender Momente ebenfalls nicht ganz entbehren können. Ich habe hier nicht so sehr jene Fälle im Auge, wo sich mit ein paar mehr oder weniger grob gehaltenen Schraffuren ausgezeichnete Bild-effekte in der Schattenverteilung und im Wechselspiel der natürlichen Farbentönungen erzielen lassen; denn gerade diese Darstellungsmanier ist mit der Einbeziehung feinerer und dem wissenschaftlich geschulten Auge wesentlich erscheinender Einzelheiten in das zur Darstellung gebrachte Gesamtobjekt kaum vereinbar. Die für die Darstellung von Rasenhängen übliche und vorteilhafte Feinschraffur ist beispielsweise eine von den vielen unentbehrlichen Schematismen, die aber trotzdem, und zwar gerade im Zusammenhalt mit einer möglichst sorgfältigen Wiedergabe aller landschaftlichen Details, sozusagen zwangsläufig zu dem Ergebnis führen, daß das zeichnerische Gesamtbild als solches sowohl, wie in allen seinen Einzelheiten die strengen Gesetzmäßigkeiten der Naturwahrheit einwandfrei erfüllt. Unter den genannten Voraussetzungen werden sich auch alle räumlichen Verhältnisse der Zeichnung mit derjenigen des Lichtbildes im allgemeinen decken, unvermeidliche Abweichungen sich aber in der Regel nur als solche geringfügigen Ausmaßes und noch geringerer Bedeutung erweisen. Wo es nötig ist, mit dem Fernglas wahrgenommene wichtige Details etwas kräftiger hervorzuheben, wird dies dem Gesamteindruck objektiver Richtigkeit nicht abträglich sein, insofern, was niemals außer acht gelassen werden sollte, die Größenordnungen auch da gewahrt bleiben. Das Naturobjekt, wie es in einer Zeichnung der hier geschilderten und in der Beilage vertretenen Art zur Darstellung gelangt, läßt sich dann auffassen als in einem fast schattenlosen Zustande befindlich, wie er etwa bei klarster Sicht und bei allseitig bedecktem, von diffusum Licht jedoch hell durch-

schimmertem Himmel sich im Hochgebirge durchaus nicht selten beobachten läßt.

Auf die Geologie der nun einmal zur Diskussion gestellten und für großtektonische Phänomene hier vielleicht erstmals angewendeten¹⁾ naturgetreuen Darstellung wird selbst im Hinblick darauf, daß sie in den Arbeiten Ampferers bereits ausreichend behandelt ist, hier des Zusammenhanges wegen nochmals eingegangen werden müssen, wobei ich mich in vielen geologischen Einzelheiten auf die Feststellungen dieses gründlichsten Kenners der nördlichen Kalkalpen wohl unmittelbar beziehen darf.²⁾

Was schon dem Laien beim Anblick des der Nachbarschaft der Holzgauer Wetterspitze entnommenen Geländeausschnittes ohne weiteres auffallen muß, ist eine langgestreckte, im Durchschnitt 250 m hohe, wohlgebankte, hellgraue Felswand, deren bisher annähernd horizontale Schichtung gegen die Mitte des Bildes in merkwürdigen Falten umbiegt, ja sogar sich förmlich einzurollen scheint, während die Wandmasse selbst sich hier in Wülsten zuspitzt und mit diesen reitenden Liegendsätteln gegen die Gesteinsmassen der Nachbarschaft keilartig vorschiebt. Sie besteht aus Hauptdolomit, wie er insbesondere in den tieferen und vorderen Partien des Sulztales die triassisch-norische Hauptmasse des Anstehenden repräsentiert.

Im Hangenden jener hellgrauen Felswand sieht man, und zwar besonders deutlich am linken Rande des Bildes, vereinzelt Felsbänke im allgemeinen wagrecht-konkordant zu den darunter folgenden Schichtlagen des Hauptdolomits das Gelände durchsetzen. Sie wechsellagern dort offenbar mit leichtverwitternden dunkleren, der Rasenbildung günstigen Schichten und haben zusammen mit diesen unzweifelhaft die Entstehung eines gerade dort eingesenkten Karbodens (des Martenkarles), in hohem Maße begünstigt. Die ganze Gesteinsserie ist stratigraphisch genau die gleiche wie die, welche die unteren Partien des bereits oben erwähnten, mit breiter Rundung vorspringenden Bergrückens fast vollständig einnimmt und auch rechts davon, d. i. im Bereiche der durch die Gelegenheitsbäche erzeugten großen Runsen, am Gehänge wieder zum Vorschein kommt. Die Wechsellagerung der streckenweise überaus intensiv gefalteten härteren Bänke mit dunkler schiefrieger Zwischenmasse tritt in diesem tieferen Niveau, weil dem Beschauer näher gerückt, besonders deutlich hervor. Auch dieses mächtige Schichtpaket wird vom Haupt-

1) Aus der Literatur mir bekannt gewordene naturgetreue Darstellungen ähnlicher Art wie beispielsweise die vortreffliche von W. Hammer und L. Aegerter gezeichnete Ansicht auf Tafel XIV im Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1914, 64. Bd. S. 326 (O. Ampferer, Bau der westlichen Lechtaler Alpen), geben an Hand farbiger Eintragungen sehr deutlich die tektonischen Einlagerungen wieder, während hier, wie aus dem Bilde ersichtlich, das Schwergewicht auf die Darstellung des tektonischen Mechanismus, also des tektonischen Vorgangs als solchen gelegt wird.

2) Vgl. neben dem oben Zitierten auch Geologische Karte von Österreich 1 : 75.000, Blatt Landeck; ferner Erläuterungen zu Blatt Lechtal und zu Blatt Landeck von O. Ampferer, bzw. W. Hammer, Geologische Bundesanstalt, Wien 1924, (5045) und (5145); O. Ampferer, Geologisches Gerüst der Lechtaler Alpen, Alpenvereins-Zeitschrift 1913, Entstehung der Hochgebirgsformen in den Ostalpen, ebendort, 1915.

dolomit normal unterlagert, gehört also ebenso wie jenes in der Fazies der Kössener Schichten zur Stufe des Rhäts.

Die am linken Bildrande wahrnehmbaren Aufragungen, die, mit ihren über 2600 m hohen Gipfeln bereits ziemlich weit zurückliegend, im Sichtbereiche kulminieren, kennzeichnen sich schon aus der Ferne durch ihr von der Färbung des Hauptdolomits wohl unterschiedenes Verwitterungskolorit, ein bläulichweiß schimmerndes, überaus liches Grau. An Stelle der fast ganz zurücktretenden Schichtung sind es hier pralle, mitunter von dunkleren Striemen durchzogene Felsmauern, welche diesen Felsgestalten das Gepräge geben. Auch die Umrißlinie der etwas klotzigen, wie zerhackt aussehenden Gipfformen zeigt bei der Kompaktheit des Gesteins einen energischen Verlauf, nicht jenes zitterige Oszillieren, wie es beim Hauptdolomit, der quer zu seinen Schichtbänken gerne klüftig wird, einen bröckelig ruinenhaften Gesteinszerfall verrät. Das sehr korallenreiche Gestein, als Ober-Rhätkalk oder Oberer Dachsteinkalk bezeichnet, ist typische Riffbildung. Auf eine örtlich beschränkte Entstehungsweise dieser Sedimente mag es denn auch zurückzuführen sein, daß in der Schichtserie des vorerwähnten tieferen Niveaus über den Kössenern unmittelbar der Jura folgt, während hier als Erosionsreste des Oberen Rhäts jene stattlichen Felsgipfel, deren stolzester Vertreter übrigens der Kulminationspunkt der gesamten Gruppe, die nahe Wetterspitze, ist, den Kössener Schichten, ihrer natürlichen Unterlage, unmittelbar aufsitzen. Im übrigen läßt die in normaler Repetitionsfolge bewirkte Überlagerung der beiden großen Schichtkomplexe an Eindeutigkeit ihrer tektonischen Entstehungsweise nichts zu wünschen übrig. Das wird uns noch klarer und eindringlicher vor Augen geführt, sobald wir den weiteren Aufbau des Gebirges hier verfolgen.

Über den Kössener Schichten des basalen Stockwerkes folgt, wie bereits gesagt, unterer Jura, u. zw. Lias in der Fazies wandstufenbildender Kalke, welche allenthalben von groben, schmutzigbraun auswitternden Hornsteinkauern durchsetzt oder gar von mehr oder weniger breiten, bis zu einigen Dezimetern Dicke anschwellenden Schichtlagen dieses schwärzlichen Hornsteines handartig durchzogen sind. Form und Art, wie die Kieselsäure in dem an frischer Bruchfläche ziemlich licht erscheinenden Kalkstein aufritt und im Kontakt mit dessen karbonatischen Partien auf diagenetische Einwirkung oder die späteren Einflüsse der Atmosphären reagiert, sind von überraschender Mannigfaltigkeit. Diese Inhomogenität des „hornsteinreichen Liaskalkes“ — das ist die übliche Bezeichnung auf den österreichischen Karten — mag mit die Ursache sein, daß das zu klotziger Ausbildung neigende und trotzdem einer verhältnismäßig dünnen Bankung nicht ermangelnde Gestein an den Bergabhängen nicht so sehr eine gleichmäßig fortlaufende Wandstufe, als vielmehr eine von Pfeilern, Erkern, Runsen und Einmüldungen fort und fort unterbrochene Steilzone darstellt. Immerhin ist die Aneinanderreihung der Wandabbrüche dicht genug, um beispielsweise eine das basale Gebirge hier ostwestlich durchziehende hohe Aufsattelung nebst deren Sekundärsatteln aufs deutlichste im Gelände zu markieren. Was sich hiebei stets geltend macht, ist eben doch die ziemlich scharf sich ausprägende Felsbildung, welche im Habitus, sofern man von der un-

gleich dunkleren, geradezu düsteren Farbentönung des Gesteines absieht, einigermaßen an Ober-Rhätkalk erinnert, dem das Gestein ja zeitlich-genetisch nahesteht.

Über das Gewölbe des hornsteinreichen Liaskalkes legt sich bei normalem Schichtverbande der mächtige Schichtenstoß der Fleckenmergel in der bekannten Fazies des Allgäus. Wie dort geben diese Gesteine auch hier die geeigneten Böden für Mäher und Rasenhänge von beträchtlicher Ausdehnung und Steilheit ab. Im Bereiche der Wasserscheide jenes mehrfach erwähnten, bei Punkt 2545 anschließenden breiten Querspornes tritt dies naturgemäß weniger in Erscheinung als am begrünten Ostgehänge unterhalb der Höhenkote 2568, einer nach NO mit über 300 m hoher jähler Kante abbrechenden Graterhebung. Hier gehen die Liasfleckenmergel unter ziemlich raschem Wechsel in Gesteine von offenbar größerer Widerständigkeit und Härte über. Es hat sich da ganz ähnlich wie an den unmittelbar benachbarten (auf dem Bilde nicht mehr sichtbaren), wuchtigen Felszähnen der Vier Festen eine Art Sockel herausgebildet, dessen schroffes, immer noch reichlich von Rasen durchsetztes Gehänge das tiefdunkelrote, hier ziemlich schmale Band der sogenannten Radiolarite nach oben hin abschließt. Der zickzackartige Verlauf dieser Hornsteinlage¹⁾ zeichnet die hier sonst kaum mehr erkennbaren Schichtaufsattelungen des Gebirges wiederum sehr deutlich ab. Darüber erheben sich gipfelbildend die gleichfalls kieselsäurehaltigen oberjurassischen Aptychenkalke, die in dem lichtschrimmernden Gelblichgrau ihrer meist rasendurchsprinkelten Felsmassen schon ein minder geübtes Auge von den wand- oder gipfelbildenden Triasgesteinen unschwer unterscheiden kann. Das morphologische Hauptcharakteristikum dieses Gesteins, giebel-förmige wie aus homogener Masse geschnitzt erscheinende Felsbastionen zu bilden mit zugeshärften, dabei aber nur mäßig gezackten oder zerrissenen, überaus steilen und hohen Gratkanten, sehen wir schon recht deutlich im Vorgipfel der Guflespitze, teilweise auch an dieser selbst verkörpert, weit mehr aber natürlich bei den anderen berühmteren Vertretern dieser Art aus den Allgäuer und Lechtaler Alpen, worunter die Vier Festen mit an erster Stelle stehen.

Von Punkt 2563 an biegt der Kamm des Gebirges unter nur mehr geringfügigem Ansteigen nach S um. Hier findet sich, wie die geologische Kartierung ergeben hat, noch eine ganze Serie stratigraphisch verschiedener Schichten der Kreidezeit aufgestapelt. Da diese jungen Sedimente innerhalb des gesamten Schichtverbandes morphologisch und vor allem tektonisch ziemlich einheitlich zu reagieren scheinen, konnte eine Auseinanderhaltung der einzelnen Schichtglieder für den hier allein in Betracht kommenden Zweck unterbleiben. Immerhin verdient schon die eine Tatsache hervorgehoben zu werden, daß man, vor dem Tal-schlusse des Sulzeltales stehend, über eine Spannweite von 700 m vertikal einen alpin mesozoischen Schichtenstoß, vom Keuper angefangen bis zur oberen Kreide, gewissermaßen mit einem Blick überschauen kann.

¹⁾ Das Gestein dieser Schicht führt je nachdem auch mehr oder weniger karbonatische und tonige Bestandteile und hat als allgemeine Bezeichnung auch den Namen „Hornsteinkalk“.

Um nunmehr an die hier in erster Linie interessierenden tektonischen Erscheinungsformen nochmals anzuknüpfen, müssen wir zunächst die triassische Schubmasse in ihrem Vorstoß gegen das basale Schichtgewölbe etwas näher ins Auge fassen. Von dem übersehbaren Teil der großen Deckscholle ist eigentlich kaum mehr als die untere Hälfte der Masse des Hauptdolomits von der Umfaltung und Einrollung sichtbar ergriffen worden. Die oberen Massen dieses dolomitischen Schichtenstoßes samt den Kössener Schichten bilden bei zunächst noch annähernd wagrechter Lagerung das Anstehende an den Kammerhebungen, welche zwischen Punkt 2462 und Punkt 2545 den Bildhorizont abschließen. Hinter der Höhenkote 2545, einem etwas markanteren, im übrigen sehr typischen Hauptdolomitgipfel, erfahren die Schichten eine neuerliche Einfaltung, u. zw. unter Bildung einer Deckenstirne, über welche die Kössener Schichten des Hangenden wie herübergestülpt erscheinen. Beim Auffahren der Schubmasse gegen den Südschenkel jener oben erwähnten Aufsattelung haben sich offenbar die tieferen Teile der Schubmasse infolge des erhöhten Reibungswiderstandes, wie Ampferer es schon sehr treffend charakterisiert hat, zu kurzschenkelligen Liegendfalten eingerollt. Das ganze Hangende aber hat sich abgelöst, um als selbständig gleitende Schubmasse über den zurückgebliebenen Schichtenwulst wie über eine Walze noch einen halben Kilometer weit vorzustößen und schließlich vor den hochgehobenen, weil von der basalen Sattelbildung mit ergriffenen jungen Schichten einen noch nachhaltigeren Widerstand in Gestalt einer unüberschreitbaren Schwelle zu finden.

In dieser Stirnregion scheinen in der Tat besonders heftige Bewegungen vorstatten gegangen zu sein. Zwar gehen bei Punkt 2563, wo der kompaktere Aufbau der Aptychenkalke, weil gegen die abtragenden Kräfte besser gefeit, einen nach O vorspringenden mächtigen Pfeiler im heutigen Gebirgsrelief erstehen ließ, die Ausschläge der tangentialen Bewegungen nicht über die Ausmaße der Faltung des basalen Gebirges hinaus. Auch sei dahingestellt, inwieweit hier die Schichtzerknitterung im Zickzackbande der Radiolarite mit dem nordwärts gerichteten Massenandrang in Zusammenhang steht. Erst weiter im S gegen die Guflespitze zu und zumal an dieser selbst sehen wir ein völlig verändertes Bild. Regelmäßig eingeklemmt vor dem nachgiebigen Puffer jener Kreidesedimente, die als nunmehr steil aufgeschürfter Schichtenstoß im südwärts umgebogenen Teil der basalen Auffaltung das Hangende bilden, waren es gerade die widerständigen Oberjurasschichten, welche vom Anstich der triassischen Decke zum größeren Teil völlig überwältigt wurden. Die in ihrer düsteren bunten Färbung immer noch weithin erkennbaren Radiolarite sind entweder zu engen, steil stehenden Falten hoch emporgerichtet oder, wie an der Guflespitze, unter Ausquetschung aus dem Schichtverbande plisseartig verfaltet und verschuppt, die Aptychenkalke dagegen zu schwächtigen Faltenkernen ausgewalzt oder zusammen mit Teilen der Radiolarite von schliefen Lagen der Fleckenmergel und Kreideschiefer fast breiartig umflossen, teils auch mit den jungen Schichten verknüpft oder keilartig in sie eingestoßen.

Ein besonderer Reiz mag darin zu finden sein, das Augenmerk, soweit es nicht schon im vorstehenden geschehen ist, nun auch auf die Unter-

schiede zu richten, wie die mesozoischen Schichtglieder im einzelnen auf die hier in Frage kommenden Massenbewegungen mechanisch-strukturell reagiert haben — also gewissermaßen eine Betrachtung der Skulpturen des Gebirgsbaues.

Die Schubmasse des eng- und dichtgebankten Hauptdolomits wird sich, mechanisch betrachtet, zumal in bezug auf die Größenordnung am ehesten mit einem Kartenspiel vergleichen lassen. Denkt man sich die dicht aufeinanderliegenden Kartenblätter noch etwas erweicht und nachgiebiger gemacht und auf widerständiger Unterlage in entsprechende tangential Bewegung versetzt, so mag der Vergleich noch plausibler wirken. Vor der das Haupthindernis bildenden Schwelle der großen O-W-Falte hat sich anscheinend die Masse der jungen Sedimente des Hangenden bei der Schubdeckenbewegung, an deren süd-nördlichem Richtungssinne hier wohl niemand zweifeln wird, in stärkerem Ausmaß angestaut. Auch finden sich hier mitgeschleppte mächtigere Schollen jurassischen Gesteins gleichsam schwimmend mitten in den nachgiebigeren Kreideschichten (siehe Bild und geologisches Profil), was sich kaum anders als mit einem Einschieben der Schollen in die allgemeine Gleitbewegung der Massen erklären läßt. An dieser Stelle abscherenden Aufstaus hat sich denn auch im Hauptdolomit die besprochene Liegendfalte gebildet. Ein gewisser Starrheitsgrad aber prägt sich in diesen Dolomitmassen trotz alledem ungemein deutlich aus. Auch haben wir hier nicht etwa das Bild einer beispielsweise durch intensive Zusammenstauchung verursachten allseitigen Verfaltung mit zahlreichen regellosen Abrißstellen vor uns, wie es in dem bekannten Profil der Fuchskarspitze des Allgäus uns in Erinnerung steht. Hier wird vielmehr der einseitig gerichtete Faltenwulst mit der unruhigen Kurve seiner gequälten Stürnfalte geradezu zu einem Symbol der Zielstrebigkeit einer sich gewaltsam bahnbrechenden Deckenbewegung.

Besonders eindrucksvoll ist die Art der mechanischen Einwirkung bei den Kössener Schichten, u. zw. vornehmlich im Südbereiche der großen Sattelbildung, also gewissermaßen am Prallhang des Gewölbes. Die Frage allerdings, inwieweit dieses Bewegungsphänomen allein schon durch die hier ohnehin sehr komplizierte Auffaltung der Basis verursacht ist, mag offen bleiben. Die härteren Gesteinsbänke bilden hier ein förmliches Gewirr ausgezeichneter Sichel- und S-Falten, die an dem leicht zerfallenden schiefrigen Gehänge wie die Schlaudern in einer Brandmauer eingelassen erscheinen. Dabei weisen oft genug die Bögen solcher Falten selbst wieder mäandrische Windungen auf. Daß diese seltsamen, einer Zerknitterung nahekommenden Verbiegungen durch gelegentlichen Abriß oder sonstige Ursachen immer wieder räumliche Unterbrechungen erfahren haben, kann nicht wundernehmen. Auch scheint es kein Zufall zu sein, daß gerade da, wo die Kössener Mergel an den Steilhängen jene sporadisch verteilten, hakenartig versteifenden Einlagerungen in erhöhtem Maße zeigen, die Entblößung von der Rasennarbe auffallend unregelmäßige, fast unmotiviert umgrenzte Flächen einnimmt.

Die örtliche und zeitliche Verteilung all der Kräfte, die zur Erzeugung dieser höchsten verwickelten Deformation erforderlich waren, übersteigt unser Vorstellungsvermögen. Und doch können wir überzeugt sein, daß

es sich hier im kleinen sowohl wie im großen auch nur um ein den fùgenden Vektoren symmetriegemäßes Naturgebilde im Sinne Sanders handeln kann, wobei nur in diesem speziellen Falle, wo die O-W-Faltung nachgewiesenermaßen durch eine quer dazu streichende Faltung überprägt wurde, für das Bewegungsbild die Möglichkeit trikliner Symmetrie mit in Betracht gezogen werden muß. Die große Kompliziertheit des Faltungsphänomens mag wohl darin begründet sein, daß die so intensiv verbogenen Gesteinsbänke in ihrer ursprünglich ungestörten Lagerungsform jeweils genügend weite und zugleich von äußerst nachgiebiger Zwischenmasse ausgefüllte Abstände voneinander hatten. Ein dicker Stoß von Blättern aus Pergament oder ähnlichem Material mit regelmäßig eingeschalteten millimeterdicken Zwischenlagen schwach durchfeuchteten Seidenpapiers dürfte unter geeignetem seitlichem Druck eine ähnliche Gestaltung annehmen. Wenn nicht, so wäre es kein Beweis gegen die Richtigkeit dieser Vorstellung an sich, wohl aber ein Wahrscheinlichkeitsbeleg dafür, daß die Grundbedingungen in der Natur noch differenziertere waren.

Ähnliche Voraussetzungen dürften bei den unter dem Deckenschub völlig verfäلتeten und zerknitterten Schichtpaketen der Fleckenmergel anzunehmen sein, nur mit dem Abmaße, daß die Dicke der jeweils eingeschalteten nachgiebigen Zwischenmaße sich dergestalt reduziert hat, daß eine freie Faltenbildung der biegefähigen Lamellen nicht mehr möglich war. Die hornsteinführenden Liaskalke aber gleichen in ihrem Verhalten gegen faltende Kräfte vielleicht am ehesten einem Stoß gleichmäßig beschaffenen Papiers, das von klebriger Masse ungleichmäßig durchtränkt und verhärtet wurde.

Die besonders harten und dichten Radiolarite mit ihrem unerforschten Mikrogefüge haben, wie namentlich einige Beispiele aus den Allgäuer Alpen beweisen, trotz ihres splittigen Bruches die Fähigkeit, sich je nachdem gleich Stahlbändern den faltenden Bewegungen zu fügen. Darauf sowohl wie auf das nicht ganz unähnliche mechanische Verhalten der eigenartig verwitternden kieseligen Aptychenkalke wurde bereits oben hingewiesen. Über das Bewegungsbild der hier beteiligten Kreideschichten läßt sich im einzelnen bis heute noch wenig Positives aussagen.

Um auch auf die mitunter kaum mehr als eine latente Schichtung besitzenden Riffkalke des Oberen Rhät nochmals zurückzukommen, so scheinen sie uns, morphologisch betrachtet, sehr oft wie Fremdkörper in diesen Bergen zu wirken. So beispielsweise auch hier, wenn auch nicht ganz mit Recht; denn sie befinden sich hier, die obersten Bestandteile der durchbrochenen Schubscholle bildend, nicht außerhalb ihres normalen Schichtverbandes. Allerdings zeigen in einer für die Tektonik des Gebietes überaus bezeichnenden Weise die Kössener Schichten, denen sie unmittelbar auflagern, an der Ostflanke des Gebirges ein annähernd söhliges Streichen, während sie jenseits, also vom Beschauer abgewandt, bereits in steilste Falten gelegt sind, auf denen nun die weißblinkenden Rhätklippen, um einen überaus treffenden Vergleich Ampferers (a. a. O. S. 560) hier zu wiederholen, „wie Schiffe auf hohen Wellen tanzen“.

Alles in allem genommen, gewinnt man bei eingehender Betrachtung schon dieses einen eng umgrenzten, allerdings ungemein instruktiven Gebirgsausschnittes der Lechtaler Alpen den bestimmten Eindruck, daß die hier feststellbaren Massenverlagerungen und Verformungen, seien sie noch so wechselvoll in ihrer mechanischen Funktion, einzig und allein den epidermalen Bereich der Erdrinde ergriffen haben und in dieser ihrer Form nur ihn zu ergreifen imstande sind. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß in den rückwärtigen Teilen jenes Gebietes, schon von den Aples-Pleis-Spitzen angefangen, die Bewegungsflächen der Deckschollen mehr oder weniger stark geneigt nach der Tiefe einschließen. Der schuppenartige Deckenbau der kalkalpinen Zone erscheint in den Lechtaler Alpen nur ungleich mehr, als es im Allgäu der Fall ist, zusammengedrängt und mit den Auffaltungen der die Basis bildenden Teile des höheren Deckgebirges unter Eigenfaltung und Zerstückelung regelrecht verschweißt, so daß man flächenhaft ausgebreitete und zugleich weitausgreifende Deckenbildungen, wie sie die eingangs als Beispiel dafür erwähnte Gruppe des Hochvogels und der Hornbachkette charakterisieren, hier vergeblich suchen wird. Wie dem auch sei, in allen diesen Fällen tasten wir hinsichtlich der Frage, wie die tieferen Teile der Erdkruste zu jenen Massenverlagerungen sich verhalten, noch sehr im dunklen. Man mache einmal den Versuch, an einem größeren Stück der Erdrinde mindestens vom Maßstabe des Imfeld'schen Erdreliefprofils eines unserer geologischen Alpenprofile einzuzeichnen und nach Fixierung der wahrscheinlichen Krustendicke das nach unseren Vorstellungen mechanisch in Betracht kommende Bewegungsbild für diese Tiefenzone zu ergänzen! —

Wir stehen da zugleich vor einem geologischen Problem, das gerade in jüngster Zeit wieder zu lebhaften Kontroversen¹⁾ Anlaß gegeben hat. Und so mag denn auch, anknüpfend an die rein morphologische Betrachtungsweise vorstehender Ausführungen, eine wenn auch nur skizzenhafte Darstellung dieses Kernproblems alpiner Orogenese, wiederum unter Voranstellung morphologischer Momente, hier nicht unangebracht erscheinen.

Während der unendlich langen Abkühlungsphase eines Planeten von der Beschaffenheit unserer Erde werden sich infolge der Kristallisationsvorgänge und der unaufhörlichen Abgabe leichtflüchtiger Stoffe jedenfalls in weiträumiger Verteilung Kontraktionswirkungen geltend machen. Gleichwohl erscheint uns heute der immer wiederkehrende Vergleich mit dem der organischen Welt zugehörigen Körper des schrumpfenden Apfels oder — was schon verfänglicher war — der runzelnden Erstarrungshaut einer Lava als eine zum mindesten etwas übereilt aufgenommene Vorstellung, sobald wir bedenken, daß es sich um einen freischwebend den Weltraum durchheilenden Riesenkörper handelt, der bei jedenfalls höchst komplexer Struktur, man darf wohl sagen, sämtliche überhaupt bekannten Stoffe, deren Auswirkungsmöglichkeiten bei den hier anzunehmenden räumlichen und zeitlichen Ausmaßen uns vorläufig noch so gut wie unbekannt sind, in seinem Innern birgt.

1) Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 83 (1931), Heft 5.

Was im Antlitz unserer Erde, beispielsweise schon bei Betrachtung des Globus, besonders auffallen muß, sind die fast immer gebogenen, mitunter sogar spitzwinklig verkrümmten oder eingerafften, oft auch girlandenartig aneinandergereihten Ketten der großen Faltengebirge. Wohl das extremste Beispiel scharfer Umbiegung eines ganzen Bündels solcher Faltengebirgsstränge ist das Gebirgsland von Jün-nan. Eine andere, nicht zu übersehende Eigentümlichkeit stellen jene geologisch zumeist an große Bruchlinien gebundenen und dabei schollenartig kompakten Landmassen dar, die in der Regel scharfkantig oder eckig umgrenzt, sich in ihrer Umgebung wie Steine eines aufgelockerten Mosaiks ausnehmen. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Halbinsel Arabien. Hier Bruch, dort Biegung — genau die gleichen tektonischen Elemente, welche bei den Großformen nicht anders wie bei den Gebilden mikroskopischer Kleinheit, in ihrem gegenseitigen Zusammenwirken am Aufbau der Erdrinde eine unverkennbar dualistische Dominanz bedeuten.

Die effektive Umbiegung eines ganzen Gebirgszuges, der zudem auf seine ganze Breite hin zuvor in parallele Falten gelegt war, der Kontraktion zuschreiben zu wollen, wird wohl niemandem in den Sinn kommen. Wohl aber drängt sich gerade hier die Vorstellung strömender Kräfte, magmatischer Unterströmungen, förmlich auf. Konkreter ausgedrückt, in Fällen der angenommenen Art sind es vielleicht in strömender Masse eingetauchte und von ihr mitgeführte starre Erd-rindenstücke, die nun mit der ungeheuren Anfahrtswucht schwimmender riesiger Schollen gegen die Kette eines entstandenen, vielleicht auch erst in Entstehung begriffenen Gebirgskörpers andrängen. Die auch geophysikalisch haltbare Vorstellung einer — in höherem Grade als die kristallisierten Gesteinsmassen — fließfähigen und fließbereiten subkrustalen „Magma-Zone“, wenn man sie so nennen will, ist für die moderne Geologie und Petrographie schon im Hinblick auf die Deutungsmöglichkeiten so vieler Erscheinungen des magmatischen Ablaufs zu einer kaum zu entbehrenden Arbeitshypothese geworden.

In derart beschaffenen subkrustalen Zonen ist aber die Möglichkeit einer gesetzmäßigen Auslösung von Strömungsbewegungen ebensowenig hinwegzudenken wie in der Hydrosphäre und der Lufthülle unseres Planeten, wo sie längst bekannte und der Berechnung zugängliche Erscheinungen darstellen. Was liegt näher, als für die zonenweise angeordneten Falten eines Gebirgszuges und damit für das Grundelement orogener Tektonik die Bewegungen größerer Tiefen verantwortlich zu machen? Nun besteht aber, wie auch das Studium der einschlägigen Literatur immer wieder von neuem bestätigt, eine Hauptschwierigkeit darin, daß die unserer Beobachtung zugänglichen und für die Gebirgsbildung zweifellos typischen Bewegungsbilder sich unmöglich von magmatischen Tiefenströmen unmittelbar ableiten lassen. Nicht einmal jene höchst beachtenswerten, auch neuerdings wieder sehr sorgfältigen Studien unterzogenen Faltenstränge, welche innerhalb des Deckenbaues der nördlichen Kalkalpen, um nicht zu sagen mitten durch ihn hindurch, auf 50 km und weit darüber hinaus, ja mitunter sogar über 100 km weit sich verfolgen lassen, können so, wie sie heute vor uns liegen, durch solche Unterströme erzeugt worden sein. Am unbequemsten für

unser Vorstellungsvermögen erweisen sich aber jene tangential wirkenden Kräfte, von deren verborgenen Ansatzstellen aus unverhältnismäßig dünne, deckenförmige Gebirgsmassen auf nachweisbar erstaunlich weiten Wegen und trotzdem nur wenig versehrt verfrachtet worden sein sollen.

Um aus diesem Dilemma herauszufinden, gibt uns die Natur selbst ein paar wichtige Fingerzeige.

Betrachten wir — wieder am besten im Hochgebirge — irgendeinen felsigen Hang von beträchtlicher Höhe, wo ganze Schichtenstöße etwa in ähnlicher Weise wie an dem mehrfach erwähnten breiten Querriegel des oberen Sulzeltales von unten bis oben aufs lebhafteste verfaltet sind, so erkennen wir zu unserer Verwunderung, wie die einzelnen Faltenbündel und Faltenysteme jede äußere gegenseitige Verbundenheit vermissen lassen; und doch wird es in der Mehrzahl der Fälle nur ein und derselbe Vorgang gewesen sein, der dieses Faltenbild in seiner komplexen Gesamtheit geschaffen hat. Genetische Beziehungen zwischen oben und unten bestehen wohl sicher, aber in keineswegs mehr erkennbarer Form. Diese Tatsache müssen wir bei Bewertung jener großen Faltenzüge an dem obersten Niveau des Deckgebirges im Auge behalten.

Wenn uns ferner bei den großen westalpinen Überfaltungen die Nachweise der jeweils zugehörigen Wurzelzonen oft etwas unsicher erscheinen, so kommt noch hinzu, daß in den nördlichen Kalkalpen ein Suchen nach solchen Ausgangsorten der größeren Überschiebungen überhaupt vergeblich wäre. Überall findet man hier eine ausgesprochene Auflösung der Decken in mehr oder minder ausgedehnte und teilweise auch weit voneinander getrennte Schubschollen, anscheinend hervorgerufen und verstärkt durch zahlreiche Abscherungen und Schichtreduktionen.

In dieser Richtung etwa auftauchende Schwierigkeiten erscheinen nun wesentlich verringert, wenn wir von folgenden Gedankengängen ausgehen.

Das Postulat einer dickeren Unterkruste entfällt aus bekannten plausiblen Gründen für die Geosynklinalen, deren mobile, einer gesteigerten Sedimentation dienende Böden wohl mit Recht als die Geburtsstätten der großen Gebirgskörper zu betrachten sind.

Mit verschiedener Geschwindigkeit gegeneinander bewegte Medien verschiedener Dichte bedingen bei genügend langer und stetiger gegenseitiger Friktionswirkung das Auftreten von Wogen (Dünungen). Die Bedingungen dafür müssen doch wohl auch gegeben sein, wenn strömendes Magma und Geosynklinealboden sich in dieser Weise berühren. Solche Wogenbildungen sind aber begrifflich und sachlich nichts anderes, als die in tausenderlei Formen das Universum beherrschende Wellenbewegung, deren Wesen im stetigen Fortschreiten, d. h. in einem ständigen Wechsel von Wellenberg und Wellental, begründet liegt.

Weithin sich erstreckende Falten oder ganze Systeme solcher Faltenzüge stellen an sich durchaus keinen starren, in bezug auf ihre Eigenbewegung unveränderlichen Zustand dar, so wenig man angesichts einer komplizierten Schichtenverfaltung, wie man sie gerade im Hochgebirge so häufig zu beobachten und zu bewundern Gelegenheit hat, etwa einen

Endzustand des Faltungsvorganges in diesen geologischen Augenblicksbildern annehmen darf. Abgesehen von der vorerst wohl noch bestehenden Unmöglichkeit, den Bewegungsfortschritt ad hoc zu überprüfen, wird die fortdauernde Veränderlichkeit namentlich des Einfallens (weniger des Streichens) nur durch die in der Regel zu erwartende beschleunigte Abkürzung der Existenzdauer des ganzen Phänomens entweder verschleiert oder zunichte gemacht.

Von eben dieser Vorstellung ausgehend, dürfen wir den gegen die Annahme eines Freigleitens in Geosynklinalen erhobenen, ohnehin etwas prekären Einwand, wonach die mit der Senkung ja im allgemeinen Hand in Hand gehende Auffüllung des Sammelbeckens jedes Abgleiten verhindere, als gegenstandslos betrachten. Es erscheint mir fast undenkbar, daß in solchen Sammeltrögen frisch abgelagerte sedimentäre Massen an Ort und Stelle haften können, wenn unter den leicht bewegungsfähigen geosynklinalen Böden eine naturnotwendig sich fortpflanzende Wogenbewegung hindurchstreicht. Aber noch über die geosynklinale Phase hinaus wird das, wie gesagt, nicht nur rhythmisch sich wiederholende, sondern auch örtlich sich verschiebende Auf und Ab des Untergrundes die geschichteten, zur Gleitung prädestinierten Massen des Deckgebirges keineswegs zur Ruhe kommen lassen. Heutige Gefällsverhältnisse heranziehen zu wollen, seien sie günstig oder ungünstig für die vorstehende Annahme, wäre unverständlich. Welch minimales Gefälle übrigens für die Fortbewegung gleitfähiger Massen genügt, dafür haben wir in den bis zu 70 km langen Gletschern Zentralasiens ein beredtes, noch in der Gegenwart funktionierendes Demonstrationsobjekt.

Auch im „finalen“ Stadium der Orogenese, in welchem nach den wahrhaft eindeutigen und dabei so verschiedenartigen Anzeichen, die uns der alpine Formenschatz darbietet, der zusammengefaltete Gebirgskörper seine eigentliche Emporhebung und Entwicklung zum Hochgebirge zu erfahren pflegt, scheint wohl die Möglichkeit unmerklich sich vollziehender tektonischer Massenverlagerungen im obigen Sinne schon deshalb nicht ausgeschlossen zu sein, weil bei den Ausmaßen eines solchen Körpers eine gleichmäßige stetige Hebung ohne jede Herausbildung neuer Gefällsverhältnisse ganz unwahrscheinlich wäre. So finden die Begriffe Reliefüberschiebung und Kerbwirkung jedenfalls nur auf die späteren Phasen im Werdegang eines Faltengebirges Anwendung.

Man kennt in den Alpen außer O-W-Faltung auch N-S streichende Falten, der Quersaltung eines Wellblechs vergleichbar. Berücksichtigt man den fast enormen Größenunterschied jener beiden Kräfte, die zur Herstellung eines solchen künstlichen Gebildes erforderlich sind, so müßte man folgern, daß eine tektonische Beanspruchung, welche Quersalten auszulösen vermochte (zum mindesten graduell), ganz anderer Art gewesen sein muß, als diejenige, welche noch ungefaltetes und der Oberfläche nahes Deckgebirge in einfache parallele Falten gelegt hat. Auch hier wird man an eine mehr oder weniger unmittelbare Einwirkung magmatischer Unterströmungen denken dürfen, wie sie etwa bei Eindrückung ganzer Gebirgsfaltenbündel in Frage kommen. Zudem liegt eine leicht sich einstellende Divergenz der Strömungsrichtung in der

Natur magmatischer Bewegungen begründet, was wiederum zur Herausbildung ganzer Systeme von beweglichen, sich kreuzenden und teilweise interferierenden Faltenzügen führen kann.

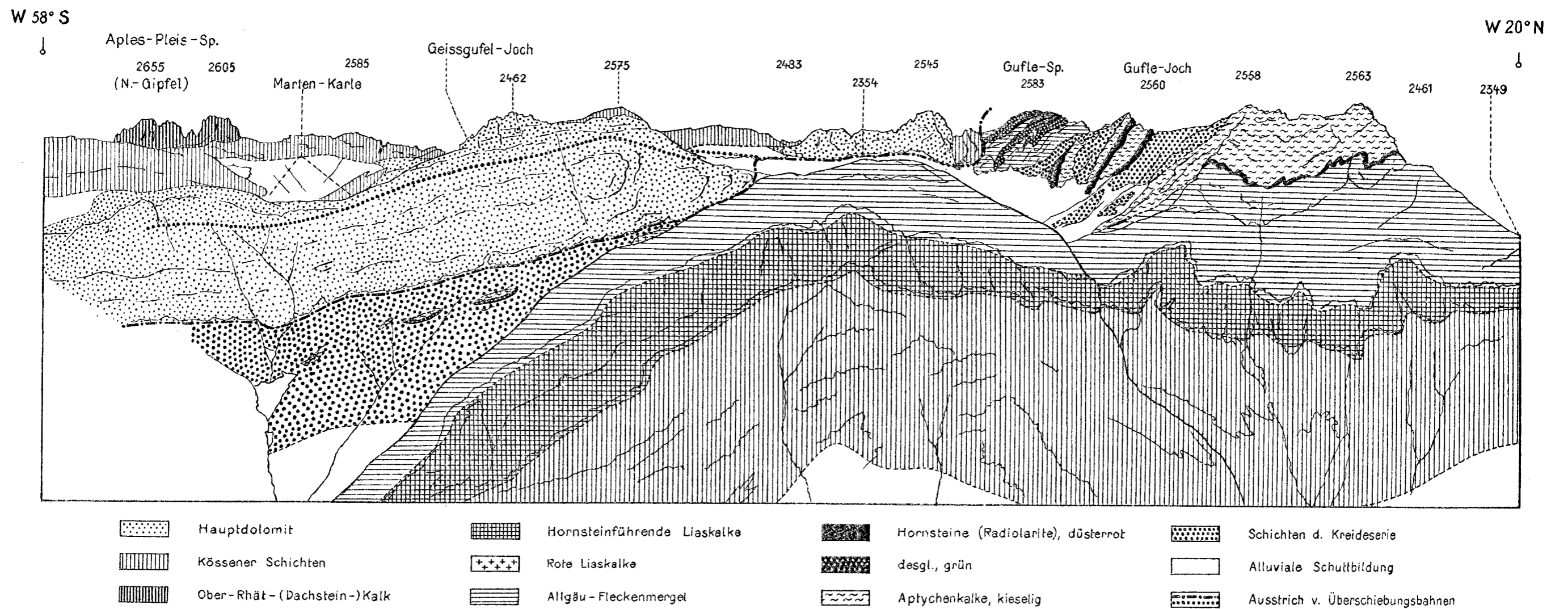
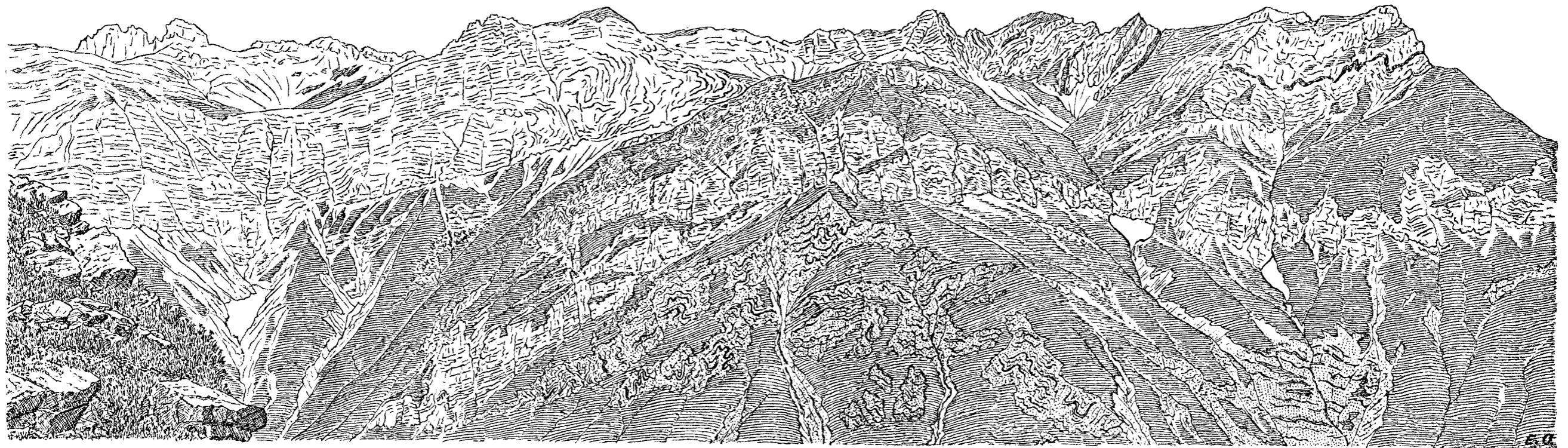
Der Vorstellung einer „gleitenden und fließenden Deformation im Bewegungsbilde der Alpen“ hat Ampferer¹⁾ in weitgehendem Maße schon vor Erscheinen der zweifellos anregenden und in vielen Stücken überaus verdienstvollen Darlegungen Haarmanns das Wort geredet. So sieht er in den prachtvollen Faltenwürfen der Glarner- und Säntis-Decken geradezu den Typus einer Gleitfaltung, und die Möglichkeit einer solchen Form der Massenverlagerung wird auch für Überschiebungen zugestanden. Andererseits haben die Vertreter der Deckentheorie früherer Observanz, anscheinend ebenfalls in der Überzeugung, daß für Deckenverfrachtungen ohne jede Zuhilfenahme der Gravitation nicht auszukommen ist, in einem Aufstau der Deckfalten bis zu einer an irdischen Naturgebilden kaum mehr vorstellbaren Steighöhe eine wesentliche Voraussetzung der Bildung von Deckfaltengebirgen erblickt.

Ob eine Gleitung sogenannter Brandungsdecken eine verhältnismäßig rasch und in vollem Schwung vollzogene Neuformung bedeute, darüber läßt sich wohl streiten. Ich glaube, daß dieses Abfließen der Gesteinsmassen sich am ehesten mit der Bewegung des Eises vergleichen läßt und demgemäß das Tempo — sofern nicht, wie etwa beim Abgang einer Lawine, eine entsprechend geartete Turbulenz der Massen in der Natur festgestellt werden kann, mit der Kristallisationsgeschwindigkeit der Gesteinskomponenten einigermaßen in Einklang stehen muß, im allgemeinen also ein sehr langsames sein wird.

Während der letzten Jahrzehnte wieder aufgenommene Detailuntersuchungen geosynklinaler Sedimente haben bekanntermaßen zu der Erkenntnis eines oft wiederholten und sehr mannigfachen Wechsels mariner, halbmariner und terrestrischer Ablagerungen geführt und damit zur Hypothese der räumlichen Vielgestaltigkeit der Geosynkinalzone Anlaß gegeben. Man ist bei der Analysierung geologischer Vorgänge so leicht geneigt, die als sicher erkannten Gestaltungsprinzipien weit schärfer, als es geboten ist und dem Naturgeschehen entspricht, in ihrer Funktion zeitlich zu trennen. Nachdem man nun heute in der orogenetischen Bewertung früherer Ereignisse, die in den Werdegang eines Gebirges vom Typus der Alpen eingegriffen haben, einen anderen und freieren Standpunkt einzunehmen pflegt als zur Zeit, da man diese Gebirge als schlechtweg tertiäre Bildungen ansah, wird man sich auch der Anschauung nicht verschließen dürfen, daß die zwar im allgemeinen zu zeitlichen Komplexen zusammenfaßbaren orogenetischen Vorgänge doch auch vielfach, zumal bei der anzunehmenden Weiträumigkeit der Geosynkinalen, in einem zeitlichen Wechselspiel gestanden haben müssen. Und so mag das örtlich fortschreitende und sich zeitlich wiederholende Heben und Senken der Erdhaut im oben gedachten Sinne schon verhältnismäßig frühzeitig zu einem Aufsteigen und Wiederuntertauchen der mit jungen Schichten sich fort und fort bedeckenden Rindenzone geführt haben, was den eben

¹⁾ Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen (3. Fortsetzung), Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1928, 78. Bd., S. 337 und 344.

berührten, für Sammeltrögbildung zunächst unerwartet extremen Wechsel der Sedimentationsbedingungen sowie den oftmals festzustellenden (zum Teil wohl auch spätektonisch bedingten) Faziesumschlag auf engem Areal wie noch so manches andere zwanglos erklären würde. Allerdings eine transversale Wellenbewegung bleibt auch als tektonisches Element der Inbegriff der Ungleichzeitigkeit gleichartigen Geschehens und könnte demnach gewissen, auf ihre Richtigkeit schwer nachzuprüfenden Vorstellungen über prinzipielle Gleichzeitigkeit artgleichen Geschehens einschränkend im Wege stehen.



Südwestl. Abschluss des Sulzeltales
(Lechtaler-Alpen)