

6. Über Grundfragen alpiner Geologie.

Von Herrn KURT LEUCHS in München.

Wenn ich es unternehme, einige teils durch Untersuchungen in den Alpen, teils durch Studium alpin-geologischer Schriften gewonnene Anschauungen darzulegen, so bin ich mir der Schwierigkeiten, welche einer Klärung der Grundfragen alpinen Gebirgsbaues entgegenstehen, wohl bewußt.

Ich habe aber den Eindruck, als ob gewisse Erscheinungen in den Alpen bisher nicht allseits die gebührende Beachtung gefunden hätten. Ohne die Würdigung dieser Erscheinungen dürfte es jedoch nicht gelingen, zu dem angestrebten Ziele zu kommen.

So mögen meine Ausführungen angesehen werden als ein kleiner Beitrag zur Lösung des großen Problems, welches seit einem Jahrhundert so viele Geologen beschäftigt hat und weiter beschäftigen wird.

Manche der hier zu erörternden Fragen hat gerade im letzten Jahrzehnt steigende Beachtung erfahren. Ich kann hier nicht die Namen all derer nennen, welche gleich wie ich die Lösung dieser Fragen versuchen, möchte aber nicht unterlassen, diesen Alpenforschern meinen Dank für die in ihren Arbeiten enthaltenen Anregungen auszusprechen.

Tektonische Untersuchungen im Kaisergebirge¹⁾ und dem westlich anstoßenden Pendling-Guffertgebiete²⁾ brachten mich zu der Überzeugung, daß in den nördlichen Kalkalpen zwischen Bodensee und Salzburg gewisse Bauformen durch eine über weite Erstreckung im wesentlichen gleichbleibende Ausbildung und regelmäßige Lagerung zueinander ausgezeichnet sind. Im besonderen wurde für die Kalkhochalpen zwischen Achensee und Kufstein nachgewiesen, daß sie aus einem nördl. und südl. von einer Mulde eingeschlossenen Gewölbe bestehen, daß dieser Faltenbau mittelkretazeischer Entstehung ist und durch die tertiären Bewegungen im Verhältnis zur Gesamtanlage nur unbedeutende Veränderungen erfahren hat.

Des weiteren wurde dort erwähnt, daß sich ein Teil des Gewölbes und die Südmulde noch in das Kaisergebirge fortsetzen. Aber auch nach W sind Fortsetzungen vorhanden. Am auffälligsten treten sie in der Nordmulde zutage. Sie läßt sich ohne Unterbrechung verfolgen nördl. und westl. des Achensees, wo sie die bekannte doppelte Biegung bildet, so daß sie im Karwendelvorgebirge wieder OW-Richtung hat. Im Marmorgraben bei Mittenwald erreicht sie das Isartal.

An dessen Westseite erhebt sich das Wettersteingebirge und die dort erfolgten Überschiebungen erschweren die Auffindung des weiteren Muldenverlaufes. Am Westfuß der Zugspitze im Ehrwald-Lermooser Becken taucht eine breite Mulde von oberer Trias und Lias auf, setzt sich nach W über Bichlbach — Berwang — Namlos durch die ganzen Lechtaler Alpen fort, enthält an der Roten Wand oberhalb Elmen und weiter westlich noch oberen Jura im Kern, quert bei Häselgehr und Elbigenalp das Lechtal und streicht am Südabhang der Allgäuer Alpen weiter.

Eine zweite, weniger vollständig sichtbare Mulde streicht an der Südseite des Wettersteingebirges entlang vom Puitental über das Scharnitzjoch zum Gatterl und gegen Ehrwald, mannigfach zerbrochen und in ihrer Lagerung durcheinander geworfen durch die Überschiebung des Wettersteinkammes und des Gehrenspitz-Vorbergkammes, zwischen welchen sie in schmalen Streifen zum Vorschein kommt.

¹⁾ Z. Ferdinandeum, Innsbruck 1907, Mitt. d. Wiener Geol. Ges., 1912.

²⁾ Neues Jahrb. f. Min., Geol., Pal., 1921. Bd. I, s. auch: Geol. Führer durch die Kalkalpen usw., München 1921.

Auch am Westrand der Wettersteinschubmasse kommen an dem rückgewitterten Überschiebungsrand die jüngeren Schichten zutage.

Die Mulde verläuft von Ehrwald weiter in SW-Richtung am Fuß des Westteiles der Mieminger Kette, und gleich wie sich diese in der langgestreckten Heiterwand weit nach W fortsetzt, so liegt ihr in ihrem ganzen Verlauf die teilweise von der Heiterwand überschobene Mulde vor. Bei Boden endigt die Heiterwand und damit der Wettersteinkalk, weiter nach W übernimmt Hauptdolomit dessen Rolle und die nördlich vorgelagerte Mulde, die sich über Gramais und südlich Bach fortsetzt, stößt wie vorher an Muschelkalk und Wettersteinkalk, jetzt mit anormaler Grenze an Hauptdolomit.

Bei dieser südlicheren Mulde ist aber zu beachten, daß ihr Zusammenhang in der Gegend von Ehrwald nicht ganz sicher ist. Nennenswerte Faziesverschiedenheiten sind in beiden Mulden, der Bichlbacher und der von Boden—Gramais, nicht vorhanden, auch dies erschwert die sichere Klärung. Und noch mehr ist dies der Fall, bei den vereinzelt vorkommen von Jura beiderseits des Isartales nördlich Scharnitz, welche scheinbar die östliche Fortsetzung der im Puiten- und Leutaschtale überschobenen Mulde sind, und ihrerseits vielleicht wieder in Zusammenhang stehen mit dem langen Streifen jurassischer Schichten, welcher bei der Hochalm im Karwendelgebirge unter der Schubmasse der Hinterautaler Kette auftaucht und über Spielistjoch — Hohljoch — Lamsenjoch — Vomperjoch bis an den Rand des Innertales gegenüber Schwaz verfolgbar ist.

Hier eine sichere Entscheidung zu treffen, ist nicht leicht. AMPFERER, der zuerst die Bichlbacher Mulde als Fortsetzung der südlich des Wettersteinkammes liegenden ansah, hielt später die Mulde von Boden-Gramais dafür.

Denkbar wäre auch, daß die Bichlbacher Mulde sich in dem Komplex jüngerer Schichten am Westfuß der Zugspitzwände fortsetzt und dann ganz unter dem Wettersteingebirge begraben ist. Denn die Bichlbacher Mulde streicht gerade auf diese Wände hin, auf den Stirnrand der Schubmasse, und die westöstlich streichenden Schichten der Mulde haben außer einer Überkippung des Südflügels keine weiteren Lagerungsstörungen erlitten. Anders dagegen am Westfuß des Wettersteinstockes: Hier zeigen sich die Wirkungen der von O hergeschobenen Masse auf

das klarste in Zertrümmerung der Schichten, Drehung der Schollen in N-S, quer zur Schubrichtung und dachziegelartiger Schuppung. Daraus geht auch hervor, daß die Wettersteinschubmasse sich nie über Loisachtal und Ehrwald-Lermooser Becken nach W erstreckt hat, und es bietet sich hier die Möglichkeit, den Betrag der Rückwitterung seit dem Vorgang der Überschiebung festzustellen.

Noch ein Umstand spräche für die Annahme, daß die Bichlbacher Mulde unter dem Wettersteingebirge ihre Fortsetzung hat. Mehr und mehr setzt sich die Erkenntnis durch, daß die späteren tektonischen Vorgänge von den durch die früheren erzeugten Formen abhängig sind. Nun sehen wir, daß der südliche Hauptteil des Wettersteingebirges von Zugspitze—Wetterwandeck bis zum Isartal aus einer großen, westöstlich streichenden, nach O sich senkenden Mulde besteht (Schneefenerkopf, Reintal, Hoher Kranzberg), und es liegt nahe, anzunehmen, daß das bodenständige Gebirge eine ähnliche Muldenform besessen hat, welche der von O sich hereinschiebenden Masse den Weg vorgezeichnet hat.

In der östlichen Fortsetzung dieser Mulde liegt aber der Marmorgraben nördlich Mittenwald mit der wieder auftauchenden großen Mulde. Ihre Fortsetzung bis zum Achensee und Inntal wurde schon besprochen, es bleibt nur noch die Betrachtung der Fortsetzung östlich des Inntales übrig.

Klar ist dort im Kaisergebirge der Faltenbau ausgeprägt. Wilder und Zahmer Kaiser sind die beiden Flügel einer Mulde, deren westliche Fortsetzung im Unterinntal, südlich des Guffert-Pendlingkammes, liegt.

Jetzt zeigt sich auch die Ursache der schon längst bekannten sigmoiden Beugung dieser Mulde. Denn südlich des Kaisergebirges springen die Zentralalpen mit ihrer Grauwackenzone weit nach N vor in einer halbkreisförmigen Ausbuchtung. Ihren Rand säumt der Südflügel der Kaisermulde, die oberhalb Wörgl noch breite Mulde wird enger, die Schichten stellen sich steiler und sind zugleich höher aufgepreßt, so daß im Kaisergebirge Liasgesteine, abgesehen von den im Eiberger Einbruchbecken liegenden, nur an einer, zugleich der höchsten und engsten Stelle der Mulde (Ropanzten), erhalten sind.

Nach O erfolgt, entsprechend dem Zurückschwenken der Zentralalpen, wieder eine Verbreiterung der Mulde, ihre beiden Flügel streben weit auseinander, besonders der Südflügel legt sich ganz flach und bildet, zum Teil auch

infolge der dort beginnenden Berchtesgaden-Salzbürger Fazies mit ihrer starren, durch Zwischenlagerung anderer Schichten wenig gegliederten Kalk- und Dolomitmasse, die im wesentlichen flachliegenden Schichten der südlichen Berchtesgadener Alpen.

Im breiten Muldenkern ist die Möglichkeit für Erhaltung jüngerer Schichten in hohem Maß gegeben, daher treffen wir dort die weitgedehnten Jura- und Neokomablagerungen der Kammerker.

Im O dieses Gebietes aber sehen wir klar vor Augen, was im Wettersteingebirge bisher nur als eine Vermutung erscheint: in die Mulde der Kammerker schiebt sich von O her eine große Schubmasse, die juvavische, deren Bahn vorgezeichnet ist durch die Muldenform des bodenständigen Gebirges.

Der Nordflügel bricht im Zahmen Kaiser steil gegen N ab, die im Guffert-Pendlingkamm so schön sichtbare Sattelwölbung fehlt, und am Fuß der Wände dehnt sich die breite Walchseetalung vom Inntal bis Kössen. Quartäre und alttertiäre Ablagerungen bedecken in ausgedehntem Maß den älteren Untergrund, der nur als ein in drei getrennte Schollen zerbrochener Hauptdolomitstreifen sichtbar ist. Erst nördlich dieses Streifens liegen größere Aufschlüsse mesozoischer Schichten, welche ich aber bisher nicht genauer untersuchen konnte. Soviel ist jedoch sicher, daß sich dort ein Muldengebiet jüngerer Schichten ausdehnt. Nach der Fazies sind diese Ablagerungen nicht oder wenigstens nicht wesentlich von denen der großen Mulde westlich des Inntales verschieden, und auch die örtliche Stellung dieser Schichten legt den Gedanken nahe, daß sie die Fortsetzung der von W her bis an den Rand des Inntales verfolgten Mulde bilden. Denn ganz ebenso wie dort liegt auch hier diese Mulde nördlich des Wettersteinkalkzuges, und nichts beweist eine irgendwie bedeutende Bewegung des Wettersteinkalkes gegen N über sein Vorland.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß ebenso wie die südliche Mulde (Inntal-Kaisergebirge) und der Sattel (Guffert—Pendling—Zahmer Kaiser) auch die nördliche Mulde östlich des Inntales weiterstreicht. Die sigmoide Beugung der Schichten vom Nordrand der Zentralalpen bis zum Nordrand des Wettersteinkalkzuges setzt sich noch weiter nach N fort, der Hauptdolomit des Tierberges erscheint östlich des Inntales wieder im

Hauptdolomit von St. Nikolai — Miesberg — Koranerberg, dem Hauptdolomit des Nusselberges entspricht der Dolomit des Erlerberges. Dazwischen liegen die jüngeren Gesteine des Muldenkernes.

Am Rande des Inntales ist der normale Faltenbau durch die Querstörungen verwischt, aber in einiger Entfernung erscheint er um so deutlicher wieder und zeigt sich aufs klarste in der von Niederndorf nach ONO sich erstreckenden Mulde.

Gleiche Richtung besitzt der infolge von Längsbrüchen nur unvollständige Sattel des Zahnen Kaisers, welcher südlich des Walchsees unter den jungen Aufschüttungen verschwindet. Knapp 4 km entfernt taucht seine Fortsetzung auf bei Grundharting, westlich Kössen, als schmaler Wettersteinkalkstreifen mit senkrechter Schichtstellung, verbreitert sich, nach ONO weiterstreichend, und reicht über Kienberg — Rauschberg bis zum Staufen nördlich Reichenhall, an dessen Ostseite er durch die Randbrüche des Salzburger Beckens abgeschnitten wird.

Dieser östliche Teil, der nirgends mehr als Sattel ausgebildet ist, sondern nur noch eine südlich fallende Platte bzw. den Südflügel eines Sattels bildet, läßt nun deutlich eine Bewegung gegen N erkennen. Die Konkordanz im Streichen zwischen ihm und der Nordmulde verschwindet, nördlich Kienberg streicht die Mulde spitzwinklig gegen den Kalkzug, und weiter nach O verschwindet der Südflügel der Mulde unter der gegen N drängenden Kalkmasse, bis bei Ruhpolding auch der schon stark verkümmerte Nordflügel untertaucht. Hier ist sicher der Kalkzug über die Mulde oder die Mulde unter den Kalkzug geschoben, und weiter östlich stößt er unvermittelt an andere, ursprünglich von ihm weiter entfernte Glieder des Alpenkörpers.

Damit schließe ich die Besprechung des Verlaufes dieses Faltenzuges, welcher einen großen Teil der nördlichen Kalkalpen durchzieht. Wohl sind stellenweise, besonders im O, seitliche Verschiebungen erfolgt, aber der mittlere Teil läßt keine oder nur solche ganz geringen Ausmaßes erkennen, und auch im W erreichen südnördlich gerichtete Bewegungen keine große Ausdehnung.

Es geht daraus hervor, daß die späteren (tertiären) tektonischen Bewegungen nicht imstande waren, den älteren Bauplan, welcher durch die mittelkretazeische Gebirgsbildung entstanden war, umzustoßen, und dieser

konnte sich in dem südlichen Teil dieses Kalkalpenstückes verhältnismäßig gut erhalten.

Wenn aber die jüngere Tektonik der Kalkalpen durch ihre ältere so wesentlich beeinflusst wurde, dann ist anzunehmen, daß auch diese ihrerseits von der noch früheren Gebirgsanlage abhängig ist. Da zeigt sich nun in der Tat, daß die Kalkhochalpen in hohem Maß von dem Bau der angrenzenden Zentralalpen beeinflusst sind.

Von Innsbruck an verläuft die heutige Nordgrenze der Zentralalpen in nordöstlicher Richtung bis südlich des Kaisergebirges, wo sie am weitesten nach N vordringt. Von dort zieht sie in SO-Richtung weiter.

Das erklärt die sigmoide Beugung der Kalkalpen in der Gegend von Kufstein. Sie ist nichts weiter als das Abbild des Zentralalpenrandes, und dieser Rand hat somit die Streichrichtung der Kalkalpen maßgebend beeinflusst. Verhältnismäßig ungehemmt konnten sich die Kalkalpen westlich davon falten, aber je näher wir von W her an diese stärkste Vorrangung der Zentralalpen kommen, um so enger und steiler werden die Falten der Kalkalpen. Und ganz analog fließen sie vom Kaisergebirge nach O breiter und breiter auseinander, weil eben der zurücktretende Zentralalpenrand die Möglichkeit dazu gab.

Des weiteren sehen wir, daß dieser zentralalpine Rand nicht erst durch die späteren tektonischen Vorgänge geschaffen wurde und auch nicht durch starke Rückwitterung der mesozoischen Schichten, sondern daß er von Beginn der Bildung des kalkalpinen Baustoffes an diese Stellung hatte.

Denn die skythische Trias beginnt dort durchweg mit zum Teil mächtigen Grundkonglomeraten, in welchen die meisten Gesteine der Grauwackenzone als Gerölle enthalten sind. Dieser unterste Buntsandstein ist nichts weiter als der Schutt des alten zentralalpinen Festlandes, welches schon vor Beginn der Triaszeit so stark gefaltet und abgetragen war, daß die devonischen, silurischen und selbst noch ältere Sedimente auf weite Strecken freigelegt waren. Lange Zeiten der Abtragung müssen angenommen werden, um dies zu ermöglichen. Es ist deshalb naheliegend, die Entstehung der Zentralalpen als Gebirge in die Karbonzeit zu verlegen. Damals bildete sich, gleichwie in anderen Teilen des Alpengebietes, in der heutigen Zentralzone der Ostalpen ein herzynisches Gebirge,

das Meer wurde nach N und S zurückgedrängt und konnte trotz der langen Zeiten, während welcher das Gebirge durch Abtragung erniedrigt wurde, das Gebirgsland nicht mehr überfluten. Denn nirgends sind in diesem Zentralalpen-teile jüngere Meeresablagerungen gefunden worden, und selbst für den weiter westlich und südlich in der Schieferhülle der Hohen Tauern eingeschalteten Hochstegenkalk, welcher von Deckentheoretikern für mesozoisch angesehen wurde, ist jetzt durch OHNESORGES Fund im Pinzgauer Hollersbachtal, den HERITSCH bestimmte, altpaläozoisches Alter festgestellt.

So haben wir hier einen Beweis für die herzynische Entstehung der östlichen Zentralalpen und sehen, welch bedeutenden Einfluß dieses alte Gebirge trotz der langen Abtragung auf die spätere Formung der Kalkalpen und damit der Alpen überhaupt ausgeübt hat.

Es ist nötig, dies stark zu betonen. Denn in den letzten Jahrzehnten ist von vielen Alpenforschern die Bedeutung der alten Gebirgsreste und ihr Einfluß auf die spätere Ausgestaltung der Alpen ganz oder fast ganz vernachlässigt worden. Die gesamte lange wechselvolle Geschichte des heutigen Alpengebirges wurde vernachlässigt zugunsten der tertiären Gebirgsbildungen, ja selbst die kretazeische Gebirgsbildung löste bei ihrem Bekanntwerden nur ungläubiges Kopfschütteln aus, — und die tertiären Bewegungen sollten in den Alpen auf eine so besondere Weise gewirkt haben, daß diese „alpine“ Tektonik in Gegensatz zur außeralpinen gestellt wurde. Die ganze vortertiäre Entwicklungsgeschichte des Alpengebietes wurde als unbedeutend hingestellt, als einflußlos auf die im Tertiär einsetzenden Umwälzungen. Es entwickelten sich so Anschauungen, welche, in gewisser Beziehung, mit CUVIERS Katastrophentheorie in Vergleich gesetzt werden können, indem eine vollständige Neuschöpfung des alten, ausgedienten und bis auf kümmerliche Reste verschwundenen Bauwerkes angenommen wurde.

Nur nebenbei sei bemerkt, daß diese für die Erkenntnis der Wahrheit unheilvolle Saat noch heute wuchert, weniger zwar in der Geologie, wo sie mehr und mehr ausgerottet wird, als vielmehr in der Morphologie, deren Vertreter zum Teil fast jede sichtbare Einwirkung vortertiärer Tektonik bestreiten.

Daß die Unterschiede zwischen alpiner und außeralpiner Tektonik in Wirklichkeit nicht so

groß sind, wie manche annehmen, daß in den Alpen gewisse Erscheinungen nur in besonderer Häufigkeit und Ausdehnung, ich möchte sagen Übertreibung, vorkommen, ergibt sich schon aus dem geistvollen Vergleich, welchen BERTRAND 1884 zwischen Glarner Alpen und belgisch-französischem Kohlenbecken gemacht hat, ohne die Glarner Alpen aus eigener Anschauung zu kennen, ein Vergleich, welcher gewissermaßen der Ausgangspunkt für die Deckentheorie wurde, deren Schöpfer BERTRAND ist.

In dem Alpengebiet sollten die ganzen Wirkungen der Vorzeit fast spurlos vorübergegangen sein, und erst die jüngeren, sog. „alpinen“ Gebirgsbildungen hätten das ganze heutige Gebirge erzeugt. Dabei wurde aber in den deutschen Mittelgebirgen z. B. immer deutlicher der Einfluß der älteren Gebirgsbildungen auf Wirkung und Ausmaß der jüngeren, die Einengung des Bereiches der jüngeren Gebirgsbildungen durch die Erzeugnisse der älteren erkannt. Oder es ergab sich, wie in Asien, schrittweises Vorrücken der Gebirgsbildung nach Süden, vom alten Kern des Angaralandes nach außen, Angliederung immer neuer Ketten an das Gebirgsland bis zur Verdrängung des letzten Meeresrestes zwischen dem solcherart nach Süden wachsenden Angaraland und dem passiv sich verhaltenden indischen Gondwana.

In ähnlicher Weise zeigt auch das Alpengebirge ein Wachsen vom herzynischen Gebirgswall nach außen: an die Zentralmassive und Zentralzonen gliedern sich, beiderseits, neue Ketten an; das Meer wird zurückgedrängt, ausgefüllt durch die Schuttmassen, welche das der Abtragung ausgesetzte Gebirge liefert; Kalkalpenzone und Flyschzone entstehen; und der letzte Meeresrest im Norden, das Molassemeer, wird endlich nach einer wechselvollen Geschichte verdrängt. Wie in Asien Gondwana, so verhalten sich in Europa die nördlich der Alpen liegenden Gebiete passiv; die Alpen wachsen gegen Norden und stauen sich schließlich an den starren Massen des Vorlandes.

Während die Beeinflussung und Stauung, welche die Alpen durch die ihnen vorlagernden Massive (Französisches Zentralplateau, Masse von Dôle, Vogesen-Schwarzwald, Böhmisches Masse) erlitten, schon längst erkannt und in ihrer Bedeutung gewürdigt war, wurden in den Alpen selbst immer noch die stauenden Wirkungen der alten

Alpenteile übersehen. Man hatte sich viel zu sehr daran gewöhnt, die Alpen als eine einheitliche Masse aufzufassen. Erst allmählich wurde die Bedeutung dieser alten Teile für den späteren Ausbau des Gebirges von einigen erkannt, aber eine volle und gerechte Würdigung des Einflusses der alten Massen auf die heute sichtbare Anlage des Gebirges steht noch aus.

Dem längst erkannten Einfluß der alten Massen an der Außenseite der Alpen auf die spätere Ausgestaltung des Gebirges steht auf der Innenseite der Alpen nichts Aehnliches gegenüber. Deshalb konnte hier die Entwicklung in anderer Weise erfolgen und es wäre zu untersuchen, wie weit die Verschiedenheiten zwischen Nord- und Südseite der Alpen dadurch verursacht sind.

Nun ist ja allerdings durch neuere Forschungen, z. B. in den Lombardischen, den Südtiroler, Venezianer und Julischen Alpen, der Nachweis erbracht, daß die Verschiedenheiten zwischen nördlichen und südlichen Kalkalpen durchaus nicht so groß sind, als bisher meist angenommen wurde. Wie die Nord-Kalkalpen über ihr Vorland hinüberdrängen, so schieben sich auch die Süd-Kalkalpen gegen ihr Vorland vor, wie dort Angliederung neuer Zonen gegen außen erfolgt, so gliedern sich auch hier neue Gebietsstreifen dem Gebirge an, die vorherrschende flache Lagerung und Auflösung des Gebirges in große, durch tiefe Senken getrennte plateauartige Stöcke in Teilen der Südalpen findet ihr Analogon in den gleichartigen Gebilden der Salzburger und Ennstaler Alpen, und auch die jüngeren Ostwestschübe, welche so bezeichnend sind für die nördlichen Kalkalpen, fehlen in den Südalpen nicht.

Im ganzen läßt sich feststellen, daß der in den Nordalpen herrschenden Bewegungsrichtung nach Norden, nach außen, in den Südalpen die gleicherweise gegen außen gerichtete Südbewegung entspricht. In beiden Fällen zeigt sich die Bewegung als eine von dem alten Kern gegen außen gerichtete, in beiden Fällen erfolgt die Angliederung neuer Landstreifen an das sowohl nach N als auch nach S wachsende Gebirgsland. Aber während im N die alten Massen des Vorlandes die freie Entfaltung hindern und durch ihren Widerstand zu dem komplizierten Bau der Randzone Veranlassung geben, kann im S, wo solche Widerstände fehlen, die Faltung im allgemeinen viel ruhiger und ungehindert durch fremde Einflüsse vor sich gehen.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich schon, daß ich eine Abtrennung der südlichen Kalkalpen von den Alpen, als Dinariden, nicht für gerechtfertigt halte. Denn ich kann in den Südalpen nichts den Alpen Fremdes sehen. Nicht nur bezüglich der Tektonik, sondern auch bezüglich der Faziesverhältnisse bestehen keine so großen Verschiedenheiten zwischen Nord- und Südalpen, daß eine Trennung nötig wäre. Es sei nur an die große fazielle Übereinstimmung zwischen Trias—Lias der Lienzer Dolomiten und nördlichen Kalkalpen erinnert, und ferner daran, daß auch in den südöstlichen Alpen ganz ähnliche Ausbildung der ladinischen bis rhätischen Stufe der Trias, des Lias (Adnether Fazies) vorhanden ist, daß im Wocheiner Tunnel Versteinerungen der Hallstätter Triasfazies, im Triglavgebiet Halobien gefunden wurden.

Auch der Grenze zwischen Alpen und Dinariden, der Tonale — Judikarien — Gailtal-linie, wurde zu große Bedeutung beigelegt. Diese Grenze sollte ausgezeichnet sein durch die Tonalitintrusionen, welche an ihr als einer tektonischen Störungszone erster Ordnung erfolgt seien und vom Adamello im W bis zum Bacher am O-Rande der Alpen sich erstrecken. Die Tonalite liegen aber nur zum Teil an der Bruchlinie selbst, ein Teil steckt in der Zentralzone, wie die der Rieserferner und des Bacher, ein Teil in der Unterlage des Südtiroler Hochlandes, wie Adamello und Brixener Masse, andere liegen in der Karawankenzone. Stets aber sind die Tonalite älter als die tektonischen Bewegungen, welche zur Entstehung der Dislokationslinie Veranlassung gegeben haben, und wurden als passive Glieder der von ihnen durchbrochenen Gesteine zusammen mit diesen disloziert. Es läßt sich demnach die Annahme einer ursächlichen Verknüpfung zwischen Tonalitintrusionen und Entstehung der Judikarien-Gailtal-linie nicht aufrecht erhalten.

Dazu kommt, daß diese Linie in ihren verschiedenen Abschnitten sehr verschiedene Eigenschaften hat und in manchen Teilen ihres angenommenen Verlaufes nicht nachweisbar ist.

Auffallend bleibt für die Südalpen die starke vulkanische Tätigkeit, das Wiederaufleben des Vulkanismus in diesem Gebiet zu wiederholten Malen, dem in den Nordalpen nur ganz geringfügige vulkanische Äußerungen gegenüberstehen. Aber auch dieser Umstand bietet keine Handhabe für eine Abtrennung der Südalpen von den Alpen.

Denn es besteht vielmehr die Möglichkeit, daß der südalpine Vulkanismus mit dem zentralalpinen zusammenhängt, mit den Tonaliten, Graniten und Gneisen der Zentralalpen, so daß dadurch, wenn der räumlichen Verbreitung vulkanischer Vorgänge diesbezüglich überhaupt Gewicht beizumessen ist, eher eine engere Verbindung zwischen Zentral- und Südalpen sich ergeben würde.

Wenn somit für die Ostalpen einheitlicher Charakter angenommen wird, so soll dies doch nicht für das Gesamtgebiet der Alpen gelten. Vielmehr treten die zwischen Ost- und Westalpen bestehenden Unterschiede in der geologischen Geschichte, im Gesteinsbestand, im Bau immer schärfer hervor und lassen die Annahme möglich erscheinen, daß das heutige Alpengebirge durch Verschmelzung von zwei ursprünglich getrennten selbständigen Gebirgsbögen entstanden ist.

Seit langer Zeit hat das eigentümliche Umschwenken der Ketten der Ostalpen an der Grenze gegen die Westalpen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Diese Knickung der von O her streichenden Zonen aus O—W in NO—SW streichende ist eine Erscheinung, welche nicht auf den Westrand der Ostalpen beschränkt ist. Sie findet sich dort allerdings am stärksten ausgeprägt und es macht den Eindruck, als ob die dort so häufigen OW-Bewegungen, welche zur Entstehung der rhätischen Bögen Veranlassung gegeben haben, durch die ursprüngliche Anlage des Ostalpenbogens besonders günstige Vorbedingungen gefunden hätten, aber auch in den übrigen Teilen der Ostalpen kommen solche Knickungen vor, wie z. B. an den Rändern der nordalpinen Schubmassen, oder in der Jura-Neokommulde nordwestlich des Achensees. Das auffallendste Beispiel hierfür ist aber die Judikarien-Gailtal-linie, welche ungefähr parallel mit dem durch Erosion zernagten Ostalpenwestrande verläuft und ein deutlicher Beweis dafür ist, daß diese Umbiegungen in der inneren Struktur der Ostalpen begründet sind.

Es zeigt sich nun auch hier wieder sehr klar der stauende Einfluß der alten Massen. Bis nahe an das Ostende des Aar-Gotthardmassivs reichen von Osten her die derart umschwenkenden ostalpinen Ketten. Sie stauen sich an dem alten Massiv, werden an ihm abgelenkt und gezwungen, sich dem Widerstand, welcher vom Massiv ausgeht, anzupassen. Das Aar-Gotthardmassiv machte dem Weiterwachsen des Ostalpenbogens nach W ein Ende, und

im Schubbereich dieses Massivs konnten sich im N und S Ketten angliedern, deren Längsrichtung parallel der des Massivs ist. Das sind aber bereits Teile des Westalpenbogens, wie ja auch das Massiv ein Teil der Westalpen ist. Bemerkenswert ist hier noch die Ablenkung, welche die nördlich des Massivs liegenden Ketten am Rande des Ostalpenbogens durch diesen erfahren, so daß sie sich ihm parallel legen.

Während so am Ostende des Aar-Gotthardmassivs Kettung zwischen West- und Ostalpen besteht, erfolgt nördlich des Ostendes ein Übergang zu Scharung, welche um so mehr der Parallelität sich nähert, je weiter die Entfernung vom Massiv wird.

Die äußeren Zentralmassive der Westalpen bildeten den festen Wall für die gegen sie andrängenden penninischen Zonen. Dagegen gelang es, nach der Auffassung der Deckentheorie, den höheren lepontinischen Decken, über das penninische Gebiet und zum Teil auch über die äußeren Zentralmassive hinweg an die Außenseite des Bogens zu gelangen. Aber auch hier wieder tritt der Einfluß der alten Massive deutlich hervor. Denn indem das Montblancmassiv gegen NO und das Aarmassiv gegen SW sich erniedrigen und einsinken, entsteht eine breite Lücke in dem Wall. Ob diese Lücke durch die ursprüngliche Anlage des herzynischen Gebirges oder erst durch spätere tektonische Vorgänge geschaffen wurde, ist von geringerer Wichtigkeit und für das Verhalten gegenüber den späteren Bewegungen ohne Bedeutung. Sicher aber konnten — immer im Sinne der Deckentheorie gedacht — durch diese Lücke die lepontinischen Decken als geschlossene Masse an den Außenrand der Westalpen gelangen, und es zeigt sich, daß diese Lücke den ganzen Aufbau der Alpen vom Innen- bis zum Außenrand maßgebend gestaltet. So schiebt sich im Wallis die Deckscholle der Dent Blanche gegen die Lücke vor, und durch sie hindurch schieben sich die Massen der Freiburger Voralpen und des Chablais 20 km weit über das Vorland hinaus und bilden dadurch einen der auffallendsten Teile der Alpen.

Bemerkenswert ist die Lage dieser Depression auch deshalb, weil sie gerade an der Stelle der stärksten Krümmung des Westalpenbogens liegt. Sie ist auch nicht nur am äußeren Rande, in den äußeren Zentralmassiven vorhanden, sondern läßt sich ebenso weiter nach innen verfolgen, zwischen St. Bernhard und Mischabel-

gruppe, zwischen Paradiso und Monte Rosa, und überall ist sie erfüllt von jüngeren Gesteinsmassen, welche in ihr entstanden und infolge der tieferen Lage erhalten blieben.

Diesem einen Beispiel für den großen Einfluß, welchen die alten Gebietsteile und ihre orographische Gliederung auf die spätere Ausgestaltung des tektonischen Baues besitzen, reihen sich noch viele andere an. Ihre große Bedeutung ist bis heute nur wenig gewürdigt worden und es wird Aufgabe der Forschung sein, mehr als bisher diese Einwirkungen des alten Gebirges auf den Bau der heutigen Alpen zu ergründen.

Es dürfte sich dabei auch empfehlen, das „Vindelizische Gebirge“ nicht außer acht zu lassen. Wenn die äußeren Zentralmassive vor dem tertiären Zusammenschub die nördlichste Zone der Alpen waren, dann liegt der Gedanke nahe, eben diese Zone, deren herzynische Entstehung allgemein anerkannt wird, als einen Teil des Vindelizischen Gebirges aufzufassen. Dessen Bedeutung als trennender Rücken zwischen Ozean und Binnenmeer scheint dann allerdings im W nicht so stark ausgeprägt gewesen zu sein als im O, denn die Trias ist dort auch südlich davon eher germanisch als alpin entwickelt. Aber es muß ja nicht für das ganze, doch ziemlich lange Gebirge gleichmäßige Entwicklung angenommen werden. Vielmehr ergäbe sich durch die, wegen des Fehlens einer den äußeren Zentralmassiven des Westens entsprechenden Zone im O, heute tatsächlich bestehende Verschiedenheit der Entwicklung vielleicht die Möglichkeit, die Unterschiede in der jüngeren Tektonik zwischen West- und Ostalpen zu erklären.

Die Betrachtung der für die Alpen maßgebenden tektonischen Vorgänge zeigt, daß sie nicht gleichzeitig in dem ganzen Alpengebiet gewirkt haben. Schon die karbonische Gebirgsbildung der West- und Ostalpen fällt zeitlich nicht ganz zusammen, indem sie in den Ostalpen früher erfolgt, und die Unterschiede verstärken sich in den späteren Perioden. Der für die nördlichen Ostalpen so bedeutungsvollen mittelkretazeischen Gebirgsbildung steht nichts Analoges für die südlichen Ostalpen gegenüber und in den Westalpen erfolgte nur örtlich beschränkte Gebirgsbildung in der jüngeren Kreidezeit.

Auch im Tertiär machen sich noch zeitliche Unterschiede geltend: Während in den Westalpen die Haupt-

faltung im Obermiocän bis Pliocän geschah, war in den Ostalpen das Oberoligocän bis Miocän der für die Ausgestaltung des Gebirges wichtigste Abschnitt der Tertiärzeit.

Diese Verschiedenheiten in der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Alpentteile sind ebenfalls auf die Wirkung der alten Massen bzw. auf die durch die früheren Gebirgsbildungen in verschiedenem Grade verfestigten und widerstandsfähiger gewordenen Massen zurückzuführen. Auch die Verschiedenheiten in der Art der tektonischen Umgestaltungen lassen sich dadurch erklären, wie z. B. die starke Zunahme der Brüche im Ostteil der Alpen durch die dort stärkere Wirkung der älteren Faltungen, wodurch das Gebiet für neue faltende Zusammenpressung zu stark wurde, so daß sich die tektonischen Kräfte in Schollenzertrümmerung äußerten.

Auch in diesem Falle mag ein Hinweis auf die tektonischen Vorgänge in anderen Gebirgen von Nutzen sein. Als die im Paläozoikum gefalteten Gebirge Zentralasiens in der Tertiärzeit von neuen tektonischen Bewegungen erfaßt wurden, konnten die Gesteine nicht weiter gefaltet werden und der Druck löste sich in radialen Bewegungen aus. Aus den Faltengebirgen wurden Schollengebirge, in welchen nur an den Rändern tangentialer Bewegungen, als Überschiebungen und Faltungen, sichtbar sind, während die inneren Teile ausschließlich durch steile Verwerfungen ihre weitere Ausgestaltung erfuhren. Das ist aber mehr oder weniger die gleiche Erscheinung, welche die Alpen bieten, nämlich die Verhinderung freier tangentialer Bewegung in den inneren, verfestigten Teilen und die im Verhältnis dazu große Beweglichkeit der äußeren Teile, welche zur Aufstülpung dieser Teile über das Vorland führt, oder wenigstens zu ihrem Vorrücken nach außen, wie das durch neue geodätische Messungen für das oberbayrische Gebiet festgestellt wurde.

Damit schließe ich meine Ausführungen. Nur in groben Umrissen konnten hier Fragen behandelt werden, deren Deutung für die Entstehungsgeschichte der Alpen wie der Gebirge überhaupt von großer Wichtigkeit ist. Die stärkere Betonung dieser, wie überhaupt all der mannigfaltigen Vorgänge der Gebirgsbildung und ihrer Einwirkung auf spätere Ereignisse erscheint notwendig, besonders auch wegen der Gefahr, in einen Schematismus zu verfallen, welcher der Vielfältigkeit der Erscheinungen in keiner Weise gerecht wird.